

Probiyotikler

Roshan Riaz¹

Özlem Karadağoğlu²

Özet

“Probiyotikler” terimi, yeterli miktarlarda sağlandığında host organizmanın sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olan canlı mikroorganizmaları ifade eder. “Probiyotik” kelimesi ilk olarak 1954 yılında Ferdinand Vergin tarafından belirli bakterilerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki faydalı etkilerini belirtmek için kullanılmıştır. Probiyotiklerin kullanımı tarih öncesi çağlara kadar uzanabilir. Ancak, bazı bakterilerin faydalı etkilerinin keşfi, 20. yüzyılın başlarında Pasteur Enstitüsü’nde çalışma yürüten Rus asıllı Nobel Ödülü sahibi Eli Metchnikoff’a atfedilmektedir. Antimikrobiyal dirençli bakterilerin ortaya çıkması ve yayılması, hayvan yemlerinde antibiyotik büyüme destekleyicilerinin kullanımına ilişkin endişe yaratmıştır. Sonuç olarak, hayvansal üretimi, sağlığı ve refahı artırmak için alternatiflerin araştırılmasına giderek daha fazla odaklanılmıştır. Özellikle probiyotikler, çeşitli çiftlik hayvanı türlerinde önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Bu nedenle, dünya çapında probiyotik endüstrisi, hayvansal gıda ürünlerine yönelik artan talebin bir sonucu olarak önemli bir büyüme kaydetmiştir. Probiyotiklerin etkinliği göz önüne alındığında, uzun süreli kullanım için güvenliklerinin sağlanması ele alınması gereken önemli bir konudur.

1. Giriş

Probiyotik teriminin kökleri Yunanca’da “için” anlamına gelen “pro” ve “yaşam” anlamına gelen “bios” kelimelerinden gelmektedir. “Probiyotik” terimi, Ferdinand Vergin tarafından, antibiyotiklerin ve diğer antimikrobiyal ajanların bağırsak mikrobiyotası üzerindeki zararlı etkilerini faydalı olarak nitelendirdiği bakterilerin etkileriyle (probiyotik) karşılaştırdığı “Anti-

-
- 1 Hayvan Besleme Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiye; roshansahil04@gmail.com; 0000-0002-0524-9994
 - 2 Hayvan Besleme Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiye; drozlemkaya@hotmail.com; 0000-0002-5917-9565

und Probiotika “ başlıklı makalesinde ortaya atılmıştır (Vergin, 1954). Ancak Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün ortak çalışma grubu raporuna göre “probiyotikler” terimi ilk kez 1965 yılında, başka bir siliatın büyümesini uyarayan siliat bir protozoon tarafından üretilen büyümeyi teşvik eden maddeleri tanımlamak için kullanılmıştır (Lilly & Stillwell, 1965). Bu terim o zamandan beri daha geniş bir organizma yelpazesini kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Parker, 1974 yılında probiyotikleri canlı organizmalar ve cansız maddeler de dahil olmak üzere “bağırsak mikrobiyal dengesine katkıda bulunan organizmalar ve maddeler” olarak tanımlamıştır (Parker, 1974). Fuller (1989) “maddeler” teriminin dahil edilmesini eleştirerek, probiyotikleri “bağırsak mikrobiyal dengesini iyileştiren, konakçı hayvanı faydalı bir şekilde etkileyen canlı bir mikrobiyal yem takviyesi” olarak yeniden tanımlamıştır. FAO ve WHO çalışma grubu, 2001 yılında probiyotiklerin “yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar” tanımını kabul etmiştir. Bu tanım, Uluslararası Bilim Derneği tarafından da geniş çapta benimsenmiştir (FAO, 2016).

2. Probiyotiklerin Tarihsel Geçmişi, Mevcut Piyasa Durumu ve Gelecek Tahmini

Probiyotiklerin varlığı, M.Ö. 2000 yılında sütü muhafaza süresini uzatmak amacıyla kullandıklarını öne süren literatürlere göre Taş Devri’ne kadar dayanmaktadır. Moleküler arkeolojinin yardımıyla probiyotiklerin izleri neredeyse 10.000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Ozen & Dinleyici, 2015). Ancak bazı bakterilerin yararlı etkilerinin keşfi, geçen yüzyılın başında Pasteur Enstitüsü’nde çalışan Nobel Ödülü sahibi Rus Eli Metchnikoff’a atfedilmektedir. Metchnikoff, bağırsak mikroplarının gıdaya olan bağımlılığının, vücuttaki mikrobiyal florayı düzenlemek ve zararlı mikropları faydalı mikroplarla değiştirmek için kullanılabileceğini öne sürmüştür (Metchnikoff, 1907). Metchnikov’a göre, probiyotikler sağlamış oldukları katkılardan dolayı takdiri hak eden gizli bir mücevher olarak tanımlanmıştır. Grigorov, Cenevre Üniversitesi’nin mikrobiyoloji laboratuvarında Profesör Léon Massol’un gözetiminde çalışırken, Bulgar yoğurdu “mliako kisselo”da bir *Lactobacillus* türü tespit etmiştir. Bu konu hakkında kapsamlı bilgi veren çalışmayı saygın Fransız bilimsel dergisi “Étude sur une lait fermenté comestible”de yayınlamıştır. Grigorov’un çalışmaları probiyotiklerin, insan ve hayvan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerinin keşfedilmesinin temelini atmıştır (Ozen & Dinleyici, 2015).

Hayvansal gıdalara yönelik artan küresel talep ışığında, üreticilerin hayvancılık verimliliğini artırması zorunlu hale gelmiştir. Bu, hayvanların

sağlığını ve refahını artırırken aynı zamanda güvenliklerini de sağlayan yem katkı maddelerinin akılcı kullanımıyla başarılı olmaktadır. Bununla birlikte, antimikrobiyal dirençli bakterilerin gelişimi ve yayılması, hayvan ve insan sağlığı için potansiyel bir risk oluşturması nedeniyle hayvan yemlerindeki antibiyotik büyüme destekleyicileri hakkında endişeleri artırmıştır. Bu endişeler sonucu Avrupa Birliği 2006 yılı itibarıyla hayvansal üretimde büyüme destekleyicileri olarak antimikrobiyal ilaçların ve iyonoforların kullanımını yasaklamıştır. Bu yasağa yanıt olarak hayvancılık endüstrisinde probiyotikler, prebiyotikler, simbiyotikler ve immünomodülatörler gibi hayvan sağlığını ve verimini iyileştirmeye yönelik alternatif yaklaşımlara ilgi giderek artmıştır (Markowiak & Ślizewska, 2018). Bu seçenekler arasında probiyotikler, besi hayvanı yetiştiricilerinin beklentilerini karşılama konusunda özellikle ümit verici olmuştur (Lambo vd., 2021; Ölmez vd., 2022).

Küresel probiyotik pazarı, hayvan yemlerinde büyüme teşvik eden antibiyotiklerin yasaklanması nedeniyle önemli bir büyüme yaşamıştır. Bu yasağın, probiyotiklerin hayvan yemlerinde uygulanması için bir fırsat yaratmıştır. Hayvan yemi pazarında probiyotiklerin, 2023'teki 4,6 milyar ABD Dolarından %9,1'lik bir büyüme oranı ile 2028 yılına kadar 7,1 milyar ABD Dolarına ulaşması öngörülmektedir (Research and Markets, 2001). Kanatlı yemi pazarındaki probiyotiklerin de %6'lık bir büyüme oranı ile 2020'de 85 milyon ABD dolarından 2027'ye kadar 130 milyon ABD dolarına ulaşacağı öngörülmektedir (GlobalMarketInsights, 2021). Endüstrileşme ve kümes hayvanlarına olan talebin artması, hayvan yemlerinde probiyotik kullanım talebini yükselten bir diğer faktördür. Probiyotikler yem verimliliğini ve yem alımını artırmaya yardımcı olarak yemden yararlanma oranlarının iyileşmesine, canlı ağırlığın artmasına ve ölüm oranlarının azalmasına katkı sağlamaktadır (Şahin vd., 2008; Ölmez vd., 2022). Ek olarak, lif açısından zengin kuru formdaki probiyotikler besin madde kullanımını iyileştirerek daha iyi yem verimliliğine ve geniş getiren hayvanlar için potansiyel olarak yem maliyetlerinin azalmasına yol açabileceği düşünülmektedir (Niwińska vd., 2018). Probiyotik pazarının büyümesini sürdüreceği tahmin edildiğinden, üreticiler daha yenilikçi ürünler geliştirmek için rekabet halindedir (Research and Markets, 2001).

3. Probiyotiklerin Sınıflandırılması

İnsan ve hayvan sağlığı üzerinde yararlı etkiler sağlayan bir dizi mikroorganizmayı içeren probiyotiklerin sınıflandırılması, bunların anlaşılması ve kullanılması açısından kritik olan birkaç temel kriteri içermektedir. Bu kriterler, probiyotiklerin ayırt edilmesi, sınıflandırılması, etki özellikleri ve potansiyel

kullanımları hakkında temel bilgileri sağlaması açısından çok önemlidir. Probiyotik olarak kullanılan çeşitli mikroorganizmalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (FAO, 2016).

3.1. Bakteriyel ve Bakteriyel Olmayan Probiyotikler

Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar; *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus* ve *Enterococcus* gibi spesifik maya ve mantar türleri dışında olan bakterilerdir. Maya ve mantarlar arasında *Aspergillus oryzae*, *Candida pintolopesii*, *Saccharomyces boullardii* ve *Saccharomyces cerevisiae* türleri bulunmaktadır (FAO, 2016).

3.2. Spor Oluşturan ve Spor Oluşturmayan Probiyotikler

Probiyotiklerin spor oluşturan veya spor oluşturmayan olarak sınıflandırılması, onların hayatta kalmalarını ve canlılıklarını artırabilecek koruyucu sporlar üretme yeteneklerine dayanmaktadır. *Bacillus subtilis* ve *Bacillus amyloliquefaciens* gibi spor oluşturan bakteriler, spor oluşturmayan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine göre yaygın olarak kullanılmaktadır (FAO, 2016).

3.3. Çoklu ve Tekli Tür Probiyotikler

Çoklu tür probiyotikler, çeşitli bakteri suşlarının veya türlerinin karışımını içeren bir probiyotik türüdür. Bu çoklu tür probiyotiklere örnek olarak; *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces* ve *Streptococcus'un* karışımı verilebilir. Öte yandan, tek tür probiyotikler yalnızca belirli bir bakteri türü içerir. Tek tür probiyotiklere ise *Saccharomyces cerevisia* ve *Saccharomyces boullardii* örnek olarak verilebilir (FAO, 2016).

3.4. Allohton ve Otokton Probiyotikler

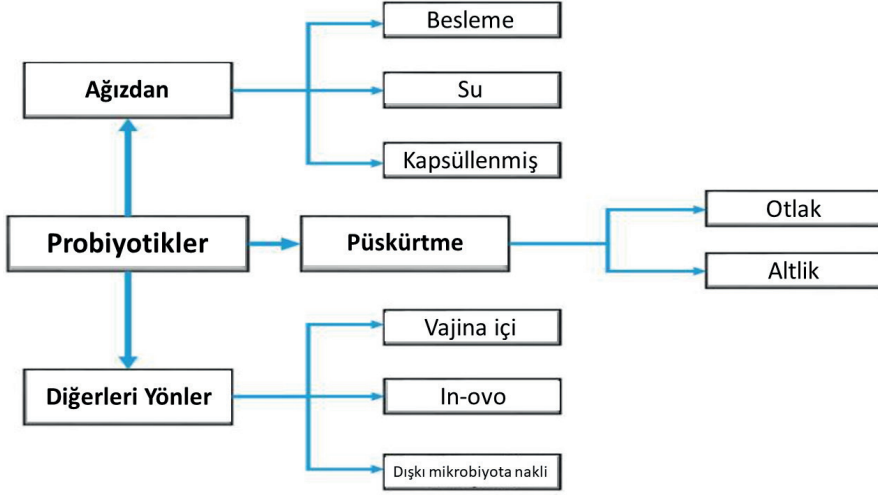
Allohton probiyotikler (ör: mayalar), konakçının doğal bağırsak ortamında bulunmamasına karşı organizmanın sağlığını olumlu yönde etkileyen mikroorganizmalardır. Otokton probiyotikler (*Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*) ise normal bağırsak florasında olmasının yanı sıra sağlığı iyileştirici etkileri için kullanılırlar (FAO, 2016).

4. Probiyotik Formları ve Uygulama Yolları

Hayvan beslemede kullanılan probiyotikler piyasada toz ve sıvı formlarda değerlendirilmektedir. Toz formdaki probiyotikler, “spray-drying” yöntemiyle kurularak hazırlanır. Toz formdaki probiyotikler maliyet, daha uzun raf ömrü ve uygun ambalajlama gibi faktörlerden dolayı daha fazla

pazar payına sahiptir. Bununla birlikte, sıvı probiyotikler, gelişmiş probiyotik türü, canlılığı ve yemin yapısı gibi faktörler nedeniyle günümüzde artan bir ilgi ile karşı karşıyadır.

Probiyotiklerin hayvanlara uygulanmasında, etkili bir şekilde kullanım sağlamak için genellikle birden fazla yol kullanılmaktadır. Bu yollar arasında yem veya içme suyuyla ağızdan alım, püskürtme ve doğrudan besleme uygulamaları bulunmaktadır. Probiyotik uygulamalarının en yaygın uygulama yolunun oral yol olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Probiyotiklerin çiftlik hayvanlarına uygulanmasına yönelik standart yöntemlerin bir özeti (Lambo vd., 2021).

5. Hayvansal Üretimde Probiyotik Kullanımına İlişkin Zorluklar, Güvenlik ve Düzenlemeler

Kümes hayvanlarının beslenmesi için probiyotik formülasyonu yapan araştırmacıların karşılaştığı zorluklardan biri, ürünlerinde istenilen stabilite seviyesini yakalayamamaktır. Ayrıca probiyotiklerin üretimi ve pazarlanmasında yaşanan standardizasyon sorunları, pazarın büyümesini bir derece kısıtlayabilmektedir. Teknolojik sınırlamalar, etkili izleme sistemlerinin bulunmaması, diğer yem katkı maddelerinin yüksek popülaritesi, yeni probiyotik türlerinin geliştirilmesiyle ilgili yüksek maliyetler ve karmaşık test yöntemleri hayvan yemi olarak kullanılan probiyotiklerin pazar payının büyümesini engellemektedir. Temel kısıtlamalardan ve zorluklardan biri, hayvan yemine ilave edilen probiyotiklere yönelik standartlaştırılmış

uluslararası kalite ve güvenlik düzenlemelerinin bulunmamasıdır (Research and Markets, 2001).

Probiyotiklerin etkinliği göz önüne alındığında, onların güvenliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu, belirli suşlarla ilişkili potansiyel risklerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Çoğu probiyotik türü, uzun kullanım geçmişleri ve genel olarak zararlı etkileri görülmediği için güvenli ürünler olarak kabul edilmiştir. Ancak probiyotikler virülans faktörleri, antimikrobiyal direnç, hemolitik potansiyel ve toksik biyokimyasal üretimi gibi istenmeyen özelliklere sahip olabilir (Lee vd., 2017). Ayrıca hayvan yemlerinde kullanılan probiyotiklerin insan besin zincirine bulaşma ihtimali de göz ardı edilmemelidir. Yemdeki probiyotiklerden kaynaklanan kontaminasyon nedeniyle insan gıdasına yönelik risk hakkında sınırlı bilgi olmasına rağmen (FAO, 2016), bu konu probiyotiklerle ilgili ele alınması gereken önemli bir endişedir (Alayande vd., 2020). Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü, FAO ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından yayınlanan kılavuzların ışığında, probiyotik suşlarının hem güvenlik hem de etkinliklerinin yanında teknolojik kullanımlarıyla ilgili standartları da karşılaması gerekmektedir (Şekil 2).

GÜVENLİK
<ul style="list-style-type: none"> • İnsan veya hayvan kökenli. • Sağlıklı bireylerin gastrointestinal sisteminden izole edilmiştir. • Güvenli kullanım tarihi. • Kesin tanımlama (fenotip ve genotip özellikleri). • Enfektif hastalık ile bir ilişki hakkında veri bulunmaması. • Safra asidi tuzlarını parçalamaya yeteneğinin olmaması. • Hiçbir yan etkisi yoktur. • Stabil olmayan elementlerde lokalize olan antibiyotik direncinden sorumlu genlerin yokluğu.
İŞLEVSELLİK
<ul style="list-style-type: none"> • Bağırsak ekosisteminde yaşayan mikrobiyota ile ilgili rekabet gücü. • Metabolik aktivitede hayatta kalma ve sürdürme ve hedef bölgede büyüme yeteneği. • Safra tuzlarına ve enzimlere karşı direnç. • Midede düşük pH'a karşı direnç. • Bağırsak ekosisteminde yaşayan mikrobiyal türlerle ilgili rekabet gücü (yakından ilişkili olanlar türler). • Patojenlere karşı antagonistik aktivite (örneğin <i>H.pylori</i>, <i>Salmonella sp.</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium difficile</i>). • Endojenik bağırsak mikrobiyotasının ürettiği bakteriyosinlere ve asitlere karşı direnç. • Konakçı organizma içindeki bazı belirli bölgeleri kolonileştirme yeteneği ve uygun gastrointestinal sistem.
TEKNOLOJİK KULLANIM
<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek biyokütle miktarlarının kolay üretimi ve kültürlerin yüksek üretkenliği. • Bir sabitleme işlemi sırasında probiyotik bakterilerin istenen özelliklerinin canlılığı ve stabilitesi, probiyotik ürünlerin hazırlanması ve dağıtımı. • Bitmiş ürünlere yüksek depolama (aerobik ve mikro aerofilik koşullarda). • Bitmiş ürünlerin istenen duyuşal özelliklerinin garantisini (gıda endüstrisi durumunda). • Genetik stabilite. • Bakteriyofajlara karşı direnç.

Şekil 2. Tipik bir probiyotik için oluşturulmuş güvenlik değerlendirme protokollerinin özeti (EFSA, 2005; FAO, 2002; Markowiak & Śliżewska, 2018).

KAYNAKLAR

- Alayande, K. A., Aiyegoro, O. A., & Ateba, C. N. (2020). Probiotics in animal husbandry: Applicability and associated risk factors. *Sustainability*, *12*(3), 1087. <https://doi.org/10.3390/su12031087>
- EFSA. (2005). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a generic approach to the safety assessment by EFSA of microorganisms used in food/feed and the production of food/feed additives. *EFSA Journal*, *3*(6), 226. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5966>
- FAO. (2002). *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food*. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Ontario, Canada.
- FAO. (2016). Probiotics in animal nutrition – Production, impact and regulation by Yadav S. Bajagai, Athol V. Klieve, Peter J. Dart and Wayne L. Bryden. Editor Harinder P.S. Makkar. FAO Animal Production and Health Paper No. 179. Rome.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *The Journal of applied bacteriology*, *66*(5), 365-378.
- Global Market Insights. (2021). *Poultry Probiotic Ingredients Market Size By Product (Lactobacilli, Bifidobacterium, Streptococcus, Bacillus), By Application (Broilers, Layers, Turkeys, Breeders, Chicks & Poults) Industry Analysis Report, Application Development & Forecast, 2021 - 2027*. G. M. I. Inc. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/poultry-probiotics-market>
- Lambo, M. T., Chang, X., & Liu, D. (2021). The recent trend in the use of multistrain probiotics in livestock production: an overview. *Animals*, *11*(10), 2805. <https://doi.org/10.3390/ani11102805>
- Lee, S., Lee, J., Jin, Y.-I., Jeong, J.-C., Chang, Y. H., Lee, Y., Jeong, Y., & Kim, M. (2017). Probiotic characteristics of Bacillus strains isolated from Korean traditional soy sauce. *LWT-Food Science and Technology*, *79*, 518-524. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.040>
- Lilly, D. M., & Stillwell, R. H. (1965). Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, *147*(3659), 747-748. <https://doi.org/10.1126/science.147.3659.747>
- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*, *10*(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0>
- Niwińska, B., Furgał-Dzierżuk, I., & Wiczorek, J. (2018). Probiotics in farm animal nutrition. *Wiadomości Zootechniczne, R. LVI, 4*, 102-111.
- Ölmez, M., Kara, K., Özlem, K., Ögün, M., Tarkan, Ş., & İdil, Ş. (2022). Chia tohumu ve probiyotik/enzim ilavesinin ayrı ve kombine olarak tuj koyunları rasyonlarında kullanımının performans, rumen ve bazı kan parametre-

- leri üzerine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 1201-1215. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1071925>
- Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoğlu, Ö., Metin, Ö., Yörük, M. A., & Dalğa, S. (2022). Effect of Probiotic Mixture Supplementation to Drinking Water on the Growth Performance, Carcass Parameters and Serum Biochemical Parameters in Native Turkish Geese. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 131-138. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.26633>
- Ozen, M., & Dinleyici, E. (2015). The history of probiotics: the untold story. *Beneficial microbes*, 6(2), 159-165. <https://doi.org/10.3920/BM2014.0103>
- Parker, R. B. (1974). Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutrition Health*, 29, 4-8.
- Research and Markets. (2001). *Probiotics in Animal Feed Market* (5406492). (Probiotics in Animal Feed Market by Livestock (Poultry, Swine, Ruminants, Aquaculture, Pets), Source (Bacteria, Yeast, Fungi), Form (Dry, Liquid), Function (Qualitative) (Nutrition, Gut Health, Immunity, Productivity) & Region - Global Forecast to 2028, Issue. R. a. Markets. https://www.researchandmarkets.com/reports/5406492/probiotics-in-animal-feed-market-by-livestock?utm_code=snqppg
- Sahin, T., Kaya, I., Unal, Y., & Elmali, D. A. (2008). Dietary supplementation of probiotic and prebiotic combination (Combiotics) on performance, carcass quality and blood parameters in growing quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(11), 1370-1373.
- Vergin, F. V. (1954). Anti-und probiotika. *Hippokrates*, 25(4), 16-119.