



**YIL: 2024** **SAYI: 7**  
ISSN 2757-5470 e-ISSN 2757-9239

**YAYINCI**

Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü

**YAYIN SAHİBİ**

Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü Adına  
Mustafa KAYHAN  
Yönetim Kurulu Başkanı - Genel Müdür

**GENEL YAYIN YÖNETMENİ**

**BAŞ EDITÖR**

Dr. Cemal ÇALIK

**EDITÖR**

Dr. İsmail Erim KÖSEOĞLU

**MİZANPAJ EDITÖRÜ**

Ayşe KAPLAN

**SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**

**TEKNİK EDITÖR**

Süleyman DÜNDAR

**YAYIN KOORDİNATÖRÜ**

Prof. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN

**YAYIN İDARE MERKEZİ - ADRES**

Tarım ve Orman Bakanlığı Kampüsü, Beştepe Mh.,  
Cumhurbaşkanlığı Bul., Alparslan Türkeş Cd., No: 71  
Beştepe, Yenimahalle / ANKARA

**YAYIN İDARE MERKEZİ - TELEFON**

0 (312) 304 80 00

**YAYIN PERİYODU**

Yılda 2 defa

**YAYININ TÜRÜ**

Yerel süreli ve hakemli

**BASKI YERİ - ADRESİ**

Hazar Reklam Matbaacılık Yayıncılık Danışmanlık  
Kazım Karabekir Cad. Kültür Çarşısı No: 7/56-57  
Altındağ / ANKARA

**BASKI TARİHİ**

Nisan 2024

**DergiPark**  
AKADEMİK

## İÇİNDEKİLER

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

Lor Peynirlerine İlave Edilen Probiyotik Kültürlerin Bazı Patojen Mikroorganizmaların Yaşam Süreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması **4-14**  
Investigation of the Effect of Probiotic Cultures Added in Lor Cheese on the Life Span of Some Pathogenic Microorganisms  
Seda ERİK, Fatma Seda ERGENEKON

Laboratuvar Hayvanları (Sıçanlar ve Fareler) İçin Metabolik Sendromlu Yemlerin Geliştirilmesi ve Analizi **15-23**  
Development and Analysis of Metabolic Syndrome Feeds for Laboratory Animals (Rats and Mice)  
Tayfun IDE, Askın Nur DERİNOZ ERDOĞAN, Naim Deniz AYAZ

### DERLEMELER REVIEWS

Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Yapay Tatlandırıcıların Bağırsak Mikrobiyotasına Etkileri **24-29**  
Effects of Artificial Sweeteners Used as Food Additives on the Intestinal Microbiota  
Beza MENDEŞ, Elif Kübra ARSLAN

Sürdürülebilir Kırsal Arazi Yönetimi Sustainable Rural Land Management **30-38**  
Hakan AYHAN, Zuhâl KARAKAYACI, Aysun YENER

## DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Ahmet GÜNER  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Dilaver TENGİLİMOĞLU  
Atılım Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Prof. Dr. Ender YARSAN  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Farmakoloji ve Toksikoloji AD

Prof. Dr. Kırallı MÜRTEZAOĞLU  
GÜ Kimya Mühendisliği Fakültesi  
Kimya Mühendisliği AD

Mehmet BİLİR  
AÜ Ziraat Fakültesi  
Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Muharrem TUNA  
AHBVÜ Turizm Fakültesi  
Gastronomi

Prof. Dr. Orhan ÇETİN  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Zootečni AD

Prof. Dr. Osman ERGANİŞ  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Mikrobiyoloji AD

Prof. Dr. Osman Cenap TEKİNŞEN  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD (Emekli)

Prof. Dr. Ramazan SARI  
ODTÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
İşletme Bölümü

## YAYIN KURULU

Prof. Dr. Abdullah DİLER  
SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi İşleme  
Teknolojisi AD

Prof. Dr. Adnan ŞEHU  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları  
AD

Prof. Dr. Ahmet GÜNER  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sarper BOZKURT  
GAÜN Tıp Fakültesi  
Fizyoloji AD

Doç. Dr. Arife Ezgi TELLİ  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Ayhan BAŞTAN  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Doğum ve Jinekoloji AD

Prof. Dr. Aytekin GÜNLÜ  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Hayvancılık Ekonomisi ve İşletmeciliği AD

Prof. Dr. Cafer TEPELİ  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Zootečni AD

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN  
SÜ Gıda Mühendisliği Fakültesi  
Gıda Mühendisliği AD

Prof. Dr. Fatma Seda ERGENEKON  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü

Prof. Dr. Gürkan UÇAR  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Hakan YARDIMCI  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Mikrobiyoloji AD

Prof. Dr. Kemal Kaan TEKİNŞEN  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Kırallı MÜRTEZAOĞLU  
GÜ Kimya Mühendisliği Fakültesi  
Kimya Mühendisliği AD

Prof. Dr. Meryem AYDEMİR ATASEVER  
ATAÜNİ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Doç. Dr. Muhammet Ali CEBİRBAY  
SÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi  
Beslenme ve Diyetetik AD

Prof. Dr. Muharrem TUNA  
AHBVÜ Turizm Fakültesi  
Gastronomi

Prof. Dr. Mustafa ARDIÇ  
ASÜ Mühendislik Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa ATASEVER  
ATAÜNİ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA  
SÜ Gıda Mühendisliği Fakültesi  
Gıda Mühendisliği AD

Prof. Dr. Mustafa TAYAR  
BUÜ Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD

Doç. Dr. Nihat TELLİ  
KTÜN Teknik Bilimler MYO  
Gıda İşleme

Prof. Dr. Süleyman KARAMAN  
AKDÜ Ziraat Fakültesi  
Tarım İşletmeciliği AD

Prof. Dr. Tarık Haluk ÇELİK  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Tolga KAHRAMAN  
İÜC Veteriner Fakültesi  
Besin Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD

Prof. Dr. Türker KURT  
GÜ Gazi Eğitim Fakültesi  
Eğitim Yönetimi AD

Dr. Öğr. Üyesi Yakup ÖMEROĞLU  
GÜ Sağlık Hizmetleri MYO  
Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı AD

Prof. Dr. Zafer KARAER  
AÜ Veteriner Fakültesi  
Parazitoloji AD (Emekli)

Prof. Dr. Zafer GÖNÜLALAN  
YOBÜ Veteriner Fakültesi  
Veterinerlik Halk Sağlığı AD

Prof. Dr. Zafer SAYIN  
SÜ Veteriner Fakültesi  
Mikrobiyoloji AD

## TARİHÇE

1952 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Enstitüsü tarafından yayın hayatına başlayan Balık ve Balıkçılık Dergisi, 1952-1953 yılları arasında Et ve Balık Kurumunun desteğiyle; Ocak 1954 tarihinden itibaren tamamıyla Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü tarafından yayımlanmıştır. Dergimiz, 1966 yılından bu yana Et Endüstrisi, Et ve Balık Endüstrisi, Et ve Balık Kurumu ve son olarak 1993 yılında özelleştirme kapsamına girmesiyle Et ve Balık Ürünleri A.Ş. Dergisi adında yayın hayatını akademik düzeyde sürdürmüş, sonrasında yayın sürecine ara vermiştir. 2021 yılı itibarıyla *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi* adıyla yeniden yayımlanmaya başlamıştır.

## AMAÇ VE KAPSAM

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü'nün bilimsel makalelerin yayımlandığı ulusal ve hakemli akademik bir dergisidir. Gıda sektörünün, paydaşları açısından istikrarlı ve sürdürülebilir bir hâle getirilmesine katkı sağlamak, Kurumumuzun ana statüsünde yer alan faaliyet konuları doğrultusunda yapılmış bilimsel yayınları yayımlamak.

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi'nde, dünyada ve Türkiye'de gıda, tarım, hayvancılık, balıkçılık ve su ürünleri ile et ve süt sektörü temelinde gıda hijyeni ve teknolojisi, gıda güvenliği, halk sağlığı, sağlıklı ve dengeli beslenme, beslenmenin önemi, veteriner hekimliği bilimleri (anatomi, biyokimya, fizyoloji, histoloji, embriyoloji, veteriner hekimliği tarihi, deontoloji, farmakoloji ve toksikoloji, mikrobiyoloji, parazitoloji, patoloji, viroloji, cerrahi, doğum ve jinekoloji, iç hastalıkları, dölerme ve suni tohumlama, biyoistatistik, hayvan besleme ve beslenme hastalıkları, hayvan sağlığı ekonomisi ve işletmeciliği, zootekni), AR-GE çalışmaları ve kalite yönetim sistemleri, helal gıda ve bu kapsamlardaki eğitimin rolü alanında, ulusal ya da uluslararası ilgi, uygulama içeren ve güncel bilgilere sahip bilimsel makalelere yer verilecektir. Yayımlanacak makalelerin, daha önceden yayımlanmamış ve araştırma sonuçlarına dayalı olması gerekmektedir (derleme makaleleri hariç).

Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi açık erişim sağlamak üzere yılda iki defa online/basılı olarak yayımlanır. Dergi yönetiminin kararları doğrultusunda özel ya da ek sayılar yayımlanabilir. Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi makale işlem ücreti (değerlendirme ücreti veya basım ücreti) ve makalelere erişim için herhangi bir ücret talep etmez.

## ETİK İLKELER

Dergimiz basın meslek ilkeleri ile TR DİZİN, DergiPark, YÖK, ÜAK vb. tarafından tavsiye edilen akademik dergi kriterlerine, bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyar. Makaleler, araştırma ve yayın etiğine uygun olmalı, araştırma makalelerinde ICMJE ve COPE'un editör ve yazarlar için uluslararası standartları ve diğer tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Makaleler, etik kurallara uygunluk konusunda YÖK ve ÜAK'ın Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'ne uygun olmalıdır. İntihal, sahtecilik, çarpıtma, tekrar yayım, dilimleme, haksız yazarlık gibi bilimsel araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemlerden kaçınılmalıdır. Yapılan araştırmalar için ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli, belgelendirilmeli, makale ile birlikte bu belgeler de sisteme yüklenmelidir.

Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgilere (kurul adı, tarih ve sayı no) makalede yer verilmelidir. Makalenin dergimize gönderilmesi ile birlikte sorumlu yazar; Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğunu kabul eder. Makalelerde gerçek anlamda katkı sağlayan kişiler yazar olarak yazılmalıdır. Makalenin yazar/ yazarları, ihtiyaç hissederseniz çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını bildirebilir. Bu bildirim makalenin sonunda "Çıkar Çatışması" başlığı altında belirtmelidirler. Çıkar çatışmasına şu örnekler verilebilir: İstihdam, ortaklık, danışmanlıklar, hisse senedi sahipliği, hizmet karşılığı ödenen ücretler, ücretli bilirkişilik, akrabalık veya yakın kişisel ilişkiler. Hakemler, değerlendirdikleri makalede herhangi bir çıkar çatışması olduğundan şüphelendiklerinde değerlendirme süreci ile ilgili olarak dergi editörlüğüne bilgi vermeli ve gerekirse makale değerlendirmesini ret etmelidirler. Editör ihtiyaç hissederse yazardan çıkar çatışması beyanı talep edebilir.



## Lor Peynirlerine İlave Edilen Probiyotik Kültürlerin Bazı Patojen Mikroorganizmaların Yaşam Süreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması

### Investigation of the Effect of Probiotic Cultures Added in Lor Cheese on the Life Span of Some Pathogenic Microorganisms

Seda ERİK<sup>1\*</sup>, Fatma Seda ERGENEKON<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, Ankara

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0003-4435-3898  <sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-3614-4666 

\*Sorumlu Yazar: sedaagsar9311@gmail.com

Geliş Tarihi: 12.01.2024 Kabul Tarihi: 30.04.2024

#### ÖZET

Bu çalışmada *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Lactobacillus rhamnosus* LGG probiyotik kültürlerinin lor peyniri yapısında yaşama sürelerinin değerlendirilmesi ve probiyotik kültürlerin *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 25922 patojen mikroorganizmaların yaşama süreleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla lor peynirine probiyotik ve patojen mikroorganizmalar inoküle edilerek 2-4 °C'de 60 gün muhafazaya alındı. Muhafaza süresi boyunca lor peynirleri 0., 7., 15., 30., 45. ve 60. günlerde analiz edildi. Yapılan analizler sonucunda, lor peynirinde *L. acidophilus* LA-5 sayıları 7,30 - 9,20 log kob/g aralığında *L. rhamnosus* LGG sayıları ise 8,14 - 9,41 log kob/g aralığında bulundu. Genel olarak *L. rhamnosus* LGG'nin lor peynirinde canlılığını *L. acidophilus*'a göre daha iyi koruduğu görüldü. Ayrıca probiyotik kültürlerin patojen mikroorganizmalar üzerinde değişen oranlarda (2-4 log kob/g) inhibisyon etkisi gösterdiği gözlemlendi. *L. rhamnosus* LGG ve *L. acidophilus* LA-5'in *S. aureus* üzerinde benzer oranda inhibisyon etkisi gösterdiği belirlendi. Bunun yanı sıra *L. rhamnosus* LGG'nin *E. coli* üzerinde *L. acidophilus* LA-5'e göre daha fazla inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edildi. Muhafaza süresince tüm lor peyniri gruplarında % laktik asit değerlerinde kademeli bir azalma ve pH değerlerinde kademeli bir artış görüldü.

**Anahtar kelimeler:** *E. coli*, Lor peyniri, Probiyotik, *S. aureus*

#### ABSTRACT

In this study, it was aimed to evaluate the survival time of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Lactobacillus rhamnosus* LGG probiotic cultures in lor cheese structure and to determine the effect of probiotic cultures on the survival times of pathogenic microorganisms *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* ATCC 25922. For this purpose, probiotic and pathogenic microorganisms were inoculated into lor cheese and stored at 2-4 °C for 60 days. During the storage period, lor cheeses were analyzed at 0, 7, 15, 30, 45 and 60 days. As a result of the analyses, *L. acidophilus* LA-5 numbers in lor cheese were found in the range of 7.30 - 9.20 log cfu/g. *L. rhamnosus* LGG numbers were found in the range of 8.14 - 9.41 log cfu/g. In general, it was observed that *L. rhamnosus* LGG preserved its vitality better in lor cheese than *L. acidophilus*. It has been observed that probiotic cultures have inhibition effects on pathogenic microorganisms at varying rates (2-4 log cfu/g). It was observed that *L. rhamnosus* LGG and *L. acidophilus* LA-5 showed similar inhibition effects on *S. aureus*. Besides that, it was observed that *L. rhamnosus* LGG showed a greater inhibition effect on *E. coli* than *L. acidophilus* LA-5. A gradual increase in pH values was observed in all lor cheese groups, whilst, a steady decline in % lactic acid values was noted up to the 60th day of storage.

**Keywords:** *E. coli*, Lor cheese, Probiotic, *S. aureus*

## GİRİŞ

Sağlık ve beslenme arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Beslenmeye bağlı sağlık sorunlarının günden güne artması insanları alternatif çözüm yolları aramaya itmiştir (Erik ve Bilir Ormancı, 2022). İnsanlar beslenme konusunda her geçen gün daha bilinçli hale gelmektedir. Bunun sonucunda, sağlıklı ve güvenli gıdaları talep etmekte ve bunun yanında insan sağlığına ilave faydalar sağlayan fonksiyonel gıdalara da ulaşmak istemektedir (Hacıoğlu ve Kurt, 2012; Köroğlu vd., 2015).

Fonksiyonel gıdalar içerisinde ilk sırada olan probiyotik ilave edilen gıdaların sağlığa faydalı birçok etkisi bulunmaktadır. Probiyotiklerin sağlığa faydalı etkilerinin başta sindirim sistemi üzerinde olmasının yanında çoğu hastalığın önlenmesi ve tedavisinde kullanılmaktadır (Narayan vd., 2010). Bu gibi etkileri sayesinde fonksiyonel gıdaların tüketilmesiyle tedavi harcamalarının ve iş gücü kayıplarının azalabileceği bilinmektedir (Erbaş, 2006; Erik ve Bilir Ormancı, 2022). Probiyotik içeren ürünlerin düzenli olarak alınmasının sağlığa faydalı etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Champagne vd., 2018). Probiyotikler vücuda düzenli olarak alınmadığı durumda intestinal sistem üzerinde oluşan flora eski şekline dönmekte ve faydalı etkiler kaybolmaktadır. Bu sebeple probiyotiklerin, periyodik şekilde tüketildiklerinde faydalı sonuçlar veren mikroorganizmalar olduğu bildirilmektedir (Kundakçı ve Ergönül, 2006). Probiyotiklerin vücuttaki fizyolojik etkileri oluşturabilmesi ve konakçı sağlığına fayda sağlayabilmesi için gıdalarda minimum  $10^8$ - $10^9$  kob/g seviyelerinde olmasının gerekli olduğu bildirilmektedir (Boylston vd., 2004).

Probiyotiklerin ilave edilmesi için en uygun gıdalar arasında süt ve süt ürünleri başta gelmektedir (Sezen, 2013). Süt ürünleri içerisinde de yoğurt ve peynir probiyotik mikroorganizmaların canlılığını veya gelişimini olumlu yönde desteklenmektedir (Meira vd., 2015; De Moraes vd., 2018). Peynir, diğer süt ürünlerine kıyasla daha yüksek pH'ya sahip olması, protein ve yağ içeriğinin daha fazla olması, düşük oksijen içermesi ve muhafaza koşulları göz önüne alındığında diğer süt ve süt ürünlerine

göre probiyotik mikroorganizmaların üremesi ve gelişmesi için daha uygun ortam oluşmasını sağlamaktadır (Boylston vd., 2004; Castro vd., 2015; Rolim vd., 2020; Ross vd., 2002; Stanton vd., 2001). Birçok peynir çeşidine probiyotik mikroorganizmaların ilave edilmesi ile probiyotik peynirler üretilmektedir. Bunlar arasında lor peyniri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Lor peyniri besleyici değeri yüksek, herkes tarafından ulaşılabilir, ucuz, aroma gelişimine açık, probiyotik mikroorganizmaların tutunması için gerekli yapıya sahip bir peynirdir (Yalçın, 2016).

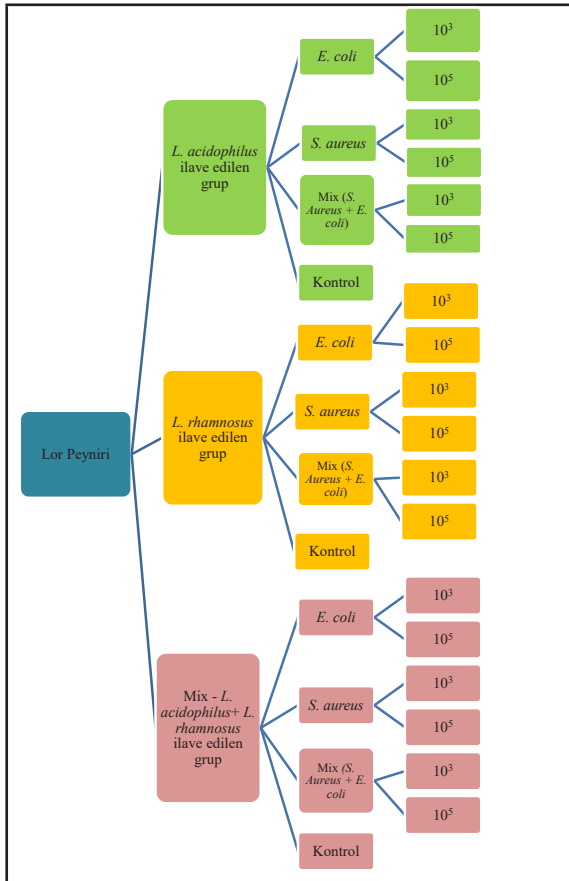
Günümüzde probiyotiklerin gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerindeki inhibisyon etkisi önem kazanmıştır. Bu konu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Area vd., 2018). Probiyotik mikroorganizmaların patojen mikroorganizma üzerindeki inhibisyon etkisi kullanılan suşa ve doza bağlı olarak değişmektedir (Öztürk ve Gündüz, 2018). Gıdalarda güvenliği arttırmak için doğal ajan olarak probiyotik kültürlerin kullanılması, kimyasal katkı maddelerine alternatif olarak kullanılabilir. Bu sayede ürünlerde bulunmaması gereken mikroorganizmaların gelişmesi önlenmekte veya mikroorganizmaların ölmesi sağlanmaktadır (Arena vd., 2018).

Bu çalışmada *L. acidophilus* LA-5 ve *L. rhamnosus* LGG probiyotik kültürlerinin lor peyniri yapısında yaşama sürelerinin değerlendirilmesi ve probiyotik kültürlerin *S. aureus* ve *E. coli* patojen mikroorganizmaların yaşama süreleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOTLAR

Kaşar peyniri yapıldıktan sonra açığa çıkan peyniraltı suyu kazanlara alınarak tuz ve pH değerleri ayarlanmıştır. Daha sonra ısı işlemi uygulanmıştır ve yüzeyde biriken pıhtılar toplanarak cendere bezine konulmuştur. Lor peynirlerine baskılama ve dinlendirme aşamasında Chr. Hansen firmasından tedarik edilen *L. acidophilus* LA-5 ve *L. rhamnosus* LGG probiyotik kültürleri ilave edilmiştir. Şekil 2' de çalışmanın metot kısmı gösterilmiştir. 3 farklı grup oluşturulmuştur. Bunlar;

*L. acidophilus* LA-5 ilave edilen, *L. rhamnosus* LGG ilave edilen ve her iki probiyotik kültürün ilave edildiği mix (*L. acidophilus* LA-5 + *L. rhamnosus* LGG) grup şeklindedir. Probiyotik ilaveli lor peynirlerine Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'ndan temin edilen *S. aureus* ATCC 25923 ve *E. coli* ATCC 25922 suşları baskılama ve dinlendirme aşamasında ayrı ayrı ve mix (*S. aureus* + *E. coli*) olarak  $10^3$  ve  $10^5$  inokülasyon düzeylerinde ilave edilmiştir. Kontrol grubu peynirlere ise sadece probiyotik kültürler ilave edilmiştir. Ayrıca probiyotik kültür ve patojen mikroorganizma ilave edilemeyen kontrol grubu da oluşturulmuştur. Lor peynirlerine vakum paketleme yapılarak 2-4 °C'de muhafazaya alınmıştır. Lor peynirleri muhafaza süresi boyunca 0., 7., 15., 30., 45., ve 60. günlerde analiz edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın metod şeması

Probiyotik ve patojen mikroorganizma ilave edilen lor peynirleri; *S. aureus*, *E. coli*, *Lactobacillus* sayısı açısından ve pH değeri yönünden incelenmiş

olup Kontrol grubu peynirler ise genel canlı sayısı, *Lactobacillus*, *S. aureus*, *E. coli* sayısı, pH değeri, titre edilebilir asitlik ve kuru madde yönünden incelenmiştir. Çalışma iki tekrar olarak yapılmıştır.

### Mikrobiyolojik Analizler

Kontaminasyon aşamasında kullanılan mikroorganizmaların konsantrasyonları Tryptone Soya Broth (TSB, Oxoid CM0129) kullanılarak  $10^3$  ve  $10^5$  kob/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde klasik ekim metodu kullanılmıştır. Aseptik koşullarda peynir gruplarından steril numune poşetlerine 10 g peynir örnekleri tartılıp üzerine 90 ml steril peptonlu su (Oxoid CM0009) ilave edilmiştir. Örnekler 2 dakika süre boyunca homojenize edilmiştir. 9 ml steril peptonlu su bulunan deney tüplerinde seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan seçici besi yerlerine ekim yapılmıştır. Toplam aerob mezofil genel canlı sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (Oxoid CM0325) kullanılmıştır. 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir ve sayım yapılmıştır. *S. aureus* izolasyonu için Baird Parker Agar (Oxoid CM0275) kullanılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Petrilerde oluşan düz, konveks yapılı, 2-3 mm çapında, gri-siyah renkli, ıslak görümlü, etrafında berrak-beyaz zon oluşan koloniler sayılmıştır. *E. coli* izolasyonu için Tryptone Bile X Glucoronide Agar (Oxoid CM0945) kullanılmıştır. Petriler 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Petrilerde mavi-yeşil renkli pozitif koloniler sayılmıştır. *Lactobacillus* sayımı için De Man, Rogosa, Sharpe Agar (Oxoid CM0361) kullanılmıştır. Anaerobik kavanoza ekim yapılan petri kutuları ve anaerogen ticari gaz kitleri (Oxoid, AN0025) konulup 37 °C'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. Petrilerde koloni morfolojisine göre beyaz yuvarlak koloniler sayılmıştır (Vanderzant ve Splittoesser, 1992).

### Kimyasal Analizler

Titre edilebilir asitlik tayininde klasik yöntem kullanılmıştır. 10 gr lor peyniri havana tartılmıştır. Peynir örnekleri homojen hale getirilmiştir. 40 °C sıcaklığında 40 ml distile su ilave edilmiştir ve havanda iyice

ezilmiştir. 100 ml'lik balon jofeye aktarılıp 100 ml'ye tamamlanmıştır. Balon jofedeki solüsyonundan 25 ml (2,5 g örnek) alınarak erlenmeyere konulmuştur. Daha sonra bir ml fenolfitalein (Merck 107233) eklenmiş ve 0,1 N NaOH (Merck 106462) ile 5 saniye sürede yok olmayan açık-uçuk pembe bir renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılmıştır. Sarf edilen NaOH ölçüsü formülde yerine konularak asitlik derecesi yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2000). pH değeri elektrometrik yöntemle (Hanna Instruments, HI-2221 pH Bench Meter, Romania) tespit edilmiştir. Kuru madde analizi Sartorius (MA30) nem tayin cihazı ile belirlenmiştir (Sartorius AG, Goettingen, Germany).

## BULGULAR

### Lor Peynirine *L. acidophilus* LA-5 İlave Edilen Gruplara İlişkin Bulgular

Lor peynirlerinde muhafaza süresi boyunca belirlenen *L. acidophilus* LA-5 sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre lor peynirlerindeki *L. acidophilus* LA-5 sayıları 7,30 - 9,20 log kob/g aralığında bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca tüm gruplarda *L. acidophilus* LA-5 sayılarında azalmaların olduğu ancak muhafazanın son gününde dahi sayılarının 7 log kob/g'dan fazla olduğu ve probiyotik özellik için eşik değerin üzerinde olduğu görüldü.

*L. acidophilus* LA-5 ve *E. coli* ilave edilen gruplarda (La-Ec-10<sup>3</sup> ve La-Ec-10<sup>5</sup>) *E. coli* sayılarında yaklaşık 2 log kob/g inhibisyon tespit edildi. *L. acidophilus* LA-5 ve *S. aureus* ilave edilen gruplarda (La-Sa-10<sup>3</sup> ve La-Sa-10<sup>5</sup>) *S. aureus* sayılarında yaklaşık 1 log kob/g inhibisyon görüldü. *L. acidophilus* LA-5 ve patojen mikroorganizmaların Mix (*E. coli* ve *S. aureus*) olarak ilave edildiği gruplarda (La-Mix-10<sup>3</sup> ve La-Mix-10<sup>5</sup>) *E. coli* sayılarında yaklaşık 2 log kob/g inhibisyon tespit edildi. Ayrıca bu gruplarda *S. aureus* sayılarında 1 log kob/g inhibisyon tespit edildi.

*L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplarda pH değeri değişimi Tablo 2'de verilmiştir. pH değeri ile ilgili elde edilen veriler 4,51 - 7,79 aralığında bulundu. Tüm gruplarda muhafazanın 60. gününe kadar pH değerlerinin kademeli olarak arttığı görüldü.

Tablo 1. Lor peynirine *L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplara ait mikrobiyolojik sonuçlar

		0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
La-Ec-10 <sup>3</sup>	<i>L. acidophilus</i>	8,60	8,90	7,77	7,90	7,60	7,30
	<i>E. coli</i>	3,60	3,04	2,30	2,39	1,95	1,69
La-Ec-10 <sup>5</sup>	<i>L. acidophilus</i>	8,73	8,60	8,07	8,07	7,90	7,90
	<i>E. coli</i>	4,20	2,66	1,77	1,60	1,60	<1,00
La-Sa-10 <sup>3</sup>	<i>L. acidophilus</i>	9,20	9,00	8,60	8,30	8,30	7,90
	<i>S. aureus</i>	3,77	3,77	3,60	3,00	3,00	2,00
La-Sa-10 <sup>5</sup>	<i>L. acidophilus</i>	8,68	8,66	8,60	8,60	8,60	8,00
	<i>S. aureus</i>	4,30	4,07	4,30	3,60	3,30	3,00
La-Mix-10 <sup>3</sup>	<i>L. acidophilus</i>	8,79	8,60	8,20	8,30	8,30	8,00
	<i>S. aureus</i>	3,77	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	<i>E. coli</i>	3,53	3,04	3,04	3,00	3,00	2,50
La-Mix-10 <sup>5</sup>	<i>L. acidophilus</i>	9,00	8,77	8,14	8,30	8,20	7,77
	<i>S. aureus</i>	3,14	3,00	2,77	2,30	2,30	2,00
	<i>E. coli</i>	4,00	3,30	2,77	2,30	2,30	2,00
La-Kontrol	<i>L. acidophilus</i>	8,77	8,77	8,60	8,60	8,30	7,30
	<i>S. aureus</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	<i>E. coli</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	TAMGC	8,90	8,90	8,90	8,77	8,60	8,30
Kontrol	<i>S. aureus</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	<i>E. coli</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	TAMGC	6,77	6,60	6,77	6,60	6,60	6,34

Tablo 2. *L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplara ait pH değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
La-Ec-10 <sup>3</sup>	4,65	4,75	4,92	5,71	7,11	7,56
La-Ec-10 <sup>5</sup>	4,64	4,72	4,98	5,79	7,18	7,60
La-Sa-10 <sup>3</sup>	4,62	4,78	4,89	5,86	7,12	7,65
La-Sa-10 <sup>5</sup>	4,56	4,75	4,82	5,75	7,14	7,74
La-Mix-10 <sup>3</sup>	4,51	4,76	4,90	5,52	7,15	7,67
La-Mix-10 <sup>5</sup>	4,69	4,74	5,01	5,40	7,10	7,73
La-Kontrol	4,60	4,70	4,87	5,33	6,83	7,79
Kontrol	4,58	4,78	4,92	5,48	6,90	7,78

*L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplarda % laktik asit değerleri değişimi Tablo 3'de verilmiştir. Muhafazanın 60. gününe kadar % laktik asit değerlerinde kademeli olarak azalma görüldü. *L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplarda kuru madde analizi sonuçları Tablo 4'de

verilmiştir.

Tablo 3. Lor peynirine *L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplara ait % laktik asit değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>L. acidophilus</i>	1,188	1,116	1,008	0,828	0,468	0,108
Kontrol						

Tablo 4. Lor peynirine *L. acidophilus* LA-5 ilave edilen gruplara ait kuru madde değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>L. acidophilus</i>	18,95	18,43	18,67	18,30	18,03	18,61
Kontrol						

### Lor Peynirine *L. rhamnosus* LGG İlave Edilen Gruplara İlişkin Bulgular

Lor peynirlerinde muhafaza süresi boyunca belirlenen *L. rhamnosus* LGG sayıları Tablo 5’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre lor peynirlerindeki *L. rhamnosus* LGG sayıları 8,14 - 9,41 log kob/g aralığında bulundu. Muhafazanın son gününde dahi sayılarının 8,77 log kob/g’den fazla olduğu görüldü. *L. rhamnosus* LGG sayılarının *L. acidophilus* LA-5 sayılarından yaklaşık 1 log kob/g daha fazla olduğu tespit edildi. *L. rhamnosus* LGG’nin lor peynirlerinde daha iyi canlılığını koruduğu ve probiyotik özellik taşıdığı belirlendi.

*L. rhamnosus* LGG ve *E. coli* ilave edilen gruplarda (Lr-Ec-10<sup>3</sup> ve Lr-Ec-10<sup>5</sup>) *E. coli* sayılarında yaklaşık 3 log kob/g inhibisyon görüldü. *L. rhamnosus* LGG’nin *L. acidophilus* LA-5’e göre *E. coli* üzerinde inhibisyon etkisinin daha fazla olduğu görüldü.

*L. rhamnosus* LGG ve *S. aureus* ilave edilen gruplarda (Lr-Sa-10<sup>3</sup> ve Lr-Sa-10<sup>5</sup>) *S. aureus* sayılarında değişen oranda azalmanın olduğu belirlendi.

Tablo 5. Lor peynirine *L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplara ait mikrobiyolojik sonuçlar

		0. gün						7. gün						15. gün						30. gün						45. gün						60. gün					
		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC		<i>L. rhamnosus</i>		<i>E. coli</i>		TAMGC	
Lr-Ec-10 <sup>3</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,07		3,00		9,07		8,77		1,30		8,90		9,20		1,00		9,20		9,20		1,00		9,20		9,20		1,00		9,20		1,00		8,77			
	<i>E. coli</i>	3,00		2,00		9,68		1,60		2,00		9,25		1,30		2,00		9,30		1,00		2,00		9,25		1,00		2,00		9,20		1,00		2,00			
Lr-Ec-10 <sup>5</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,34		5,04		9,34		8,60		2,89		8,77		9,25		3,00		9,25		9,00		2,11		9,00		9,00		2,11		9,00		1,90		9,00			
	<i>E. coli</i>	5,04		3,00		9,68		3,00		3,00		9,30		3,00		3,00		9,30		2,53		2,04		8,90		8,90		2,04		8,90		2,04		2,04			
Lr-Sa-10 <sup>3</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,00		2,87		9,00		8,30		2,72		8,60		8,14		2,57		8,14		9,14		2,50		8,90		8,90		2,43		8,90		2,43		2,43			
	<i>S. aureus</i>	2,87		2,81		9,00		2,81		2,72		8,60		8,14		2,57		8,14		9,14		2,50		8,90		8,90		2,43		8,90		2,43		2,43			
Lr-Sa-10 <sup>5</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,30		4,30		9,30		9,20		3,00		8,60		9,30		3,00		9,30		9,00		2,53		8,90		8,90		2,04		8,90		2,04		2,04			
	<i>S. aureus</i>	4,30		3,30		9,30		3,30		3,00		8,60		9,30		3,00		9,30		9,00		2,53		8,90		8,90		2,04		8,90		2,04		2,04			
Lr-Mix-10 <sup>3</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,20		3,00		9,20		8,90		2,65		8,77		8,77		2,65		8,77		2,54		1,90		8,77		8,77		1,90		8,77		1,90		1,90			
	<i>S. aureus</i>	3,00		2,57		9,20		2,57		2,65		8,77		8,77		2,65		8,77		2,54		1,90		8,77		8,77		1,90		8,77		1,90		1,90			
	<i>E. coli</i>	3,00		2,00		9,20		2,00		1,69		8,77		8,77		1,69		8,77		1,00		1,00		8,77		8,77		1,00		8,77		1,00		1,00			
Lr-Mix-10 <sup>5</sup>	<i>L. rhamnosus</i>	9,07		2,94		9,07		8,60		3,00		8,30		8,60		2,90		8,60		8,90		2,43		8,90		8,90		2,23		8,90		2,23		2,23			
	<i>S. aureus</i>	2,94		2,96		9,07		2,96		3,00		8,30		8,60		2,90		8,60		8,90		2,43		8,90		8,90		2,23		8,90		2,23		2,23			
	<i>E. coli</i>	4,90		4,14		9,07		4,14		4,60		8,30		8,60		3,30		8,60		8,90		3,00		8,90		8,90		1,30		8,90		1,30		1,30			
Lr-Kontrol	<i>L. rhamnosus</i>	9,41		2,00		9,41		9,07		2,00		9,00		9,20		2,00		9,14		9,00		2,00		9,00		9,00		2,00		9,00		2,00		2,00			
	<i>S. aureus</i>	2,00		2,00		9,41		2,00		2,00		9,00		9,20		2,00		9,14		9,00		2,00		9,00		9,00		2,00		9,00		2,00		2,00			
	<i>E. coli</i>	2,00		2,00		9,41		2,00		2,00		9,00		9,20		2,00		9,14		9,00		2,00		9,00		9,00		2,00		9,00		2,00		2,00			
Kontrol	TAMGC	9,68		9,14		9,68		9,14		9,25		9,30		9,25		9,30		9,25		9,25		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07			
	<i>S. aureus</i>	2,00		2,00		9,68		2,00		2,00		9,25		9,30		2,00		9,25		9,25		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07			
	<i>E. coli</i>	2,00		2,00		9,68		2,00		2,00		9,25		9,30		2,00		9,25		9,25		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07		9,07			
Kontrol	TAMGC	6,07		6,00		6,07		6,00		6,30		6,30		6,25		6,30		6,25		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14			
	<i>S. aureus</i>	2,00		2,00		6,07		2,00		2,00		6,30		6,30		2,00		6,25		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14			
	<i>E. coli</i>	2,00		2,00		6,07		2,00		2,00		6,30		6,30		2,00		6,25		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14		6,14			



*L. rhamnosus* LGG ve patojen mikroorganizmaların Mix (*E. coli* ve *S. aureus*) olarak ilave edildiği gruplarda (Lr-Mix-10<sup>3</sup> ve Lr-Mix-10<sup>5</sup>) *S. aureus* sayılarında muhafaza süresi boyunca yaklaşık 1 log kob/g inhibisyon tespit edildi. Ayrıca *E. coli* sayılarında ise yaklaşık 2 log kob/g inhibisyon görüldü.

*L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplarda pH değeri değişimi Tablo 6'da verilmiştir. pH değeri ile ilgili elde edilen veriler 4.66 - 7.65 aralığında bulundu. Tüm gruplarda muhafazanın 60. gününe kadar pH değerlerinin kademeli olarak arttığı görüldü.

Tablo 6. *L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplara ait pH değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
Lr-Ec-10 <sup>3</sup>	4,71	5,14	5,53	6,46	7,52	7,64
Lr-Ec-10 <sup>5</sup>	4,72	5,10	5,45	6,73	7,57	7,61
Lr-Sa-10 <sup>3</sup>	4,71	5,13	5,20	6,76	7,59	7,65
Lr-Sa-10 <sup>5</sup>	4,70	5,15	5,43	6,93	7,50	7,61
Lr-Mix-10 <sup>3</sup>	4,69	5,21	5,35	6,91	7,56	7,60
Lr-Mix-10 <sup>5</sup>	4,67	5,22	5,39	6,93	7,50	7,64
Lr-Kontrol	4,66	5,21	5,35	6,52	7,52	7,63
Kontrol	4,74	5,20	5,60	6,28	7,52	7,60

*L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplarda % laktik asit değerleri değişimi Tablo 7'de verilmiştir. Muhafazanın 60. Gününe kadar % laktik asit değerlerinde kademeli olarak azalma görüldü. *L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplarda kuru madde analizi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 7. Lor peynirine *L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplara ait % laktik asit değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>L. rhamnosus</i>	1,368	1,260	1,116	0,252	0,110	0,101
Kontrol						

Tablo 8. Lor peynirine *L. rhamnosus* LGG ilave edilen gruplara ait % kuru madde değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
<i>L. rhamnosus</i>	18,47	18,39	18,26	18,38	18,19	18,22
Kontrol						

### Lor Peynirine *L. acidophilus* LA-5 ve *L. rhamnosus* LGG (Lmix) İlave Edilen Gruplara İlişkin Bulgular

Lor peynirlerinde muhafaza süresi boyunca belirlenen Lmix probiyotik mikroorganizmaların (Lmix: *L. rhamnosus* LGG ve *L. acidophilus* LA-5) sayıları Tablo 9'da verilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde lor peynirlerindeki probiyotik mikroorganizmaların sayıları 8-9,62 log kob/g aralığında bulundu. Muhafaza süresi boyunca probiyotik mikroorganizmaların sayılarında azalma ve artmaların olduğu ancak muhafazanın son gününde dahi sayılarının 8 log kob/g'dan fazla olduğu tespit edildi.

*E. coli* ve probiyotik mikroorganizmaların mix olarak ilave edildiği gruplarda (Lmix-Ec-10<sup>3</sup> ve Lmix-Ec-10<sup>5</sup>) *E. coli* sayılarında yaklaşık 3 log kob/g inhibisyon görüldü. *S. aureus* ve probiyotik mikroorganizmaların mix olarak ilave edildiği gruplarda (Lmix-Sa-10<sup>3</sup> ve Lmix-Sa-10<sup>5</sup>) *S. aureus* sayılarında yaklaşık 3 log kob/g inhibisyon tespit edildi. Probiyotik ve patojen mikroorganizmalarında birlikte ilave edildiği gruplarda (Lmix-Mix-10<sup>3</sup> ve Lmix-Mix-10<sup>5</sup>) patojen mikroorganizmaların

sayılarında yaklaşık 3 log kob/g inhibisyon belirlendi.

Tablo 9. Lor peynirine probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edildiği gruplara ait mikrobiyolojik sonuçlar

		0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
Lmix-Ec-10 <sup>3</sup>	Lmix	9,34	9,14	8,77	8,90	8,38	8,14
	<i>E.coli</i>	1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Lmix-Ec-10 <sup>5</sup>	Lmix	8,90	9,20	9,07	9,14	8,14	8,00
	<i>E.coli</i>	2,04	2,07	1,00	1,00	1,00	<1,00
Lmix-Sa-10 <sup>3</sup>	Lmix	9,44	9,07	9,30	8,77	8,14	8,14
	<i>S.aureus</i>	1,90	1,69	1,84	1,69	1,69	1,47
Lmix-Sa-10 <sup>5</sup>	Lmix	9,00	9,07	9,14	9,30	9,30	9,07
	<i>S.aureus</i>	2,14	1,84	1,77	1,60	1,47	1,60
Lmix-Mix-10 <sup>3</sup>	Lmix	9,20	8,90	9,38	9,30	9,25	9,14
	<i>S.aureus</i>	2,00	1,95	1,95	1,90	1,90	1,60
	<i>E.coli</i>	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Lmix-Mix-10 <sup>5</sup>	Lmix	9,62	9,00	9,00	9,00	8,77	8,60
	<i>S.aureus</i>	2,59	2,55	2,20	2,30	2,20	2,04
	<i>E.coli</i>	2,94	2,23	1,90	1,77	1,30	<1,00
Lmix-Kontrol	Lmix	9,25	8,90	8,90	8,77	8,60	8,60
	<i>S.aureus</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	<i>E.coli</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	TAMGC	9,32	9,07	9,07	9,07	8,90	8,90
Kontrol	<i>S.aureus</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	<i>E.coli</i>	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
	TAMGC	6,30	6,30	6,17	6,00	6,00	6,04

Probiyotik mikroorganizmaların mix olarak ilave edildiği gruplarda pH değeri değişimi Tablo 10'da verilmiştir. Tüm gruplarda muhafazanın 60. gününe kadar pH değerlerinin kademeli olarak artışı görüldü.

Probiyotik mikroorganizmaların mix olarak ilave edildiği gruplarda % laktik asit değerleri değişimi Tablo 11'de verilmiştir. Muhafazanın 60. gününe kadar % laktik asit değerlerinde kademeli olarak azalma görüldü. Probiyotik mikroorganizmaların mix olarak ilave edildiği gruplarda kuru madde analizi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 10. Lor peynirine probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edildiği gruplara ait pH değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
Lmix-Ec-10 <sup>3</sup>	4,73	5,12	5,96	7,30	7,72	7,77
Lmix-Ec-10 <sup>5</sup>	4,79	5,17	5,86	7,18	7,60	7,70
Lmix-Sa-10 <sup>3</sup>	4,74	5,08	5,29	7,16	7,61	7,71
Lmix-Sa-10 <sup>5</sup>	4,74	5,12	5,71	7,24	7,66	7,69
Lmix-Mix-10 <sup>3</sup>	4,77	5,16	5,92	7,32	7,72	7,79
Lmix-Mix-10 <sup>5</sup>	4,80	5,19	5,18	7,30	7,68	7,72
Lmix-Kontrol	4,90	5,17	5,28	7,14	7,84	7,88
Kontrol	4,93	5,11	5,21	7,00	7,70	7,78

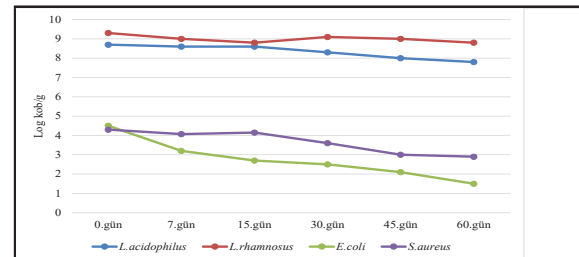
Tablo 11. Lor peynirine probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edildiği gruplara ait % laktik asit değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
Lmix	1,188	1,08	0,972	0,144	0,072	0,070
Kontrol						

Tablo 12. Lor peynirine probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edildiği gruplara ait kuru madde değerleri

	0. gün	7. gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün
Lmix	17,47	17,50	17,68	17,96	17,51	17,38
Kontrol						

Çalışmada probiyotik ve patojen mikroorganizmaların muhafaza süresi boyunca ortalama değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Probiyotik ve patojen mikroorganizmaların muhafaza süresi boyunca ortalama sayı değerleri

## TARTIŞMA

Çalışmamızda lor peynirinde

probiyotik *L. acidophilus* LA-5 ve *L. rhamnosus* LGG suşlarının sayıları muhafaza süresi boyunca istenilen probiyotik eşik değerinin (>10<sup>6</sup>) üzerinde bulundu. *L. rhamnosus* LGG suşunun *L. acidophilus* LA-5 suşuna göre lor peynirinde daha fazla canlılığını koruduğu gözlemlendi. *L. acidophilus* LA-5 sayıları muhafaza süresi boyunca ortalama 8 log kob/g seviyelerinde tespit edildi. *L. rhamnosus* LGG suşu ise muhafaza süresi boyunca 9 log kob/g seviyelerinde tespit edildi.

Çalışmamızda her iki probiyotik mikroorganizmanın da muhafaza süresi boyunca lor peynirine inoküle edilen patojen mikroorganizmaları değişen oranlarda (2-4 log kob/g) inhibe ettiği gözlemlendi. *L. rhamnosus* LGG ve *L. acidophilus* LA-5'in *S. aureus* üzerinde benzer oranda inhibisyon etkisi gösterdiği belirlendi. Bunun yanı sıra *L. rhamnosus* LGG'nin *E. coli* üzerinde *L. acidophilus* LA-5'e göre daha fazla inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edildi. Probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edildiği lor peynirlerinde probiyotiklerin daha yüksek oranda canlı kaldığı ve ayrıca patojen mikroorganizmalar üzerinde daha fazla inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edildi.

Konu ile ilgili benzer çalışmalar incelendiğinde; *Lactobacillus casei* 01 probiyotik suşunun Minas Frescal peynirine ilave edildiği bir çalışmada, çalışmada elde edilen verilere paralel olarak *L. casei* 01 suşunun Minas Frescal peynirinde sayıları 10<sup>8</sup> kob/g'ın üzerinde tespit edilmiştir (Sperry vd., 2018). Başka bir çalışmada Coalho peynirine liyofilizasyon yöntemiyle hazırlanmış "*Lactobacillus mucosae* CNPC007" probiyotik suşu ile birlikte *S. thermophilus* eklenmiştir ve sonuçlar probiyotik kültürün 10<sup>8</sup> kob/g'dan daha fazla bir düzeyde peynirde canlılığını sürdürdüğünü göstermiştir (De Moraes vd., 2018). *B. bifidum* ve *L. acidophilus*'un lor peynirine ilave edildiği bir çalışmada sonuçlar *B. bifidum* eklenmiş peynirlerde *B. bifidum* sayısının 5,49-7,41 log kob/g, *L. acidophilus* eklenmiş peynirlerde ise *L. acidophilus* sayısının 7,12-7,79 log kob/g olduğunu göstermiştir (Yalçın, 2016).

*Italico* peynirine "*L. rhamnosus* LbGG ve *L. rhamnosus* SP1" probiyotik kültürlerinin eklendiği çalışmada elde edilen veriler muhafaza süresi boyunca probiyotik kültür sayılarının 10<sup>8</sup> kob/g'dan daha fazla olduğunu göstermektedir. (Blaiotta vd., 2017). Lighvan peynirine *B. lactis* subsp. *animalis* suşunun ilave edildiği bir çalışmada probiyotik mikroorganizma sayısının ilk gününde 9 log kob/g düzeyinde muhafazanın 60. Gününde ise 6,84 log kob/g düzeyinde olduğunu göstermektedir. (Shahab Lavasani, 2018).

Çalışmamızda lor peynirlerinde muhafaza süresi boyunca % laktik asitlik seviyesinin azaldığı ve pH değerinin ise kademeli olarak arttığı gözlemlendi. Benzer şekilde yumuşak koyun peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada "*B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-5" probiyotik suşları peynirlere ayrı ayrı ilave edilmiştir. Peynirlerde probiyotik mikroorganizma sayılarının muhafaza boyunca ortalama 10<sup>8</sup> kob/g seviyelerinde olduğu bildirilmektedir. Ayrıca tüm peynir gruplarında pH değerlerinin başlangıç değerine göre arttığı bildirilmektedir (Cuffia vd., 2018).

Çalışmamıza paralel olarak yapılan bir çalışmada *L. acidophilus* ve diğer bazı *Lactobacillus* grubu suşların *S. aureus*, *E. coli* ve *Yersinia enterocolitica* gibi patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği bildirilmektedir (Aslim vd., 2005). Yapılan başka bir çalışmada "*L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* HN001 ve *B. animalis* BI07" probiyotik suşların antibiyotik dirençli *Salmonella* Typhimurium ve *E. coli* O157:H7 üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada sonuçlar probiyotik suşların *S. Typhimurium* üzerinde 6-7 log kob/g, *E. coli* O157:H7 üzerinde ise 3-5 log kob/g inhibisyon sağladığı bildirilmiştir (Arias vd., 2013). Feta peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada; probiyotik kültür (*L. plantarum* T571) ilave edilen örneklerde *L. monocytogenes*'in probiyotik kültür ilave edilmeyen peynirlere göre daha hızlı bir şekilde inhibe edildiği gözlemlenmiştir (Papadopoulou vd., 2018).

İran peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada *Anethum graveolens* esansiyel yağının (DEO) ve *L. acidophilus* ile birlikte

kullanılmasının *E. coli* O157 sayılarında inhibisyon etki (1,09 log kob/g) gösterdiği gözlemlenmiştir (Mojaddar Langroodi vd., 2021). Minas Frescal peynirine *L. rhamnosus* GG'nin ilave edildiği bir çalışmada *L. rhamnosus* GG'nin *L. monocytogenes* üzerinde inhibe edici bir etkisinin olduğu ancak *S. aureus* sayıları üzerinde herhangi bir inhibitör etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir (Prezzi vd., 2020). Yumuşak peynir üzerinde yapılan bir çalışmada *B. bifidum* probiyotik mikroorganizmasının ve bazı esansiyel yağların (dereotu ve moringa) patojen mikroorganizmalar (*S. aureus*, *E. coli* ve *S. Typhimurium*) üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada *S. aureus* sayılarında tüm peynir gruplarında muhafazanın 8. güne kadar kademeli azalmaların olduğu ve 8. günde tamamen inhibe olduğu görülmüştür. *E. coli* sayılarında muhafazanın 10. gününe kadar kademeli azalmanın olduğu ve 10. gün sonunda dereotu ve moringalı peynir örneklerinde sırasıyla %99,2 ve %94,6 oranında azalmaların olduğu ve *B. bifidum* içeren peynirde tamamen (%100) inhibisyon olduğu görülmüştür. *S. Typhimurium* sayılarında muhafazanın 10. gününe kadar kademeli azalmanın olduğu ve 10. gün sonunda moringalı peynir örneklerinde % 96 oranında azalmanın olduğu, dereotu ve *B. bifidum* içeren peynir örneklerinde ise 10. gün sonunda % 100 oranında azalmanın olduğu görülmüştür (Saad vd., 2022).

## SONUÇ

Çalışmadan elde edilen veriler lor peynirinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığını istenilen düzeyde koruduğunu, lor peynirinin probiyotik mikroorganizmaların yeterli düzeyde tüketiciye ulaştırılması açısından uygun bir gıda olduğunu, probiyotik mikroorganizmaların lor peynirindeki patojen mikroorganizmaları inbihe ederek lor peynirin güvenli bir gıda olmasını sağladığını ve probiyotik mikroorganizmaların birlikte ilave edilmesinin daha fazla avantaj sağladığını göstermektedir.

## AÇIKLAMALAR

### Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın Doktora Tezinden (2023-829403) özetlenmiştir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

### Finansal destek

Bu araştırma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TDK-2020-2311 proje numarasıyla desteklenmiştir.

### Yazar Katkıları

SE ve FSE çalışmayı tasarladı, planladı ve gerçekleştirdi. SE taslağın yazılmasına öncülük etti. SE ve FSE kritik geri bildirimler sağladı ve araştırma, analiz ve taslağın şekillendirilmesine yardımcı oldu.

## KAYNAKLAR

- Anonim. (2000). AOAC Official Method 920.124 Acidity of Cheese. Titrimetric Method. Official Methods of Analysis of AOAC International, 2, 17<sup>th</sup> edn. Gaithersburg, USA.
- Arena, M. P., Capozzi, V., Russo, P., Dridier, D., Spano, G. ve Fiocco, D. (2018). Immunobiosis and probiosis: antimicrobial activity of lactic acid bacteria with a focus on their antiviral and antifungal properties. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 9949–9958. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9403-9>
- Arias, A. B., De La Luz Reyes, M., Navarro, M. L., Solis, Y. B., Márquez, M., Sanchez, G., Snell, R. ve Zuñiga, R. (2013). Antagonistic effect of probiotic strains against two pathogens: *Salmonella Typhimurium* and *E. coli* O157:H7 resistant to antibiotics. *e-Gnosis*, 11, 1-16. <http://hdl.handle.net/11117/3993>
- Aslim, B., Yuksekdağ, Z. N., Sarıkaya, E. ve Beyatlı, Y. (2005). Determination of the bacteriocin-like substances produced by some lactic acid bacteria isolated from Turkish dairy products. *LWT - Food Science and Technology*, 38(6), 691–694. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.05.011>

- doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.001
- Blaiotta, G., Murru, N., Di Cerbo, A., Succi, M., Coppola, R. ve Aponte, M. (2017). Commercially standardized process for probiotic “Italico” cheese production. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 601–608. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.008>
- Boylston, T. D., Vinderola, C. G., Ghoddusi, H. B. ve Reinheimer, J. A. (2004). Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. *International Dairy Journal*, 14(5), 375–387. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.008>
- Castro, J. M., Tornadijo, M. E., Fresno, J. M. ve Sandoval, H. (2015). Biocheese: A Food Probiotic Carrier. *BioMed Research International*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2015/723056>
- Champagne, C. P., Gomes da Cruz, A. ve Daga, M. (2018). Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Current Opinion in Food Science*, 22, 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.04.008>
- Cuffia, F., Bergamini, C. ve Candiotti, M. (2018). Probiotic soft sheep’s cheese: evaluation of probiotic survival and its influence on proteolysis and organoleptic characteristics. *International Food Research Journal*, 25(1), 399-407.
- De Moraes, G. M. D., dos Santos, K. M. O., de Barcelos, S. C., Lopes, S. A. ve do Egito, A. S. (2018). Potentially probiotic goat cheese produced with autochthonous adjunct culture of *Lactobacillus mucosae*: Microbiological, physicochemical and sensory attributes. *LWT*, 94, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.028>
- Erbaş, M. (2006). Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 791-794, Bolu.
- Erik, S. ve Bilir Ormancı, F. S. (2022). Probiyotik Kültür İle Üretilen Peynirler. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, (3), 43-54.
- Hacıoğlu, G. ve Kurt, G. (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir ili örneği. *Business and Economics Research Journal*, 3(1), 161-171.
- Köroğlu, Ö., Bakır, E., Uludağ, G., Köroğlu, S. ve Dayısoylu, K. (2015). Kefir ve Sağlık. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(1), 26-30. <https://doi.org/10.18016/ksujns.25645>
- Kundakçı, A. ve Ergönül, B. (2006). Probiyotik Gıda Nedir? Ne Değildir? *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 93-96.
- Meira, Q. G. S., Magnani, M., de Medeiros Júnior, F. C., Queiroga, R. de C. R. do E., Madruga, M. S., Gullón, B., Gomes, A. M. P., Pintado, M. M. E. ve De Souza, E. L. (2015). Effects of added *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* probiotics on the quality characteristics of goat ricotta and their survival under simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 76, 828–838. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.002>
- Mojaddar Langroodi, A., Mehdizadeh, T., Majidi, L. ve Neyriz-Naghadehi, M. (2020). *Lactobacillus acidophilus* and *Anethum graveolens* essential oil in Iranian cheese against *Escherichia coli* O157:H7. *Flavour and Fragrance Journal*, 36(2), 190-196. <https://doi.org/10.1002/ffj.3629>
- Narayan, S. S., Jalgaonkar, S., Shahani, S. ve Kulkarni, V. N. (2010). Probiotics: current trends in the treatment of diarrhoea. *Hong Kong Medical Journal*, 16(3), 213-218.
- Öztürk, Z. ve Gündüz, G. T. (2018). Gıda Kaynaklı Patojenlerin İnhibisyonunda Probiyotik Mikroorganizmaların Kullanımı. *Gıda*, 43(4), 533-548. <https://doi.org/10.15237/gida.GD17112>
- Papadopoulou, O. S., Argyri, A. A., Varzakis, E. E., Tassou, C. C. ve Chorianopoulos, N. G. (2018). Greek functional Feta cheese: Enhancing quality and safety using a *Lactobacillus plantarum* strain with probiotic potential. *Food Microbiology*, 74, 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.04.008>

- org/10.1016/j.fm.2018.02.005
- Prezzi, L. E., Lee, S. H. I., Nunes, V. M. R., Corassin, C. H., Pimentel, T. C., Rocha, R. S., Ramos, G. L. P. A., Guimaraes, J. T., Balthazar, C. F., Duarte, M. C. K. H., Freitas, M. Q., Esmerino, E. A., Silva, M. C., Cruz, A. G. ve Oliveira, C. A. F. (2020). *Effect of Lactobacillus rhamnosus on growth of Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus in a probiotic Minas Frescal cheese. Food Microbiology, 103557.* <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103557>
- Rolim, F. R. L., Neto, O. C. F., Oliveira, M. E. G., Oliveira, C. J. B. ve Queiroga, R. C. R. E. (2020). Cheeses as food matrixes for probiotics: In vitro and in vivo tests. *Trends in Food Science & Technology, 100*, 138-154. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.008>
- Ross, R. P., Fitzgerald, G., Collins, K. ve Stanton, C. (2002). Cheese Delivering Biocultures-probiotic Cheese. *Australian Journal of Dairy Technology, 57(2)*, 71-78.
- Saad, A. H. A., Salama, E. M., Shalaby, A. M., Abd Ellah, A. A. M. ve Abd El Gwad, A. A. H. (2022). Antimicrobial Properties of Some Bioactive Compounds Against Pathogenic Bacteria In Soft Cheese. *Journal of Global Biosciences, 11(4)*, 9258-9265.
- Sezen, A. G. (2013). Prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 8(3)*, 248-258.
- Shahab Lavasani, A. (2018). Biochemical changes of Iranian probiotic Lighvan cheese. *Czech Journal of Food Sciences, 36(2)*, 181-186. <https://doi.org/10.17221/453/2016-cjfs>
- Sperry, M. F., Silva, H. L. A., Balthazar, C. F., Esmerino, E. A., Verruck, S., Prudencio, E. S., Neto, R. P. C., Tavares, M. I. B., Peixoto, J. C., Nazzaro, F., Rocha, R. S., Moraes, J., Gomes, A. S. G., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Granato, D., Pimentel, T. C., Freitas, M. Q. ve Cruz, A. G. (2018). Probiotic Minas Frescal cheese added with *L. casei* 01: Physicochemical and bioactivity characterization and effects on hematological/biochemical parameters of hypertensive overweighted women—A randomized double-blind pilot trial. *Journal of Functional Foods, 45*, 435-443. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.015>
- Stanton, C., Gardiner, G., Meehan, H., Collins, K., Fitzgerald, G., Lynch, P. B. ve Ross, R. P. (2001). Market potential for probiotics. *The American Journal of Clinical Nutrition, 73(2)*, 476s-483s. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.476s>
- Vanderzant, C. ve Splittstoesser, D. F. (1992). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3<sup>rd</sup> Edition, American Public Health Association Inc, Washington DC, 423-431.
- Yalçın, O. (2016). Lor peynirine probiyotik bakteri ilavesinin ürünün mikrobiyal ve duyu kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://hdl.handle.net/20.500.12462/2780>



## Laboratuvar Hayvanları (Sıçanlar ve Fareler) için Metabolik Sendromlu Yemlerin Geliştirilmesi ve Analizi

### Development and Analysis of Metabolic Syndrome Feeds for Laboratory Animals (Rats and Mice)

Tayfun IDE<sup>1\*</sup>, Askın Nur DERİNOZ ERDOĞAN<sup>2</sup>, Naim Deniz AYZAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ARDEN (Araştırma & Deney), Ankara

<sup>2</sup>AÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, Ankara

<sup>3</sup>KKÜ Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, Kırıkkale

\*Sorumlu Yazar: info@ardenarastirma.com

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0001-6798-2908 <sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-8504-0794

<sup>3</sup>ORCID: 0000-0003-2219-2368

\*Sorumlu Yazar: info@ardenarastirma.com

Geliş Tarihi: 16.03.2024

Kabul Tarihi: 30.04.2024

### ÖZET

Yüksek yağlı diyetle beslenme, kemirgenlerde insandaki metabolik sendroma benzeyen obeziteye ve metabolik bozukluklara neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı laboratuvar hayvanlarında (sıçan ve fare) metabolik sendrom oluşturmak için kazein bazlı yüksek yağlı yemlerin hazırlanması ve karakterizasyonudur. Bu çalışmada, stabil, tozlaşmayan ve dökülme özelliğine sahip üç farklı konsantrasyonda yüksek yağlı yemler (%24, %35 ve %45) pelet formda geliştirilmiştir. Yemlerin karakterizasyonunda kullanılan parametreler bu yemlerin kullanım hedeflerine ulaşması için gerekli olan belirli özellikler dâhilinde oluşturulmuştur. Hazırlanan yemlerde çeşitli bileşen ve özelliklerin belirlenmesi amacıyla; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra in-vivo beslenme testleri aynı amaçlarla geliştirilmiş ithal ticari ürünler ile karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, elde edilen ürünlerin üretim hedeflerine uygun olarak elde edildiğini ve karşılaştırıldığı ithal yemlerin analiz değerlerine benzer olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak çalışmada, yerli olarak geliştirilen kazein bazlı yüksek yağlı pelet yemlerin çeşitli firma ve araştırma merkezlerinin deney hayvanlarında obezite ve metabolik bozukluk oluşturmak çalışmalarında güvenilir bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yüksek yağlı yem, Obezite, Metabolik sendromlu diyetler, Laboratuvar hayvanları

### ABSTRACT

Feeding a high-fat diet causes obesity and metabolic disorders in rodents that resemble human metabolic syndrome. The aim of this study was the preparation and characterization of casein-based high-fat feeds to induce metabolic syndrome in laboratory animals (rats and mice). In this study, three different concentrations of high-fat feeds (24, 35 and 45%), which are stable, dust-free and shedding, were developed in pellet form. The parameters used in the characterization of feeds were established within the specific features required for these feeds to achieve their usage goals. To determine various components and properties of prepared feeds; In addition to physical, chemical and microbiological analyses, in-vivo nutritional tests were carried out by comparing them with imported commercial products developed for the same purposes. The results showed that the products obtained were in accordance with the production targets and were like the analysis values of the imported feeds compared. In conclusion, the study revealed that locally developed casein-based high-fat pellet feeds can be used reliably in studies of various companies and research centers to create obesity and metabolic disorders in experimental animals.

**Keywords:** High-fat feed, Obesity, Metabolic syndrome diets, Laboratory animals

## GİRİŞ

Metabolik sendrom, genellikle hipertansiyon, dislipidemi, obezite ve bozulmuş glikoz toleransı gibi çeşitli metabolik bozukluklar ile karakterize bir sağlık sorunudur (Şekerli ve Güneş Bayır, 2024) Bunlar içerisinde özellikle obezite, metabolik sendromun etiolojisinde anahtar faktör olarak tanımlanmaktadır (Aydın vd., 2014; Merone vd., 2017). Metabolik sendrom ise tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı gibi birçok hastalığın görülme sıklığını artırmaktadır (Aydın vd., 2014; Bhatti vd., 2017; Panchal ve Brown, 2011). Ayrıca risk faktörleri arasında yüksek kan basıncı, insülin direnci, bozulmuş glikoz toleransı, obezite ve dislipidemi yer almaktadır (Grundy, 2005; Şekerli ve Güneş Bayır, 2024). Bu sendromun semptomlarının tetiklenmesi, yüksek karbonhidratlı, yüksek yağlı diyetin neden olduğu oksidatif strese bağlı olup (Roberts vd., 2006) bu faktörler temel bilim ve klinik araştırmalar için büyük zorluklar oluşturmaktadır.

Metabolik sendromun tedavisinde başarılı yöntemlerin geliştirilebilmesi için hayvan modellerinin kullanıldığı, insan hastalıklarını gerçekçi bir şekilde taklit eden, hastalıkta ortaya çıkan tüm değişiklikleri ve semptomları geliştiren çeşitli modellere ihtiyaç duyulmaktadır (Panchal ve Brown, 2011). Bu bağlamda, metabolik sendromun gelişiminde anahtar faktör olan obezite ve buna neden olan diyet kemirgen deney modelleri genellikle metabolik sendromun oluşumunda kullanılan yollar hakkında daha iyi bilgi edinmek için uygulanmaktadır (Aydın vd., 2014). Bu nedenle obez kemirgen modelleri oluşturmak amacıyla yüksek yağlı diyetler olarak adlandırılan yağdan zenginleştirilmiş diyetler çeşitli araştırmalarda uygulanmaktadır.

Beslenme müdahalesinin tanımı 1940'lara kadar uzanmaktadır. Birçok çalışma, yüksek yağlı diyetlerin hiperglisemiyi ve vücut insülin direncini artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca çeşitli araştırmacılar bunların karaciğer, kas fizyolojisi ve insülin sinyal iletimi üzerindeki etkilerini incelemiştir (Oakes vd., 1997). Bu çalışmalar, insülin direnci ve bozulmuş B hücresi fonksiyonu olan metabolik

sendrom için uygun bir kemirgen modeli oluşturmak üzere yüksek yağlı diyetlerin uygulanabileceğini kabul etmiştir (Lingohr vd., 2002).

Enerjinin %20-60'ının yağdan sağlanarak yüksek yağlı diyetler uygulanan hayvan modellerinde çalışma sonuçlarının diyetle kullanılan sığır iç yağı, tereyağı ile palm, soya veya mısır yağına bağlı olarak hayvan sağlığı için farklılık gösterdiği bunun nedeninin ise temel yağ bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu araştırmaların büyük bir bölümünde araştırmacılar, karbonhidrat ve/veya proteinin yerine ihtiyaç duyulan enerjiyi yağdan sağladıkları yarı saflaştırılmış yüksek yağlı diyetler uygulamış olmakla birlikte bazı çalışmalarda araştırmacılar standart kemirgen yemlerine basitçe yağ ekleyerek bu deneyleri gerçekleştirmişlerdir ki bu durum açıkça tüm makro ve mikro besinler açısından dengesiz bir beslenme kompozisyonuna yol açmaktadır (Warden ve Fisler, 2008).

Tüm bu sebeplerden dolayı, bu çalışmada laboratuvar hayvanlarının metabolik hastalık oluşturma çalışmalarında kullanılmak üzere bir taraftan deney sonuçlarının güvenilir olmasını sağlayacak diğer taraftan da kolay ulaşılabilir ve ithal muadillerine göre fiyat avantajı sunun yüksek yağlı diyetler için gerektiğinde modifiye edilebilir yemlerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda ürün kalite nitelikleri ile güvenilirliğinin ortaya konulması için fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca hazırlanan yemler ile hayvan yedirme deneyleri yapılarak beğeni durumu ile üretilme hedefine uygun olarak obezite geliştirme potansiyelleri incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyaller

Çalışmada yemlerin hazırlanmasında başlıca; rennet kazein (kazeinat, 9000-71-9, ENKA), maltodekstrin (9050-36-6, Nutridex), sakkaroz (Puder Sukur, 57-50-1, Mivelli), mısır nişastası, yağ kaynağı, mineral karışımı, vitamin karışımı, kolin klorür (Shandong Aocter Biotechnology, Yem Katkı Maddeleri, Shandong, Çin),



BHA-BHT (AOX) ve selüloz (9004-34-6) kullanılmıştır. Yüksek yağlı yemlerin formülleri yapılan araştırmalar neticesinde hayvanların fizyolojik ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır.

Hazırlık süreci yüksek yağlı araştırma yemleri konusunda Tarım ve Orman Bakanlığı onaylı (onay no: TR0600295) Türkiye'deki ilk ve tek kuruluş olup, ARDEN Araştırma ve Deney tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm formülasyonlar için saflaştırılmış diyetlerin içerikleri, ayrı ayrı tartılarak kaplarda karıştırılana kadar muhafaza edilmiştir. Daha sonra tüm bileşenler birleştirilerek üç farklı yağ bileşimine (%24, %35, %45) sahip yüksek yağlı kazein bazlı pelet yemler elde edilmiştir (Şekil 1).

### Geliştirilen Yemlerin Fiziksel Analizleri

Fiziksel analizler Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yemlerin buzdolabında (+4 ve -20°C) sekiz aylık muhafaza sürecinde haftalık olarak renk değişimi, yağ sızıntısı ve koku özellikleri duyuusal ve görsel olarak gözlenmiştir.

### Geliştirilen Yemlerin Kimyasal Analizleri

Paketlenmiş yemlerin sekiz aylık depolama süresi boyunca özellikle doymuş yağların oksidasyonuna bağlı bozulma parametresi olan TBA değerinin (Botsoglou vd., 1994) takip analizi yapılmıştır. Kimyasal analizler kapsamında yemlerin protein analizi Velp Scientifica NDA 701 Dumas Azot Protein Analiz Cihazında gerçekleştirilmiştir. Yağ analizi, ise Soxhlet yöntemiyle, kuru madde ve rutubet tayini ise nem tayin cihazı (AND MX 50, Japonya) ile ölçülmüştür.

### Geliştirilen Yemlerin Mikrobiyolojik Analizleri

Araştırmada yemlerin mikrobiyolojik kalitesi sekiz aylık depolama süresi boyunca izlenmiştir. Bu bağlamda, Tablo 3 ve Tablo 4'te listelenen ilgili ISO protokolüne göre mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Mikrobiyolojik testler, geliştirilen üç farklı

konsantrasyondaki yağlı yemlerin (%24, %35 ve %45) tümü için gerçekleştirilmiştir. Toplam aerobik mezofilik koloni sayısını belirlemek için ISO 4833 kullanılmıştır. Yem numunelerinde koliform bakteri sayımı için ISO 4832 uygulanmıştır. *Salmonella*'nın tespiti için ISO 6579, *Listeria* spp. ve *L. monocytogenes* tespiti için ISO 11290-1 uygulanmıştır. Çalışmada koagülaz pozitif stafilkokların (*Staphylococcus aureus* ve diğer türler) sayımına yönelik olarak ise ISO 6888 protokolü uygulanmıştır.

### Hayvan Deneyi Dizayını

Üretilen yemlerin beğeni düzeyi ve obeziteyi artırıcı özellikleri bu kriterler için referans alınan ithal ticari yemlerle kıyaslanmıştır. Bu amaçla besleme deneyleri Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Hüseyin Aytemiz Deneysel Araştırma ve Uygulama Laboratuvarlarında uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Besleme deneylerinde her grupta 200-250 gr ağırlığında 7 adet erkek Wistar albino kullanılmış olup deney gruplarına %35 diyet kaynaklı obezite yemi (%25 protein, %35 yağ ve %40 karbonhidrat) ve kontrol yemi (%24 protein, %11 yağ ve %65 karbonhidrat) verilmiştir.



Şekil 1. %35 yağlı pelet yem

Çalışmada kullanılan hayvanların başlangıç ağırlıkları kaydedilmiş olup 8 hafta boyunca belirlenen formülle serbest olarak beslenmeleri sağlanmıştır. Aynı deneyler 2 farklı grupta gerçekleştirilmiştir.

Birinci gruptaki besleme deneylerinde 10-12 haftalık ratlar, ikinci gruptaki besleme deneylerinde 10-11 haftalık ratlar kullanılmıştır. Her hayvan grubuna yemler verilerek hayvanların hangi yemi tercih ettiği kaydedilmiştir, bu işleme diyetin kendi kendine seçimi adı verilmektedir.

### Deney Hayvanlarının Ağırlık ve Kan Şekeri Düzeylerinin Analizi

Araştırmada deney gruplarının beslenme sırasında ve sonunda ağırlıkları ve kan değerleri belirlenmiştir. Burada hayvanların ağırlıklarını ve kan şekeri seviyelerini analiz etmek amacıyla, streptozotikin enjeksiyonundan 72 saat sonra açlık kan şekeri ölçümü ratların kuyruk damarından alınan kan örneklerinde glikoz tespiti glikometre (ile yapılmış olup 200 mg/dL ve üzeri değerlere sahip ratlar diyabetik olarak kabul edilmiştir (Movahedian vd., 2010).

### BULGULAR

Çalışmada üç farklı oranda yağ içeren kazein bazlı deney hayvanı yemleri üretilmiştir. Yemler pellet formunda hazırlanmıştır. Farklı yağ içeriklerine sahip yemlere ait fiziksel parametreler Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo 1. Yüksek yağlı yemlerin fiziksel analiz sonuçları

Parametre	%24 yağlı yem	%35 yağlı yem	%45 yağlı yem
Pelet formu	Pelet formu	Pelet formu	Pelet formu
Sertlik	Orta	Orta	Orta
Uzunluk ve çap	Çeşitli uzunluklar 1.2 cm	Çeşitli uzunluklar 1.2 cm	Çeşitli uzunluklar 1.2 cm
Tozluksuzluk	Tozsuz	Tozsuz	Tozsuz
Dış yüzey	Mat	Mat	Mat
Renk	Kırmızı	Mavi	Yeşil

Fiziksel analiz sonuçlarına göre pelet formunda tozsuz bir yem başarıyla elde edilmiştir (Tablo 1). Yapılan deneylere göre diyet gruplarının hiçbirinde renk değişimi (küf oluşumu dâhil), yağ sızıntısı veya anormal koku gözlenmemiştir. Farklı yağ içeriğine sahip yemlerin duyu analizi sonuçları (küf, renk değişimi, yağ sızıntısı ve koku özellikleri) Tablo 2’de verilmiştir.

Depolama sırasında tüm yemlerin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri izlenmiştir.

Tablo 2. Yüksek yağlı yemlerin bazı fiziksel gözlem sonuçları

Parametre	%24 yağlı yem 6 ay	%35 yağlı yem 6 ay	%45 yağlı yem 6 ay
Kalıp	Yok	Yok	Yok
Renk/değişimi	Kırmızı/yok	Mavi/yok	Yeşil/yok
Yağ sızıntısı	Yok	Yok	Yok
Anormal koku	Yok	Yok	Yok

Mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Tablo 3 ve 4’te gösterilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizlere göre yem türlerinin hiçbirinde (%24, %35 ve %45) 3 aylık deneme süresi boyunca patojen ve fekal indikatör olan koliform bakteriye rastlanmamıştır. Ancak 4 °C’de 3 aylık depolama süresince aerob koloni sayısında artış eğilimi görülmüştür.

Tablo 3. Yüksek yağlı yemlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Parametre	Yem 1. gün	%24 yağlı yem 3. ay	%35 yağlı yem 3. ay	%45 yağlı yem 3. ay
Total aerob bakteri (ISO 4833)	1,2x10 <sup>1</sup> kob/g	8,7x10 <sup>2</sup> kob/g	2,0x10 <sup>3</sup> kob/g	4,8x10 <sup>3</sup> kob/g
Koliform bakteri (ISO 4832)	TE**	TE**	TE**	TE**
Salmonella spp. (ISO 6579)	TE	TE	TE	TE
L. monocytogenes (ISO 11290-1)	TE	TE	TE	TE
S. aureus (ISO 6888)	TE**	TE**	TE**	TE**

\*Kob: Koloni oluşturan birim. \*\*TE: Tespit edilmedi, tespit limiti 1,0 x 10<sup>1</sup> kob/g’dir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre %35 oranında yağ içeren grupta patojen ve koliform bakteriye 8 aylık deneme süresince rastlanmamıştır. Ancak 4 °C’de 8 aylık depolama süresince aerob koloni sayısında artış eğilimi görülmüştür.

Tablo 4. Yüksek yağlı yemlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Parametre	Yem 1. gün	%35 yağlı yem 1. ay	%35 yağlı yem 3. ay	%35 yağlı yem 6. ay	%35 yağlı yem 8. ay
Total aerob bakteri (ISO 4833)	2,0 x 10 <sup>1</sup> kob/g	8,0 x 10 <sup>2</sup> kob/g	4,0 x 10 <sup>3</sup> kob/g	8,0 x 10 <sup>4</sup> kob/g	1,2 x 10 <sup>6</sup> kob/g
Koliform bakteri (ISO 4832)	TE**	TE**	TE**	TE**	TE**
Salmonella spp. (ISO 6579)	TE	TE	TE	TE	TE
L. monocytogenes (ISO 11290-1)	TE	TE	TE	TE	TE
S. aureus (ISO 6888)	TE**	TE**	TE**	TE**	TE**

\*Kob: Koloni oluşturan birim. \*\*TE: Tespit edilmedi, tespit limiti 1,0 x 10<sup>1</sup> kob/g’dir.

Geliştirilen yemlerin kimyasal analizlerde yemlerin yağ ve protein içeriği beklendiği gibi tespit edilmiştir. Kimyasal değerlendirmeler, deneme yemlerine göre yağ oranlarına göre belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Yüksek yağlı yemlerin kimyasal analiz sonuçları

Parametre	%24 yağ	%35 yağ	%45 yağ
Yağ % kuru maddede	%23.6	%34.9	%44.98
Protein % kuru maddede	%23-24	%25-26	%23-24
Kuru madde	%17,9	%17,96	%18,2

Yüksek yağlı yemlerin sekiz aylık muhafaza süresince tiyobarbitürik asit (TBA) düzeyleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Yüksek yağlı yemlerin tiyobarbitürik asit analiz sonuçları

Parametre	%24 yağlı yem	%35 yağlı yem	%45 yağlı yem	Maksimum değer
TBA değeri (mgMA/kg)				
1. gün	0,146	0,214	0,280	1
1. ay	0,174	0,284	0,312	
3. ay	0,196	0,302	0,380	
6. ay	0,294	0,460	0,606	
8. ay	1,306	1,400	2,532	
11. ay	2,350	2,526	3,624	

Ayrıca bu çalışmada üretilen yüksek yağlı yemlerin hiçbiri (%24, %35 ve %45) yağ salmamıştır, depolama sırasında stabil bir pelet formuna ve yapısına sahip değildir. Hayvan deneylerinin birinci aşamasında yemlerin tat ve sertliğinin hayvanların tüketimine uygun olduğu ve tercih edildiği gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında üretilen yemin hedeflere uygun olarak kısa sürede hayvanlarda kilo artışı ve obeziteye neden olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan kontrol yemi aynı dönemde hayvanlarda obeziteye neden olmamıştır. Tablo 7 ve 8'de belirtilen tarihlerde %35 yağlı yemle beslenen deney hayvanlarının (sıçan) ağırlıkları ve kan şekeri düzeyleri gösterilmektedir.

Tablo 7. Yüksek yağlı yemle (%35) beslenen deney hayvanlarının (rat) belirli tarihlerdeki vücut ağırlıkları

Hayvan No	Deney hayvanlarının belirtilen tarihlerdeki ağırlıkları (g)					
	1. gün	2. hafta	3. hafta	4. hafta	5. hafta	6. hafta
1	608	679	703	724	742	740
2	626	668	699	711	722	730
3	602	657	677	702	719	717
4	635	666	700	726	728	734
5	731	772	861	815	835	829
6	602	672	700	715	727	731
7	620	674	695	723	732	733
8	421	460	479	477	477	489
9	449	501	527	539	552	554

Tablo 8. Yüksek yağlı yemle (%35) beslenen deney hayvanlarının (rat) ağırlıkları ve kan şekeri düzeyleri

Hayvan No	Ağırlık (g)					Kan şekeri düzeyi (mg/dL)		
	1. gün	33. gün	40. gün	47. gün	53. gün	1. gün	47. gün	53. gün
1	501	611	628	-	-	95	323*	-
2	570	670	675	682	693	92		191
3	525	671	684	694	701	83		119
4	569	720	730	739	739	95		142
5	558	648	666	677	680	90		141
6	502	588	597	605	609	90		141
7	634	725	742	750	756	90		97
8	474	573	573	585	600	88		120
9	574	602	610	618	625	85		104

## TARTIŞMA

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de obezite oranları hızla artmakta olup obezite ve beraberindeki metabolik hastalıklar çağımızın en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Sağlık Bakanlığı'nın verilerine göre Türkiye'de her 100 kişiden 32'si obez, her 1000 kişiden 5 ila 10'u ise ileri derecede (morbid - ölümcül) obezdir. Obezite önlenemez en önemli ölüm nedenidir (Donohue, 2004). Başta şeker hastalığı olmak üzere, hipertansiyon, kalp rahatsızlıkları gibi pek çok metabolik hastalığı oluşumuna neden olmaktadır (Şekerli ve Güneş Bayır, 2024; Warden ve Fisler, 2008). Bu bağlamda obezite ve metabolik hastalıklara ilişkin çalışmalara önem verilmektedir. Rodentler üzerine yapılan ilk obezite araştırmalarında bilim adamları kafeterya diyeti olarak bilinen diyeti kullanmışlardır (Moore, 1987). Bu modelde, hayvanlara genellikle kurabiye, şeker, çikolata, cips, işlenmiş kuru yemişler, peynir ve et gibi gıdalar yedirilmiştir. Bu gıdalar, önemli ölçüde tuz, şeker ve yağ içermektedir. Bu deney modelindeki en önemli kusur hayvanların karışım içerisinde en çok hangi besin unsurunu tükettiğinin tam olarak anlaşılabilmesidir. Ayrıca, hayvanların her gün farklı bir gıda seçebilmesi de önemli bir belirsizliktir. Bu belirsizlikler bu tür diyetlerin bilimsel çalışmalar için zayıf bir seçenek haline gelmesine neden olmuştur (Moore, 1987; Van Heek vd., 1997). Bu nedenle yüksek yağlı (HF) diyetlerde saflaştırma yoluna gidilmiştir. Kazein bazlı yüksek yağlı yemler (diyet kaynaklı obezite), laboratuvar

hayvanlarında (rat ve fare) obezite, diyabet ve diğer metabolik bozukluklar gibi çeşitli hastalıkları incelemek için araştırma materyalleri olarak üretilmekte ve araştırmacılara sunulmaktadır. Bu çalışmada üretilen yemlerin besin değerleri metabolik sendromu (diyabet ve obezite) tetiklemek üzere hesaplanmıştır. Geliştirilen yöntem ile yemler istenilen protein oranlarında üretilmiştir. Bunda lesitin kullanımı ile istenilen emülsiyon sağlanabildiğinden protein oranında arzu edilen değişikliklerin yapılabilmesi etkili olmuştur. Bu çalışmada kullanılan yemlerin geliştirilmesinde protein kaynağı olarak rennet kazein ve metiyonin karbonhidrat kaynağı olarak maltodekstrin, sukroz ve mısır nişastası kullanılmıştır. Çalışmada aynı üretim teknolojisi ile yüksek yağlı yemin yanı sıra yüksek şekerli veya fruktozlu yemlerin de üretilebilme imkânı bulunmaktadır. Hastalık modeline göre yemlerdeki sakkaroz ve fruktoz oranları değiştirilebilmektedir.

Yaklaşık 80 yıl önce, yağ olarak %70 enerji içeren bir diyet ile beslenen sıçanların obezite geliştirdiğini ve bu diyetin bazal ve yemek sonrası kan şekeri değerlerini yükselttiği belirtilmiştir (Samuels vd., 1942; 1948). Yağ içeriği % 30'dan fazla olan bu tür HF diyet etkileri daha sonra farklı hayvan türleri, yağ türleri ve diyet uzunlukları açısından da araştırılmıştır (Budohoski vd., 1993; Harris ve Kor, 1992). Bu çalışmalarda kullanılan yemler incelendiğinde yağ kaynağı olarak daha çok domuz yağının kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bu nedenle ülkemiz ve diğer Müslüman ülkelerin beslenme tipinin dışında olan bu içerik ile hazırlanmış hayvan yemleri deneysel çalışmalarda gerçekçi bir model oluşturamamaktadır (Buettner vd., 2007). Bu nedenle mevcut çalışmada üretilen yemlerde yağ kaynağı olarak palm yağı kullanılmış olmakla birlikte ihtiyaç halinde sığır iç yağının yanı sıra soya yağı ve mısır yağı da kullanılabilir. Laboratuvar hayvanlarının mineral ihtiyaçları, Laboratuvar Hayvanları Bilimi kitabının temel prensiplerine göre uygulanmıştır (İde, 2003). Buna göre; dikalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, potasyum sitrat, sodyum sitrat, çinko magnezyum oksit, magnezyum sülfat heptahidrat, amonyum molibdat tetrahidrat, bakır karbonat, ferrik sitrat,

manganez karbonat hidrat, potasyum iyodat, sodyum, florür, sodyum selenit, çinko karbonat dikalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat kullanılmıştır. Potasyum sitrat monohidrat, potasyum kaynağı ve emülsifiye edici tuz olarak kullanılmıştır (Hoffmann vd., 2012; Schatz vd., 2014). Trisodyum sitrat ve sodyum sitrat trihidrat ise sodyum kaynağı ve ikinci emülsifiye edici tuz olarak kullanılmıştır. Böylece bu çalışma kapsamında deney hayvanı yemi üretiminde ilk kez iki emülsifiye edici tuz ve lesitin yüksek yağ içeren yapının stabil bir şekilde oluşturulması için birlikte kullanılmıştır.

Test yemlerinin üretilmesinin ardından yağ oranlarına göre fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmelere göre üretilen yemlerin ithal muadilleri ile benzer özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Öte yandan fiziksel analiz sonuçları, pelet formunda tozsuz bir yemin başarıyla elde edildiğini ortaya koymuştur. Yapılan mikrobiyolojik analizlere göre depolama süreleri boyunca farklı yemlerde patojen mikroorganizmalara rastlanmamıştır. TBA analizi ise 6 aya kadar üç farklı yağ içeriğine sahip yemler için uygun bir sonuç göstermiştir. Ticari olarak ihraç edilen diğer kontrol grubu yemleriyle karşılaştırıldığında diyete bağlı obezite yemlerinin deney hayvanları tarafından daha çok tercih edildiği gözlenmiştir. Çalışmada üretilen yemler açık kaynak formda, diğer kontrol grubu ise kapalı kaynak formda hazırlanmış olmasına rağmen, sonuçlar yemlerimizin hayvana daha kısa sürede daha fazla obezite ve diyabet kazandırdığını ayrıca kendi kendine tercih çalışmasında başarı sağladığını göstermiştir (Bellush ve Rowland, 1986).

Kimyasal analiz sonuçları, çalışmada üretilen yemlerin farklı zaman dilimlerinde kontrol grubuna kıyasla protein ve yağ oranları açısından daha zengin olduğunu göstermiştir (%24 yağlı yem: %23,6 yağ ve %23-24 protein; %35 yağlı yem: %34,9 yağ ve %25-26 protein; %45 yağlı yem: %44,98 yağ ve %23-24 protein). Daha spesifik ve ileri sonuçlar elde edebilmek için karbonhidratın analizine ilişkin daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Çalışmada geliştirilen yemlerde sekiz aylık muhafazanın ardından herhangi

bir küf, renk değişimi, yağ sızıntısı veya anormal koku tespit edilmemiştir. Yemlerdeki yağların acılaştırılması önlemek amacıyla antioksidan olarak BHA-BHT kullanılmıştır. Mikrobiyal küf mantarı oluşumunu engellemek ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla metil paraben kullanılmıştır. Ayrıca deney hayvanlarının ağırlık ve kan şekeri düzeylerine ilişkin analiz sonuçları, kontrol yemleriyle karşılaştırıldığında amaca yönelik daha güçlü sonuçlar ortaya koymuştur.

## SONUÇ

Çalışmada kazein bazlı kemirgenlerin beslenme ihtiyaçları doğrultusunda makro ve mikro besin elementlerini içeren %24, %35 ve %45 oranında yağlı pelet yemler geliştirilmiştir. Elde edilen yemlerin 8 aylık muhafaza süresince yapılan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerinde herhangi olumsuz bir durum tespit edilmemiş olup ithal muadilleri ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca deney hayvanları ile gerçekleştirilen denemelerde yemlerin deney hayvanları tarafından tercih edildiği ayrıca üretilen %35'lik yemin beklentiler doğrultusunda kısa sürede kilo artışı ve obeziteye neden olduğu ortaya konmuştur. Böylelikle çalışma kapsamında; kullanımı pratik ve yerli olması nedeniyle erişimi kolay, çalışma amaçları doğrultusunda modifikasyona açık, ithal muadillerine göre daha ekonomik yüksek yağlı yeni bir yem geliştirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, yerli olarak geliştirilen kazein bazlı yüksek yağlı pelet AEF (Arden Experimental Feed) serisi (AEF24, AEF35, AEF45) yemlerin, deney hayvanlarında obezite ve metabolik bozukluklar oluşturma çalışmalarında güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

## AÇIKLAMALAR

### Çıkar Çatışması

Yazarların açıklayacak hiçbir şeyi yok.

### Deney Hayvanları Etik Kurulu Kararları ve İzinleri

Araştırmada Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar

Uygulama ve Araştırma Merkezi, Hüseyin Aytemiz Deneysel Araştırma ve Uygulama Laboratuvarlarında deney hayvanı çalışmaları yapılmış olup, Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu onayı (No: 2018-04-28) ile hayvan deneyleri gerçekleştirilmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma “Laboratuvar hayvanlarında (rat ve fare) obezite, diabet, metabolik bozukluk hastalıkları oluşturan kazein bazlı yüksek yağlı emülsiyon tipi yemlerin üretimi” başlıklı proje ile KOSGEB tarafından desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

- Aydin, S., Aksoy, A., Aydin, S., Kalayci, M., Yilmaz, M., Kuloglu, T., Citil, C. ve Catak, Z. (2014). Today's and yesterday's of pathophysiology: Biochemistry of metabolic syndrome and animal models. *Nutrition*, 30(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.05.013>
- Bellush, L. L. ve Rowland, N. E. (1986). Dietary self-selection in diabetic rats: An overview. *Brain Research Bulletin*, 17(5), 653–661. [https://doi.org/10.1016/0361-9230\(86\)90197-8](https://doi.org/10.1016/0361-9230(86)90197-8)
- Bhatti, J. S., Bhatti, G. K. ve Reddy, P. H. (2017). Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in metabolic disorders — A step towards mitochondria based therapeutic strategies. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1863(5), 1066–1077. <https://doi.org/10.1016/j.bbdis.2016.11.010>
- Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J. ve Trakatellis, A. G. (1994). Rapid, Sensitive, and Specific Thiobarbituric Acid Method for Measuring Lipid Peroxidation in Animal Tissue, Food, and Feedstuff Samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1931–1937. <https://doi.org/10.1021/jf00045a019>
- Budohoski, L., Panczenko-Kresowska, B., Langfort, J., Zernicka, E., Dubaniewicz, A., Ziemiński, S.,

- Challiss, R. A. J. ve Newsholme, E. A. (1993). Effects of saturated and polyunsaturated fat enriched diet on the skeletal muscle insulin sensitivity in young rats. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 44(4), 391–398.
- Buettner, R. (2006). Defining high-fat-diet rat models: metabolic and molecular effects of different fat types. *Journal of Molecular Endocrinology*, 36(3), 485–501. <https://doi.org/10.1677/jme.1.01909>
- Buettner, R., Schölmerich, J. ve Bollheimer, L. C. (2007). High-fat Diets: Modeling the Metabolic Disorders of Human Obesity in Rodents\*. *Obesity*, 15(4), 798–808. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.608>
- Donohoue, P. A. (2004). Obesity. In: Behrman, R. E., Kliegman, R. M., Jenson, H. B., eds. *Nelson Textbook of Pediatrics 17<sup>th</sup> ed.* Philadelphia: W. B. Saunders, 173-177.
- Grundty, S. M. (2005). A constellation of complications: The metabolic syndrome. *Clinical Cornerstone*, 7(2-3), 36–45. [https://doi.org/10.1016/s1098-3597\(05\)80066-3](https://doi.org/10.1016/s1098-3597(05)80066-3)
- Harris, R. B. S. ve Kor, H. (1992). Insulin Insensitivity Is Rapidly Reversed in Rats by Reducing Dietary Fat from 40 to 30% of Energy. *The Journal of Nutrition*, 122(9), 1811–1822. <https://doi.org/10.1093/jn/122.9.1811>
- Hoffmann, W., Gärtner, J., Lück, K., Johannsen, N. ve Maurer, A. (2012). Effect of emulsifying salts containing potassium on the quality of block-type processed cheese. *International Dairy Journal*, 25(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.11.010>
- İde, T. (2003). The Effect of Animal Nutrition on Experimental Findings. *Basic Principles of Laboratory Animal Science*, 6, 109-125.
- Lingohr, M. K., Buettner, R. ve Rhodes, C. J. (2002). Pancreatic  $\beta$ -cell growth and survival – a role in obesity-linked type 2 diabetes? *Trends in Molecular Medicine*, 8(8), 375–384. [https://doi.org/10.1016/s1471-4914\(02\)02377-8](https://doi.org/10.1016/s1471-4914(02)02377-8)
- Merone, L. ve McDermott, R. (2017). Nutritional anti-inflammatories in the treatment and prevention of type 2 diabetes mellitus and the metabolic syndrome. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 127, 238–253. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.02.019>
- Moore, B. J. (1987). The Cafeteria Diet—An Inappropriate Tool for Studies of Thermogenesis. *The Journal of Nutrition*, 117(2), 227–231. <https://doi.org/10.1093/jn/117.2.227>
- Movahedian, A., Zolfaghari, B., Sajjadi, S. E., Moknatjou, R. (2010). Antihyperlipidemic effect of *Peucedanum pastinacifolium* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Clinics (Sao Paulo)*, 65, 629–633. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322010001200029>
- Oakes, N. D., Cooney, G. J., Camilleri, S., Chisholm, D. J. ve Kraegen, E. W. (1997). Mechanisms of Liver and Muscle Insulin Resistance Induced by Chronic High-Fat Feeding. *Diabetes*, 46(11), 1768–1774. <https://doi.org/10.2337/diab.46.11.1768>
- Panchal, S. K. ve Brown, L. (2011). Rodent Models for Metabolic Syndrome Research. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2011, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2011/351982>
- Roberts, C. K., Barnard, R. J., Sindhu, R. K., Jurczak, M., Ehdaie, A. ve Vaziri, N. D. (2006). Oxidative stress and dysregulation of NAD(P)H oxidase and antioxidant enzymes in diet-induced metabolic syndrome. *Metabolism*, 55(7), 928–934. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2006.02.022>
- Samuels, L. T., Gilmore, R. C. ve Reinecke, R. M. (1948). The Effect of Previous Diet on the Ability of Animals to do Work During Subsequent Fasting. *The Journal of Nutrition*, 36(5), 639–651. <https://doi.org/10.1093/jn/36.5.639>
- Samuels, L. T., Reinecke, R. M. ve Ball, H. A. (1942). Effect of diet on glucose tolerance and liver and muscle glycogen of hypophysectomized and

- normal rats. *Endocrinology*, 31(1), 42–45. <https://doi.org/10.1210/endo-31-1-42>
- Şekerli, Z. ve Güneş Bayır, A. (2024). Sindirim Sistemindeki Mikroorganizmaların Obezite, Hipertansiyon ve İnsülin Direncine Etkileri, “Sağlık Biliminde Araştırmalar ve Değerlendirmeler”, Prof. Dr. Engin ŞAHNA, Prof. Dr. Hasan AKGÜL, Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU, Editör, Gece Kitaplığı, Ankara, ss.111-124.
- Schatz, K., Hoffmann, W., Schrader, K. ve Maurer, A. (2014). Effect of emulsifying salts containing potassium on the melting properties of block-type dairy cheese analogue. *International Journal of Dairy Technology*, 67(2), 202–210. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12119>
- Van Heek, M., Compton, D. S., France, C. F., Tedesco, R. P., Fawzi, A. B., Graziano, M. P., Sybertz, E. J., Strader, C. D. ve Davis, H. R. (1997). Diet-induced obese mice develop peripheral, but not central, resistance to leptin. *Journal of Clinical Investigation*, 99(3), 385–390. <https://doi.org/10.1172/jci119171>
- Warden, C. H. ve Fisler, J. S. (2008). Comparisons of Diets Used in Animal Models of High-Fat Feeding. *Cell Metabolism*, 7(4), 277. <https://doi.org/j.cmet.2008.03.014>



## Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Yapay Tatlandırıcıların Bağırsak Mikrobiyotasına Etkileri

### Effects of Artificial Sweeteners Used as Food Additives on the Intestinal Microbiota

Beyza MENDEŞ<sup>1,2\*</sup>, Elif Kübra ARSLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bezmialem Vakıf Üni., Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul

<sup>2</sup>Ankara Medipol Üni., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

<sup>3</sup>Fesleğen Toplu Yemek Hizmetleri Ltd., Diyetisyen, İstanbul

<sup>1,2</sup>ORCID: 0000-0002-4182-1273  <sup>3</sup>ORCID: 0000-0003-4956-1151 

\*Sorumlu Yazar: bmendes@bezmialem.edu.tr

Geliş Tarihi: 26.09.2023

Kabul Tarihi: 30.04.2024

### ÖZET

Bağırsak mikrobiyotası gastrointestinal sistemde bulunan ve devamlı olarak konakçı ile etkileşim halinde olan binlerce farklı mikroorganizma türünden meydana gelir. Bu mikroorganizmaların içeriğini etkileyen faktörler arasında hastalık, doğum şekli, anne sütü alma süresi, beslenme şekli gibi birçok etken bulunmaktadır. Beslenme şekli bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonu üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzdeki teknolojik ilerlemelerle birlikte işlenmiş gıdaların yaygınlaşmasıyla birlikte gıda katkı maddelerinin kullanımında da bir artışa neden olmuştur. Tatlandırıcılar, gıdalara şeker tadı vermek veya lezzetini artırmak amacıyla kullanılan gıda katkı maddeleridir. Bu tatlandırıcılar, tüketilen besinlerden alınan enerji miktarını azaltarak vücudu gereksiz enerjiden koruyabilir. Ancak, günümüzde hemen hemen tüm gıda katkı maddeleri için belirlenen bir üst sınır olmasına rağmen, sağlığı olumsuz etkileyebileceğinden dolayı bireyleri bu konuda bilinçlendirmek önemlidir. Bu çalışmada tüketimi gün geçtikçe artan gıda katkı maddelerinden yapay tatlandırıcıların bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri incelenecektir.

**Anahtar kelimeler:** Tatlandırıcı, Bağırsak mikrobiyotası, Yapay tatlandırıcılar, Gıda katkı maddesi

### ABSTRACT

The intestinal microbiota consists of thousands of different microorganism species that exist in the gastrointestinal system and continuously interact with the host. Factors such as illness, method of childbirth, duration of breastfeeding, and dietary habits among others influence the composition of these microorganisms. Dietary habits play a significant role in shaping the composition of the intestinal microbiota. With the advancements in technology, there has been an increase in the prevalence of processed foods, leading to a corresponding rise in the use of food additives. Sweeteners are food additives used to impart a sugary taste or enhance the flavor of food. These sweeteners can help protect the body from unnecessary energy intake by reducing the amount of energy derived from consumed foods. However, despite established upper limits for almost all food additives, it is crucial to raise awareness among individuals about their potential negative impact on health. This study will explore the effects of artificial sweeteners, increasingly consumed food additives, on the intestinal microbiota.

**Keywords:** Sweetener, Gut microbiota, Artificial sweeteners, Food additive



## GİRİŞ

Bağırsak mikrobiyotası, gastrointestinal sistemde bulunan ve devamlı olarak konakçı ile etkileşim halinde olan milyonlarca mikroorganizmalardan meydana gelir (Sittipo vd., 2018). Bu mikroorganizmalar bakteriler, arkealar, mayalar ve virüsleri içermektedir. Bağırsak mikrobiyotasının yapısı kişilerin yaşam tarzları, fiziksel aktivitesi, beslenme şekli doğumun türü gibi çeşitli faktörlere göre her bireyde farklılıklar gösterebilir (Donoso vd., 2023). Sağlıklı bir mikrobiyotayı tanımlamak için eubiosis terimi kullanılır. Bu terim bağırsak mikrobiyotasında potansiyel olarak yararlı bakterilerin baskın olduğunu ifade eder. İnsanlar üzerinde yapılan bazı deneysel ve klinik çalışmalarda, tatlandırıcıların bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir (Cao vd., 2020). Bağırsak mikrobiyotası genellikle yaklaşık 500-1000 farklı türde bakterilerden oluşur. Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasındaki bileşimdeki farklılıkların obezite, diyabet, inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi çeşitli hastalıklara yol açabileceği bilinmektedir (Viennois ve Chassaing, 2018).

Tatlandırıcılar, gıda üretiminde çeşitli gıda ürünlerine tatlı bir tat vermek amacıyla veya şekerin yerine kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan tüm katkı maddeleri gibi tatlandırıcılar da denetimlerden geçerler (Mooradian vd., 2017). Ancak, şu ana kadar var olan tatlandırıcılarla ilgili sağlık açısından ortaya çıkan endişelerden dolayı güvenilir ve lezzetli bir tatlandırıcı bulma çabaları tekrar artmıştır. Tatlandırıcılar, diğer beslenme unsurları gibi bağırsak mikrobiyotasını etkileyebilir (Ruiz-Ojeda vd., 2019). Paketli işlenmiş gıdaların tüketiminin artmasıyla birlikte gıda katkı maddelerinin de tüketiminde artış gözlenmektedir. Gıda katkı maddeleri, besinleri bozulmaktan koruyan, besinlerin rengini güzelleştiren ve besinlerin lezzetini arttıran gıdalara eklenen kimyasallardır (Sambu vd., 2022).

Karbonhidrat, yağ, protein ve fitokimyasallar gibi birçok bileşenlerin bağırsak mikrobiyotasına olan etkilerini inceleyen birçok araştırma yapılmasına rağmen, gıda katkı maddelerinin bağırsak mikrobiyotasına olan etkisi konusunda kesin kanıtlar bulunamamaktadır (Roca-Saavedra

vd., 2017). Bağırsak mikrobiyotası, bireylerin kullandıkları ilaçlara, çevresel kirleticilere ve en önemlisi beslenme şekillerine oldukça duyarlı bir şekilde yanıt verir (Jin vd., 2017). Bu çalışmada tüketimi gün geçtikçe artan gıda katkı maddelerinden yapay tatlandırıcıların bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri incelenecektir.

## TATLANDIRICILAR VE BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

Bağırsak mikrobiyotası, konakçının sağlığının korunması için oldukça kritik bir role sahiptir. Bu mikrobiyota oldukça dinamiktir ve kişinin yaşam tarzlarına, genotiplerine, coğrafi konumuna ve yaşına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bağırsak mikrobiyotası, bağırsak-mukus katmanında bulunmakta ve bu katmanın şekillendirilmesine katkıda bulunur (Roca-Saavedra vd., 2017). Bağırsak mikrobiyotasında yüzlerce cins bakteri bulunmaktadır. Bu cinslerin bir kısmı Tablo 1'de verilen altı tane bakteri şubesine aittir.

Tablo 1. Bağırsak mikrobiyotasında bulunan bakteri şubeleri

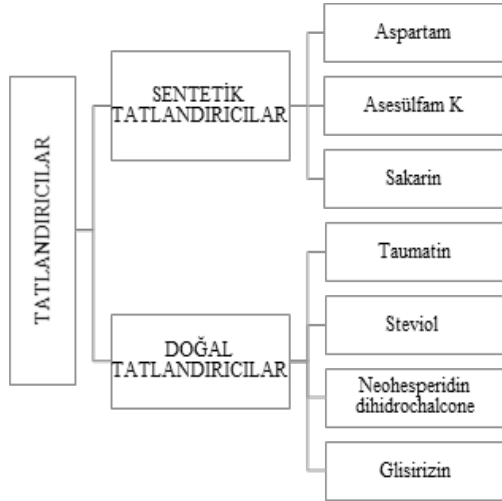
Firmicutes
Bacteroidetes
Actinobacteria
Proteobacteria
Fusobacteria
Verrucomicrobia

İnsanlık tarihi boyunca, bireylerin tatlı tatlılara karşı ilgisi olmuştur. Bu ilginin dopamin, serotonin ve endojen opioid peptitler gibi çeşitli mekanizmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Bellisle ve Drewnowski, 2007). İnsanların fizyolojileri benzer olsa da beslenmelerinde şekerli ürünlere maruz kalmalarındaki artış dikkat çekmektedir. Yüksek kalorili şekerli ürünlerin iştah üzerinde bozukluklara neden olduğu ve vücuttaki mekanizmaları olumsuz etkilediği düşünülmektedir (Wilk vd., 2022).

Yapay tatlandırıcılar alkolsüz içecekler, dondurulmuş tatlılar, meyveli yoğurtlar, çiğnenebilir multivitaminler ve kahvaltılık gevrekleri gibi çeşitli gıdalarda şeker yerine kullanılmaktadır (Czarnecka vd., 2021). Dünya genelinde tatlı tatlılara

olan ilginin etkisiyle, kalorisiz tatlı bir lezzet sağlaması nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak, bazı çalışmalarda beyin kalorili şekerlere ve yoğun tatlandırıcılara benzer şekilde reaksiyon vermediği görülmüştür (Bellisle ve Drewnowski, 2007). Yapılan bazı çalışmalarda tatlandırıcıların kilo kaybına olumlu etki bir rol üstlendiği söylenirken, diğer çalışmalarda tatlandırıcıların metabolik görevlerde etkin rol oynayarak obezite ve metabolik sendrom riskini artırarak insanların metabolizmasını bozabileceği ileri sürülmüştür (Suez vd., 2014). Bağırsak mikrobiyotası, konakçının sağlığı için önemlidir. Gün geçtikçe tatlandırıcı olarak kullanılan gıda katkı maddelerinin de kullanımı artmaktadır. Tatlandırıcı olarak kullanılan gıda katkı maddelerinin kullanımının artmasıyla bağırsak mikrobiyotasındaki rolü daha da önemli hale gelmiştir. Yaygın olarak kullanılan gıda katkı maddesi kabul edilen tatlandırıcılar Tablo 2'de verilmiştir (Carocho vd., 2017).

Tablo 2. Gıda katkı maddesi kabul edilen tatlandırıcılar



## SENTETİK TATLANDIRICILAR VE BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE ETKİLERİ

### Aspartam

Aspartam, 1965 senesinde keşfedilmiş ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından 1981 senesinde onaylanmıştır. Aspartam, sakarinle karşılaştırıldığında 200-300 kat daha yoğun tatlılık özelliği taşıdığı için büyük ilgi

görmektedir (Czarnecka vd., 2021). Bu ilgiyi artıran faktörlerden biri, aspartamın acı bir tadının olmaması ve şekerin tatlı bir lezzetine benzer tadı olmasıdır. Ayrıca, aspartamın şekerden daha ekonomik olması, üreticiler tarafından da sıkça tercih edilmesine neden olmaktadır (Choudhary ve Pretorius, 2017). Aspartam ve metabolitleri, bağırsakta parçalanma veya sıcaklık değişikliklerine maruz kalma sonrasında tatlılıklarını yitirirler (Ahmad vd., 2020).

Aspartam gibi yapay tatlandırıcılar diyetlere dahil edilmesiyle, bazı popülasyonlarda vücut ağırlığında artış, obezite ve diyabet riskinde artış ile ilişkilendirilmiştir (Ahmad vd., 2020). Aspartam ve bağırsak mikrobiyotası ile yapılan çoğu çalışma hayvanlar üzerinden yapılmıştır. Hayvanlar üzerindeki araştırmalarda, aspartamın kullanımı için güvenli kabul edilen miktarlarında bile güvenli olmayabileceği düşünülmektedir (Choudhary ve Pretorius, 2017). Yapılan hayvan çalışmalarında, aspartam tedavisinden sonra Firmicutes ve Clostridium leptum'un bolluğunun arttığı, Enterococcus ve Parasutterella'nın ise azaldığı gözlemlenmiştir (Liu vd., 2022). Ancak, insanlar tarafından kullanıldığında, dışkı mikrobiyotasındaki bakteri çeşitliliğini değiştirirken bolluğunu etkilemediği belirlenmiştir (Ahmad vd., 2020). İnsanlar üzerinde yapılan çalışmaların yetersizliğinden dolayı kesin bilgiler söylemek mümkün değildir (Choudhary ve Pretorius, 2017).

### Asesülfam-potasyum

Asesülfam-potasyum (Ace-K), 1967 senesinde keşfedilmiş ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından 1981 senesinde onaylanmıştır. Bu tatlandırıcı, düşük kalorili bir yapay tatlandırıcıdır (Carocho vd., 2017). Organik asit türevidir ve neredeyse tamamı ince bağırsakta bozulmamış bir molekül olarak emilerek kan yoluyla farklı dokulara dağıtılmaktadır. Herhangi bir metabolizmaya uğramadan, sindirilir ve %99'dan fazlası ilk 24 saat içinde idrar yolunda atılır (Conz vd., 2023).

Yapılan bir çalışmada, Ace-K'nın genotoksik olduğu ve bağırsak bakterileri aracılığıyla glikozun fermantasyonunu

engelleyebileceği düşünülmüştür (Grotz vd., 2017). Amerika Birleşik Devletleri tarafından yapılan bir araştırmada, Ace-K kullanan ve kullanmayan bireyler arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir (Bian vd., 2017). Ancak, bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri konusundaki kanıtlar net değildir. Yapılan bir araştırmada, Ace-K'nın bağırsak mikrobiyotasında fonksiyonel değişikliklere neden olabileceği düşünülen kişilerin cinsiyetinin etkili olabileceği öne sürülmüştür. Ace-K'nın bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri net olmasa da fareler üzerinde yapılan bir çalışmada ise olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür (Uebanso vd., 2017).Formun Üstü

### Sakarın

Sakarın, bir yapay tatlandırıcı olup beslenmemizde sıklıkla kullanılmaktadır (Del Pozo vd., 2022). 1878 senesinde keşfedilen ilk tatlandırıcı olan sakarain, günümüzde çok fazla ürün sakarain ile tatlandırılmaktadır (Cao vd., 2020). Tatlandırıcı olarak kullanılan ve gıda katkı maddesi olan sakarainin insanlar için kullanımı Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından onaylanmıştır (Conz vd., 2023). Sakarın, kalorisi olmamasına rağmen genellikle midede emilmektedir. Sindirildikten sonra %85-90'ı emilir, geri kalanı ise idrar veya dışkı yoluyla atılmaktadır. Vücuda alınan sakarainin yalnızca %15'i kolonik mikrobiyotaya ulaşır (Grotz vd., 2017).

Sakarainin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki rolünde düşünce birliği bulunmamaktadır. Ancak mevcut kanıtlara göre, yüksek miktarlarda tüketildiğinde bağırsak mikrobiyotasını etkileyebileceği düşünülmektedir (Del Pozo vd., 2022). Kobaylar üzerinde yapılan bir çalışmada, 28 gün boyunca içme sularına (5 mm) sakarın sodyum eklenmiş su verilmiştir.

Bu çalışmada, sakarın tüketen grupta Firmicutes bolluğunun kontrol grubuna göre azalma eğiliminde olduğu, Bacteroidetes bolluğunun ise arttığı gözlenmiştir (Li vd., 2021). Yapılan başka bir çalışmada ise sağlıklı farelerde kabul edilen değerler arasında sakarın tüketimi bağırsak mikrobiyotasını değiştirmedeği bulunmuştur (Serrano vd., 2021). Ancak, insanlar üzerinde sakarainin uzun vadeli kullanımı ile ilgili yeterli çalışma

bulunmamaktadır (Grotz vd., 2017).

### SONUÇ

Vücuda alınan besinler, içecekler, ilaçlar, gıda katkı maddeleri bağırsak mikrobiyota sağlığını olumlu ya da olumsuz olarak etkilemektedir. Mikrobiyotada bulunan yararlı bakteri sayısının azalmaması ve çeşitliliğin artırılması için tüketilen gıda, içecek ve kullanılan ilaçlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, paketli gıda tüketiminde katkı maddesi kullanılıp kullanılmadığı anlamak için etiket okumayı alışkanlık haline getirilmesi önemlidir. Tatlandırıcı olarak kullanılan gıda katkı maddelerinin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılan çoğu çalışmanın hayvanlar üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. İnsanların ve hayvanların bağırsak mikrobiyotasında gıdaların metabolize olduğu bazı alanlarda farklılıklar olduğundan, bu çalışmaların yetersiz kaldığı söylenebilir.

Ayrıca, yapay tatlandırıcı kullanımının zaman ve doz bağlı olarak bağırsak mikrobiyotası üzerinde değişikliklere neden olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, bu tatlandırıcıların bağırsak mikrobiyotasındaki etkilerini inceleyen çalışmaların yetersiz olmasından dolayı, bağırsak mikrobiyotasında görülen farklılıkların kesin kaynağını belirtmek şu anki bilgilerle mümkün değildir. Bireyler bu konuda daha bilinçli hale getirilmelidir. Yapay tatlandırıcı olarak kullanılan gıda katkı maddelerinin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

### KAYNAKLAR

- Ahmad, S. Y., Friel, J. ve Mackay, D. (2020). The Effects of Non-Nutritive Artificial Sweeteners, Aspartame and Sucralose, on the Gut Microbiome in Healthy Adults: Secondary Outcomes of a Randomized Double-Blinded Crossover Clinical Trial. *Nutrients*, 12(11), 3408. <https://doi.org/10.3390/nu12113408>
- Bellisle, F. ve Drewnowski, A. (2007). Intense sweeteners, energy intake and the control of body weight. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(6),

- 691–700. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602649>
- Bian, X., Chi, L., Gao, B., Tu, P., Ru, H. ve Lu, K. (2017). The artificial sweetener acesulfame potassium affects the gut microbiome and body weight gain in CD-1 mice. *PLOS ONE*, *12*(6), e0178426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178426>
- Cao, Y., Liu, H., Qin, N., Ren, X., Zhu, B. ve Xia, X. (2020). Impact of food additives on the composition and function of gut microbiota: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *99*, 295-310. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.006>
- Carocho, M., Morales, P. ve Ferreira, I. C. F. R. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, *107*, 302–317. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.046>
- Choudhary, A. K. ve Pretorius, E. (2017). Revisiting the safety of aspartame. *Nutrition Reviews*, *75*(9), 718–730. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux035>
- Conz, A., Salmona, M. ve Diomedea, L. (2023). Effect of Non-Nutritive Sweeteners on the Gut Microbiota. *Nutrients*, *15*(8), 1869. <https://doi.org/10.3390/nu15081869>
- Czarnecka, K., Pilarz, A., Rogut, A., Maj, P., Szymańska, J., Olejnik, Ł. ve Szymański, P. (2021). Aspartame—True or False? Narrative Review of Safety Analysis of General Use in Products. *Nutrients*, *13*(6), 1957. <https://doi.org/10.3390/nu13061957>
- Del Pozo, S., Gómez-Martínez, S., Díaz, L. E., Nova, E., Urrialde, R. ve Marcos, A. (2022). Potential effects of Sucralose and saccharin on gut microbiota: a review. *Nutrients*, *14*(8), 1682. <https://doi.org/10.3390/nu14081682>
- Donoso, F., Cryan, J. F., Olavarria-Ramírez, L., Nolan, Y. M. ve Clarke, G. (2023). Inflammation, Lifestyle Factors, and the Microbiome-Gut-Brain Axis: Relevance to Depression and Antidepressant Action. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, *113*(2), 246-259. <https://doi.org/10.1002/cpt.2581>
- Grotz, V. L., Pi-Sunyer, X., Porte, D., Roberts, A. ve Richard Trout, J. (2017). A 12-week randomized clinical trial investigating the potential for sucralose to affect glucose homeostasis. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *88*, 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.05.011>
- Jin, Y., Wu, S., Zeng, Z. ve Fu, Z. (2017). Effects of environmental pollutants on gut microbiota. *Environmental Pollution*, *222*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.045>
- Li, J., Zhu, S., Lv, Z., Dai, H., Wang, Z., Wei, Q., Hamdard, E., Mustafa, S., Shi, F. ve Fu, Y. (2021). Drinking Water with Saccharin Sodium Alters the Microbiota-Gut-Hypothalamus Axis in Guinea Pig. *Animals*, *11*(7), 1875. <https://doi.org/10.3390/ani11071875>
- Liu, C., Zhan, S., Tian, Z., Li, N., Li, T., Wu, D., Zeng, Z. ve Zhuang, X. (2022). Food additives associated with gut microbiota alterations in inflammatory bowel disease: Friends or enemies? *Nutrients*, *14*(15), 3049. <https://doi.org/10.3390/nu14153049>
- Mooradian, A. D., Smith, M. ve Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical Nutrition eSPen*, *18*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.01.004>
- Roca-Saavedra, P., Mendez-Vilabril, V., Miranda, J. M., Nebot, C., Cardelle-Cobas, A., Franco, C. M. ve Cepeda, A. (2017). Food additives, contaminants and other minor components: effects on human gut microbiota—a review. *Journal of Physiology and Biochemistry*, *74*(1), 69–83. <https://doi.org/10.1007/s13105-017-0564-2>
- Ruiz-Ojeda, F. J., Plaza-Díaz, J., Sáez-Lara, M. J. ve Gil, A. (2019). Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials. *Advances in*

- Nutrition*, 10(suppl\_1), S31–S48. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy037>
- Sambu, S., Hemaram, U., Murugan, R. ve Alsofi, A. A. (2022). Toxicological and teratogenic effect of various food additives: an updated review. *BioMed Research International*, 6829409. <https://doi.org/10.1155/2022/6829409>
- Serrano, J., Smith, K. R., Crouch, A. L., Sharma, V., Yi, F., Vargova, V., LaMoia, T. E., Dupont, L. M., Serna, V., Tang, F., Gomes-Dias, L., Blakeslee, J. J., Hatzakis, E., Peterson, S. N., Anderson, M., Pratley, R. E. ve Kyriazis, G. A. (2021). High-dose saccharin supplementation does not induce gut microbiota changes or glucose intolerance in healthy humans and mice. *Microbiome*, 9(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00976-w>
- Sittipo, P., Lobionda, S., Lee, Y. K. ve Maynard, C. L. (2018). Intestinal microbiota and the immune system in metabolic diseases. *Journal of Microbiology*, 56(3), 154–162. <https://doi.org/10.1007/s12275-018-7548-y>
- Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C. A., Maza, O., Israeli, D., Zmora, N., Gilad, S., Weinberger, A., Kuperman, Y., Harmelin, A., Kolodkin-Gal, I., Shapiro, H., Halpern, Z., Segal, E. ve Elinav, E. (2014). Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*, 514(7521), 181–186. <https://doi.org/10.1038/nature13793>
- Uebanso, T., Ohnishi, A., Kitayama, R., Yoshimoto, A., Nakahashi, M., Shimohata, T., Mawatari, K. ve Takahashi, A. (2017). Effects of Low-Dose Non-Caloric Sweetener Consumption on Gut Microbiota in Mice. *Nutrients*, 9(6), 560. <https://doi.org/10.3390/nu9060560>
- Viennois, E. ve Chassaing, B. (2018). First victim, later aggressor: How the intestinal microbiota drives the pro-inflammatory effects of dietary emulsifiers? *Gut Microbes*, 9(3), 289–291. <https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1421885>
- Wang, J., Zhu, N., Su, X., Gao, Y. ve Yang, R. (2023). Gut-Microbiota-Derived metabolites maintain gut and systemic immune homeostasis. *Cells*, 12(5), 793. <https://doi.org/10.3390/cells12050793>
- Wilk, K., Korytek, W., Pelczyńska, M., Moszak, M. ve Bogdański, P. (2022). The effect of artificial sweeteners use on sweet taste perception and weight loss efficacy: a review. *Nutrients*, 14(6), 1261. <https://doi.org/10.3390/nu14061261>



## Sürdürülebilir Kırsal Arazi Yönetimi


### Sustainable Rural Land Management

Hakan AYHAN<sup>1\*</sup>, Zuhale KARAKAYACI<sup>2</sup>, Aysun YENER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dijital Tarım Kütüphanesi, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara

<sup>2,3</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya

<sup>1</sup>ORCID: 0009-0003-5411-4054  <sup>2</sup>ORCID: 0000-0003-2933-5608 

<sup>3</sup>ORCID: 0000-0002-2764-0759 

\*Sorumlu Yazar: 63hakan06@gmail.com

Geliş Tarihi: 31.10.2023 Kabul Tarihi: 30.04.2024

#### ÖZET

Bu çalışmada, insanoğlunun tarih boyunca toprakla olan yakın ilişkisini ve bu ilişkinin sürdürülebilir arazi yönetimi için neden önemli olduğu ele alınmıştır. Dünya nüfusu hızla artarken, toprak kaynakları sınırlıdır ve tarım için uygun araziler giderek azalmaktadır. Bu durum dünya genelinde açlık ve kötü beslenme sorunlarına yol açmaktadır. Türkiye'nin nüfusu da artmakta ve bu durum, mevcut toprakların daha verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Çalışma, tarım arazilerinin tarım dışı amaçlarla kullanılmasının ve arazilerin parçalı hale gelmesinin tarımsal verimi düşürdüğünü vurgulamaktadır. Tarımın ekonomik büyüme, gıda üretimi ve sanayiye hammadde sağlama gibi önemli roller oynadığına dikkat çekmektedir. Kırsal arazi yönetimi, tarım dışı kullanımın engellenmesi ve arazilerin daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak için kritik öneme sahiptir. Ayrıca toprak reformu, verimli tarım arazilerinin korunmasını ön plana çıkarmaktadır. Kırsal arazi yönetiminin sürdürülebilir kalkınma için kilit bir faktör olduğu ve çok işlevli olması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, Türkiye'de 2005 yılında yürürlüğe giren Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nda kırsal arazi yönetimi için önemli düzenlemelere yer verilmiş, ancak bu düzenlemelerin uygulamada eksiklikleri bulunmaktadır. Sonuç olarak, çalışmada, arazi toplulaştırmasının tarımsal verimi artırmanın yanı sıra sosyal ve çevresel sorunlara çözüm getiren önemli bir araç olduğu, toprak ve arazi yönetiminin sürdürülebilirlik için hayati bir öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arazi yönetimi, Kırsal arazi, Tarım arazileri, Toprak kullanımı, Sürdürülebilir arazi yönetimi

#### ABSTRACT

This study discusses humankind's close relationship with soil throughout history and the reason why this relationship is important for sustainable land management. Land resources are limited. While the world population is rapidly increasing, land suitable for agriculture is gradually decreasing. This situation causes hunger and malnutrition problems around the world. Türkiye's population is also increasing, and this necessitates the more efficient use of existing lands. The study emphasizes that the use of agricultural lands for non-agricultural purposes and the fragmentation of lands reduce agricultural productivity. It also points out that agriculture plays an important role in economic growth, food production and providing raw materials to industry. Rural land management is critical to prevent non-agricultural use and ensure more effective use of land. In addition, land reform highlights the protection of productive agricultural lands. It is emphasized that rural land management is a key factor for sustainable development and should be multifunctional. Moreover, the Law on Soil Conservation and Land Use, which came into force in Türkiye in 2005, included important regulations for rural land management. However, these regulations have deficiencies in practice. As a result, it was determined in the study that land consolidation is an important tool that not only increases agricultural efficiency but also provides solutions to social and environmental problems, and that soil and land management are of vital importance for sustainability.

**Keywords:** Land management, Rural land, Agricultural land, Land use, Sustainable land management

## GİRİŞ

İnsanoğlu yaradılışından itibaren toprakla hem dem olmuş ve bu birliktelik çağlar boyunca kesintisiz devam etmiştir. Bu birlikteliğin kesintisiz ve karşılıklı olması sürdürülebilir bir arazi yönetiminin sağlanmasını gerektirir. Bu ise insanların konuyla ilgili yeterli bir donanımına sahip olmasına bağlıdır (Yalçın ve Göktepe, 2018).

Dünya nüfusu 8 milyarı geçmiştir. Nüfusun 2030 yılında yaklaşık 8,5 milyar, 2050’de ise 9,7 milyar seviyelerine yükselmesi beklenirken, uzun vadeli tahminler ışığında 2100 yılında 10 milyarı aşabileceği tahmin edilmektedir (Yomralıoğlu, 2021). Nüfustaki bu hızlı artışa karşılık dünyada bulunan topraklar sabit kalmakta, bunun yanı sıra tarım için uygun toprak ise sürekli bir biçimde azalmaktadır. Sivil toplum kuruluşlarının raporlarında dünya genelinde açlık çeken ve kötü beslenmeye maruz kalan yaklaşık 1 milyar insanın bulunduğu belirtilmektedir (Yomralıoğlu, 2021). Dünyadaki bu durum ile Türkiye’deki durum benzerlik taşımaktadır. Daha da önemlisi Türkiye nüfusunun dünya nüfusuna oranla artış hızının yüksek olması; gıda talebinin artışı, mevcut arazilerin en verimli şekilde kullanılmasını hayati bir gereklilik haline getirmiştir. Türkiye toprakları ile ilgili tarım alanları göz önüne alındığında başlıca karşı karşıya olduğumuz, temel iki sorun ortaya çıkmaktadır. Birincisi tarım arazilerinin tarım dışı amaçlar için kullanılması, diğeri ise arazilerin parçalı ve dağınık şekilde olmasıdır. Bu da verimi son derece düşüren faktörlerden birisidir (Yomralıoğlu, 2021).

Tarım, istihdam edilen nüfusa sağladığı gelirin yanı sıra beslenme için zaruri olan gıda maddelerinin üretilmesi, sanayi sektörüne girdi sağlaması ve sanayi ürünleri için talep oluşturması, uluslararası ticarete ihracata vermiş olduğu katkısı ile ulusal gelirin şekillenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Bayar, 2018). Buna binaen tarımsal faaliyetlerin büyük bir kısmının yürütüldüğü kırsal alanların tarım dışı kullanımının engellenmesi ve bu istikrarın gelecek nesillere bırakılması çok önemli bir konudur.

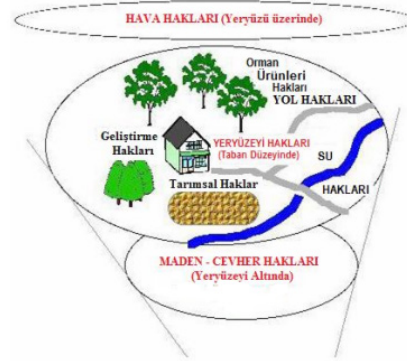
Kırsal arazilerin yönetilmesi hususunda sosyo-ekonomik ve çevresel

sorunların minimize edilmesi, tarım politikalarına bağlı olan bir durumdur. Ülke topraklarının etkin ve verimli kullanılmasının planlanması, iktisadi ve sosyal kalkınmanın dolayısıyla da kırsal yoksulluğun engellenmesinde çok önemlidir. Bu planlama oldukça geniş kapsamlı olmalı; tarım arazilerinin kullanımı ile toprak reformu, arazi toplulaştırması, mülkiyet ilişkileri, kırsal yerleşim ve doğal alanları, kırsal peyzaj ve kırsal alanın sürdürülebilir yönetimi başlıklarını kapsamalıdır (Gün, 2015).

## BAZI KAVRAMLAR, TANIMLAR

### Arazi Yönetimi

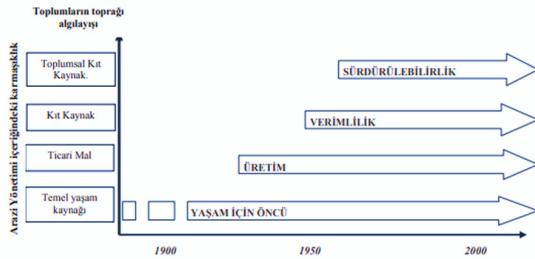
Arazi yönetimi, arazi kaynaklarının kullanımını ve gelişimini yönetme sürecidir. Toprak doğası gereği kıt bir doğal kaynaktır (Erkan, Seylam ve Yaşayan, 2011). Arazi, bitki örtüsü ve biyolojik unsurları kapsayan ekolojik ve hidrolojik süreçlerin geliştiği sistemin tanımlandığı bir ortamı ifade etmesi sebebiyle de canlı bir ortamdan bahsetmek mümkündür (Dale ve McLaughlin, 1999).



Şekil 1. Arazi mekânının üç boyutlu krokisi (Erkan, Seylam ve Yaşayan, 2011)

Arazi yönetiminin esası ve hedefi, sosyo-ekonomik ve teknolojik ilerlemelere uygun olarak sürekli dönüşüm göstermektedir. Arazi yönetiminin ilk başlardaki birincil hedefi, temel besin ihtiyaçlarının sağlanmasına yöneliktir. Sanayileşmeyle başlayan teknolojik ilerlemelerin etkisiyle tarım, sadece geçimlik üretimden çok daha büyük bir sektör haline gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde tarımsal üretimin artması, sanayi sektörünün kırsal bölgelerde daha fazla ham madde ve

doğal kaynak tüketimi sonucu çevresel bozulmalara yol açmıştır. II. Dünya Savaşı itibarıyla belirlenen ekonomik kalkınma ve tarım politikaları, maksimum üretim adına yeni tarım arazilerinin açılmasını ve amaç dışı toprak kullanımını destekleyerek çevresel ve kültürel mirası ikincil plana atan yeni bir arazi yönetimi politikası meydana getirmiştir. Bu politikalarda arazi yönetiminin temel ilkesi verimlilik üzerine kurulmuş; gıda ve sanayi hammaddesi olarak birim kaynaktan maksimum ve daha ucuz faydalanma adına çevresel sorunlara katlanılması gerektiği varsayılmıştır (Gür, 2008).



Şekil 2. İnsan-toprak ilişkisi ve arazi yönetimi gelişim süreci (Gür, 2008)

### Kırsal Arazi Yönetimi

Toprak yapısı erozyon sebebiyle ve amaç dışı kullanımlarla bozulan ve azalan, meraları ve ormanları tahrip olan, bunun yanı sıra yeraltı zenginlikleri de etkin bir şekilde kullanılmayan, doğal ve çevresel değerleri bozulan ve gitgide tükenen, zaten kıt olan su kaynaklarının azalan ülkemizde kalkınmanın sürdürülebilir nitelikte olmasının temel koşulu olan arazi ve kaynak kullanımını bir bütün içinde ele alan sürdürülebilir kırsal arazi yönetiminin tanımının henüz yapılmamış olması, ülkemizde kırsal arazi yönetiminin olmadığı anlamına gelmemektedir.

Kırsal arazi yönetimi, soyut bir üst yapı olarak belirginleşmekte olup, bu alana ait faaliyetler ve uygulamalar ayrı ayrı ele alınmaktadır. Özellikle 8. ve 9. Beş Yıllık Kalkınma Planları ve mevcut yasal düzenlemelerde yapılan değişiklikler, tarım, çevre ve kentleşme alanlarındaki çalışmaların odak noktasını toprakların, suyun ve doğal kaynakların korunması, planlı ve amacına uygun bir şekilde kullanılması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir

(Gür, 2008). 11. Kalkınma Planında da tarım arazilerine büyük bir önem vererek bu arazilerin korunması, etkin kullanımı ve yönetimi için çeşitli adımlar atılacağı belirtilmiştir. Bu kapsamda, ülke genelinde toprak yeteneklerini belirlemek amacıyla detaylı toprak etütleri gerçekleştirilecek, bu veriler haritalanacak ve sınıflandırılacaktır. Toprak bilgi sistemine dayalı olarak tarımsal arazi kullanım planları hazırlanacak ve uygulanacaktır. Tarım arazilerinin tarım dışı kullanımına yönelik baskının azaltılması için gerekli düzenlemeler yapılacak ve denetimler sıkılaştırılacaktır. Ayrıca, atıl arazilerin tarımsal üretime kazandırılması ve tarım arazi piyasalarının geliştirilmesi amacıyla arazi bankacılığı sistemi kurulacaktır (On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 2023). Ancak, uygulamalara yönelik bir bakış açısı sunulduğunda, hala kapsamlı bir kırsal arazi yönetimi yaklaşımının eksik olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, tarım, çevre, toprak kullanımı ve doğal kaynak koruma gibi kırsal arazi yönetimini oluşturan bileşenlerde olumlu gelişmeler yaşandığı belirtilebilir. Ancak, bu alanlardaki politika ve uygulamaların koordinasyonu ve bütünlüğü eksikliği, daha kapsamlı bir yaklaşımın geliştirilmesini engellemektedir. Dolayısıyla, kırsal arazi yönetimi konusunda daha tutarlı ve bütüncül bir yaklaşımın oluşturulması, gelecekte bu alandaki olumlu gelişmelerin daha etkili ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacaktır (Gür, 2008).

### Sürdürülebilir Arazi Yönetimi

“Sürdürülebilirlik” terimi, ilk kez 1972 yılında İsveç’in başkenti Stockholm’de düzenlenen “Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı (United Nations Conference on the Human Environment)’nda uluslararası bir platformda ifade edilmiştir. Stockholm Bildirgesi (Stockholm Declaration)’nde “sürdürülebilir kalkınma” kavramını temellendiren önemli ilkeler bulunmaktadır. Bu ilkeler çevresel sürdürülebilirliği vurgulamaktadır ve çevre ile ekonomik-sosyal gelişme arasındaki dengeyi sağlamayı amaçlamaktadır. Bu ilkelere göre, çevre taşıma kapasitesine saygı gösterilmeli, kaynak kullanımında adalet ve eşitlik ön planda olmalı, ekonomik ve sosyal



gelişme ile çevresel faktörler arasındaki ilişki göz önünde bulundurulmalı ve kalkınma ile çevre bütünlüğü korunmalıdır. Bu prensipler, sürdürülebilirliğin temel taşlarıdır (Gür, 2008).

Sürdürülebilir arazi yönetimi; beslenme, barınma ve geçim ihtiyaçlarının karşılanması, toplumsal refahın ve kaliteli yaşamın temin edilmesi, doğal yaşam alanlarının korunması ve desteklenmesi, çevre ve ekosistemlerin özellikle toprak ve su kaynakları ile diğer doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi, ekonomik sistemlerin sürekliliği (toprağa dayalı sanayi, tarım vb.), teknik altyapının sağlanması ve geliştirilmesi için en uygun arazi kullanımı ve mülkiyet düzenlemesi gibi toprak kullanımı ile doğrudan ya da dolaylı ilişkili konulardaki sorunların belirlenmesi ve ihtiyaçların karşılanması, tedbirlerin alınması ve uygun politika, plan ve kararların oluşturulmasında bilgi, yönetim ve düzenleme araçlarıyla kritik bir rol oynamaktadır (Demirel ve Gür, 2008).

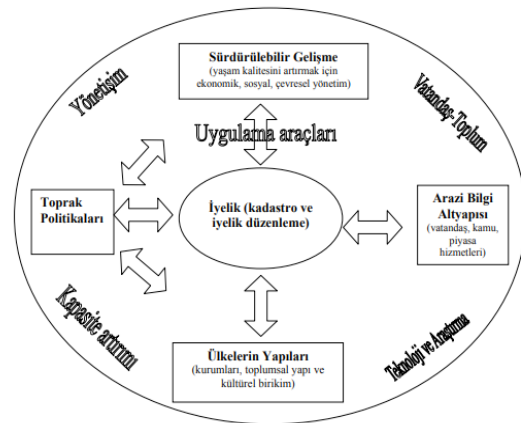
Sürdürülebilir arazi yönetimi, toprağın korunmasının ve kullanımının planlanması ve bu planlama gereğince arazi kullanımının gerçekleştirilmesini gerekli gören bir yaklaşımı ifade etmektedir. Sürdürülebilir arazi yönetimi, karmaşık bir yapıya sahiptir ve farklı disiplinlerin farklı tanımlarını ve amaçlarını içermektedir. Kesin ve sayısal bir tanımı yoktur; bu nedenle, sürdürülebilirlik tanımının esnek olması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda, arazi yönetimini sürdürülebilir kılan beş temel başlıktan bahsedilmektedir:

- 1. Verimlilik:** Tarım ve kırsal ekosistemlerle ilgili üretkenliği artırmayı hedeflemektedir. Bu durum, gıda üretimini artırmak ve tarım verimliliğini sürdürülebilir bir şekilde artırmak anlamına gelmektedir.
- 2. Güvenlik:** Besin güvencesini sağlamayı ve üretim risklerini azaltmayı amaçlamaktadır. Gıda tedarikinin istikrarını ve güvenliğini korumak sürdürülebilir arazi yönetiminin önemli bir parçasıdır.
- 3. Koruma:** Doğal kaynakları,

biyoçeşitliliği ve ekosistemleri korumayı hedeflemektedir. Bu, su kaynaklarını korumak, toprak erozyonunu önlemek ve doğal yaşam alanlarını korumak gibi çevresel hedefleri içermektedir.

- 4. Uygulanabilirlik:** Koruma ve geliştirme önlemlerinin ekonomik olarak uygulanabilir olması gerekmektedir. Bu, sürdürülebilir arazi yönetiminin pratik bir şekilde uygulanabilir olmasını vurgulamaktadır.
- 5. Kabul edilebilirlik:** Uygulamaların toplumsal yapıya uygun ve toplum tarafından kabul edilebilir olması önemlidir. Toplumun katılımı ve destekleri, sürdürülebilir arazi yönetiminin başarısı için kritik bir faktördür (Dumanski, 1997).

Bu beş temel başlık, sürdürülebilir arazi yönetimini anlamak ve uygulamak için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Her biri arazi kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmakta ve bu alanlardaki dengeyi korumaktadır. Bu esnek ve disiplinler arası yaklaşım, farklı coğrafi bölgelere ve değişen ihtiyaçlara uygun sürdürülebilir arazi yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 3. Sürdürülebilir arazi yönetimi modeli (Enemark, 2006)

Toprak, karasal ekosistemin temeli olan, doğal çevrenin diğer yapılarını barındıran ve birleştiren, yeniden üretilmesi

mümkün olmayan, çok işlevli, etkileşimli, hayat için vazgeçilemez olan doğal bir kaynaktır. Sürdürülebilir arazi yönetiminin temel odak noktası, arazi kullanımı ve düzenlemelerinin çeşitli işlevleri yerine getirebilmesi ilkesidir. Bu çok işlevlilik ilkesi, çevre dostu tarımsal alan planlamalarından doğal yaşam koridorlarının oluşturulmasına kadar bir dizi örnekle somutlaştırılabilir. Örneğin, tarım alanlarının çevre dostu bir şekilde planlanması, hem tarım işlevini yerine getirirken aynı zamanda doğal yaşam koridorlarının oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, kırsal alanların geliştirilmesi, hem ekolojik sistemlerin korunmasına katkı sağlar hem de turizm olanaklarını artırmaktadır. Sürdürülebilir arazi yönetimi, kentsel ve kırsal bölgelerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlama ve uygulamaların bir arada olmasını sağlamaktadır. Bu, çevresel, ekonomik ve sosyal gereksinimleri dengelemeyi hedefler ve böylece uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik etmektedir. Sürdürülebilir arazi yönetimi, çevresel koruma, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, toplumların refahı ve yaşanabilir alanların oluşturulması gibi önemli hedeflere ulaşmada önemli bir araçtır. Bu prensiplere dayalı olarak tasarlanan ve uygulanan çok işlevli arazi yönetimi, arazinin potansiyelini en üst düzeye çıkarırken çevreye ve insanlara zarar vermeden bu işlevleri bir arada sürdürebilir (Gür, 2008).

Yanlış arazi kullanım kararlarının neticesinde, doğal yapı kalıcı bir şekilde tahrip olmakta, sınırlı tarımsal üretim potansiyeline sahip toprakların kaybıyla birlikte gıda güvenliği tehdit altında kalmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliklerine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olarak geri dönüşü olmayan zararlar ortaya çıkmaktadır (Ülger, 2023).

## **SÜRDÜRÜLEBİLİR KIRSAL ARAZİ YÖNETİMİ**

2005 yılında Türkiye’de yürürlüğe giren 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (25880), 2005) kırsal arazi yönetimi için ülke genelinde bütüncül tedbirler almayı amaçlayan önemli

bir yasal düzenlemeyi temsil etmektedir. Bu kanun, Türkiye’nin toprak ve arazi varlığını koruma, sürdürülebilir kullanımını teşvik etme ve arazi kullanım planlarını oluşturma amacı taşımaktadır. İlgili yasa, kırsal arazi ve toprak envanterinin oluşturulmasını ve bu verilere dayalı arazi kullanım planlarının hazırlanmasını içeren önemli hükümler içermektedir. Kanunda öne çıkan ana başlıklar şunlardır (İnan ve Yomralıoğlu, 2011):

### **Toprak ve Arazi Varlığının Belirlenmesi**

Bu başlık altında, ülkenin toprak ve arazi kaynaklarının envanterinin oluşturulması ve kaynakların durumunun belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu, toprakların sınıflandırılması, özelliklerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi ile ilgilidir.

### **Arazi Kullanım Planlarının Yapılması**

Bu başlık, toprak ve arazi envanterine dayalı olarak kırsal alanlarda arazi kullanım planlarının hazırlanmasını kapsamaktadır. Bu planlar, tarımsal alanların, ormanların, çevresel koruma bölgelerinin ve diğer kullanım alanlarının belirlenmesini içermektedir. Ayrıca, bu planlar çevresel koruma, sürdürülebilir tarım ve toprak kullanımını teşvik eden stratejileri içerebilmektedir.

### **Tarımsal Amaçlı Arazi Kullanım Plan ve Projelerinin Hazırlanması**

Bu başlık altında, tarım alanlarının sürdürülebilir ve etkili bir şekilde kullanılmasını teşvik eden planlar ve projeler oluşturulmaktadır. Bu, tarım alanlarının verimliliğini artırmak, su kaynaklarını yönetmek ve tarımsal faaliyetleri sürdürülebilir hale getirmek için gerekli stratejileri içermektedir. Bu hükümler, Türkiye’nin kırsal arazi yönetimi için çok önemli bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu düzenlemelerin uygulanması, hem ülkenin çevresel kaynaklarını korumayı hem de sürdürülebilir kırsal kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlamaktadır (İnan ve Yomralıoğlu, 2011).

1989-2018 dönemi içerisinde Türkiye'nin ulusal mevzuatı, tarım arazilerinin korunması ile ilgili karşılaşılan sorunları ele alarak çözüme yönelik yasal bir temel oluşturmak amacıyla çeşitli girişimlerde bulunmuştur.

1989	2005	2007	2014	2017	2018
Tarım Alanlarının Tarım Dışı Gaye ile Kullanılmasına Dair Yönetmeliği	5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu	5578 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun	6537 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun	Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Yönetmelik	Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Uygulama Talimatı

Şekil 4. Türkiye'de yıllara göre tarımla ilgili çıkan mevzuat

Ancak bu yasal düzenlemeler, tarım arazilerinin korunması amacıyla uygulamada karşılaşılan veya gelecekte karşılaşılabilecek bazı olumsuz hususları gidermede yetersiz kalmıştır. Özellikle, 5403 sayılı Kanun'un «tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı» ile ilgili hükümleri dikkate alındığında, bu hükümlerin içeriği önem kazanacaktır. Kanunun 13. Maddesi, mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ve sulu tarım arazilerinin tarımsal üretim dışında kullanılamayacağı belirtilmiştir. Ancak, alternatif bir kullanım alanının bulunmaması ve toprak koruma projelerine uyulması koşuluyla, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın izni ile amaç dışı kullanıma izin verilebileceğini öngörmektedir. Bu hükümler, tarım arazilerinin korunması ve sürdürülebilir kullanımının önemini vurgularken, belirli şartlar altında amaç dışı kullanımın mümkün olabileceğini göstermektedir. (Yenigül ve Gökler, 2020). 2014 yılında çıkarılan Büyükşehir Yasası buna örnek olarak verilebilir. Bu yasa ile bazı bölgelerde tarımsal arazilerin imara

açılma riski bulunmaktadır. Tarımsal arazilerin imara açılması sürecinde, belediye meclis kararı ve Toprak Koruma Kurulu izni gerekmektedir. Ancak, konut, ticaret, sanayi alanı, kamu yatırım alanı gibi amaçlarla tarımsal arazilerin imara açılması konusunda belirli bir risk mevcuttur (Ayyıldız, Çiçek ve Ayyıldız, 2016). Ancak, bu yasal düzenlemelerin uygulanması ve denetlenmesi konusunda daha fazla ayrıntı ve etkili mekanizmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de tarım arazileriyle ilgili başka bir sorun da tarım arazilerinin küçük, parçalı ve dağınık olmasıdır. Özellikle kırsal bölgelerde bu sorunların artmasına sebep olan etkenler şunlardır (Yomralıoğlu, 2021):

### Miras ve İntikal Yoluyla Parçalanma

Birçok kırsal aile, tarım arazilerini miras yoluyla nesilden nesile aktarmaktadır. Bu süreç, arazilerin her seferinde daha da küçülmesine ve parçalanmasına yol açmaktadır.

### Hisseli ve Bölünerek Yapılan Satışlar

Tarım arazileri, hisseli mülkiyet yapısına sahip olduğu için mirasçılar arasında anlaşmazlıklar yaşanabilmektedir. Bu anlaşmazlıklar sonucunda araziler bölünerek satılabilmekte, bu da parçalanmayı artırmaktadır.

### Sermaye ve İş gücü Yetersizliği

Tarım işletmeleri, yeterli sermaye ve iş gücüne sahip olmadıklarında arazilerini kısmi kiracılık veya ortakçılık gibi yöntemlerle işbirliği yapmaktadırlar. Bu da tarım arazilerinden yeteri kadar verim almasını engellemektedir.

### Doğal Afetler

Sel, taşkın ve heyelan gibi doğal afetler, tarım arazilerinin kullanılamaz hale gelmesine veya bu arazilerin daha fazla parçalanmasına yol açmaktadır.

### Kamu Yatırımları

Tarım arazilerinden geçen kamu yatırımları, bu arazilerin bölünmesine ve verimliliklerinin azalmasına neden

olabilmektedir. Özellikle sulama, karayolları ve demiryolları gibi altyapı projeleri bu konuda etkilidir.

### **Yüksek Nüfus Yoğunluğu**

Tarım kesiminde yüksek nüfus yoğunluğu, toprakların daha fazla baskı altında kalmasına ve bu baskının sonucunda arazilerin parçalanmasına yol açmaktadır.

Bu nedenlerle, tarım arazilerinin plansız bir şekilde parçalanması ve dağınık hale gelmesi, sulama işletmeciliği, ulaşım ağı ve yatırım maliyetleri gibi konularda sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların çözümü için kırsal planlama, miras düzenlemeleri, eğitim ve teknolojiye yatırım gibi stratejiler uygulanabilir. Bu şekilde, tarım sektöründeki kaynakların daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması sağlanabilir (Yomralıoğlu, 2021).

Toprak toplulaştırması, toprak mülkiyetinin geliştirilmesinden, kırsal alanın düzenlenmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir toprak yönetimi sağlamaktadır. Etkin bir toprak yönetimi ve toplulaştırma, kırsal alanlardaki toprakların amacına uygun, verimli ve doğru bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Toprak toplulaştırması, kırsal alanların planlamasını düzenlerken ve bu alanlardaki yaşam ve çalışma koşullarını iyileştirirken, özellikle şehir planlaması ve tarım dışı sektörlere yönelik politika oluşturulmasını desteklemektedir (Gün, 2015).

Kırsal bölgelerde, arazi toplulaştırma çalışmalarının sadece tarımsal faaliyetlere değil, aynı zamanda kırsal alanın sosyo-ekonomik sorunlarına çözüm getirme potansiyeli büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle arazi toplulaştırması, çok yönlü bir kırsal alan planlaması olarak değerlendirilmeli ve sadece tarımı destekleyen bir uygulama olarak sınırlanmamalıdır. Bu tür çalışmalar sonucunda tarımsal verimlilik artar ve ürün çeşitliliği artırılır (Boyras ve Üstündağ, 2008).

Arazi toplulaştırması, yol, sulama ve drenaj kanalları gibi fiziksel altyapı tesislerine adil erişim sağlayarak, tüm bireylerin bu kaynaklardan eşit şekilde yararlanmasını desteklemektedir.

Ayrıca mevcut mülkiyet sorunlarını çözme potansiyeli taşımakta ve çiftçiler arasındaki yol ve su kullanımı konusundaki anlaşmazlıkları azaltmakta, bu da sosyal huzurun artmasına katkı sağlamaktadır. Arazi toplulaştırması, aynı zamanda kırsal alanlardaki tarihi ve kültürel mirasın korunmasına yardımcı olabilmekte ve genç nüfusa iş fırsatları sunarak kırsal bölgelerde yaşamalarını teşvik edebilmektedir. Ayrıca, mera arazileri, özel araziler ve kamuya ait araziler üzerindeki işgallerin önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Özellikle miras nedeniyle tarım arazilerinde parçalanmayı ve işlenemez hale gelmeyi engelleyerek, «tarımsal alanların işletme bütünlüğü»nü artırarak sürdürülebilir kırsal arazi yönetimine katkıda bulunmaktadır. Eğimli arazilerde teraslamayı teşvik ederek erozyonu önlemektedir. Sonuç olarak, arazi toplulaştırması, kırsal bölgelerdeki kalkınma ve sürdürülebilir arazi yönetimi açısından büyük öneme sahiptir. Bu tür uygulamalar, kırsal yerleşimlerin altyapısını iyileştirerek gelişmelerine katkı sağlar ve çeşitli sosyal ve çevresel sorunların çözümüne yardımcı olmaktadır (Boyras ve Üstündağ, 2008).

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Zaman içinde, insanların doğal çevre üzerindeki etkisi artmış, büyüyen nüfusun temel ihtiyaçlarını karşılamak ve teknolojiyi geliştirerek daha fazla verim elde etmek amacıyla arazi kullanımı büyük değişikliklere uğramıştır. Bu değişimler, ekonomik fayda sağlamayan alanların ekonomik faaliyetlere dönüştürülmesini teşvik etmiştir, ancak aynı zamanda amaç dışı arazi kullanımı sorununu da beraberinde getirmiştir. Özellikle 1980'lerden itibaren, dışa açılma ve serbestleşme politikalarının yaygınlaşmasıyla, geleneksel olarak ülke ekonomisinin temelini oluşturan tarım sektörü, katma değer ve ihracat açısından azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum, tarım alanlarına benzer bir şekilde yansımıştır (Bayar, 2018).

Günümüzde, arazi kullanımının sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri göz önünde bulundurarak, arazi kullanım politikalarının dikkatle ele alınması gerekmektedir. Ayrıca, tarım sektörünün ekonomideki rolünün azalması, alternatif

ekonomik faaliyet alanlarının geliştirilmesine ve tarım dışı sektörlerle yönelik çeşitli politika önlemlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Bu dönüşüm, arazi kullanımının gelecekteki sürdürülebilirliğini ve ülke ekonomisinin çeşitlendirilmesini ele almak açısından önemlidir. Söz konusu negatif değişim tarımsal alanlarda kendini çok daha fazla göstermiştir. Hizmet ve sanayi sektörünün geliştiği kent alanlarının giderek yaygınlaşması, öncelikle bu kent çevresindeki alanların tarım dışı amaçlarla kullanımını artırmıştır. Verimli tarım alanlarına sahip olan ülkenin gıda güvenliğinde sorun yaşamaması, ekonomik seviyesinin yükselmesi için mevcut tarım alanlarının amacı doğrultusunda kullanılması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmenin koşulları ise başta tarım sektörünün mevcut sorunlara çözümler üretmesi, çağdaş tarım politikaları geliştirilmesi, doğru ve planlı bir kentleşme yapısının kazanılmasıdır (Bayar, 2018).

Günümüzde “arazi, geri dönüşümü olmayan ve üretilmeyen kıt bir kaynak” olarak tanımlanmıştır. Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile birlikte görülmeye başlanan hızlı kentleşme süreci, küreselleşme akımları, planlama süreçleri, çevre yönetimi ve bilgi teknolojilerindeki hız kesmeyen gelişmeler, sosyal hayat için tehdit olmaktadır. Bu bağlamda çevre ve arazi politikalarının iyi yönetilmesi, hayatların idamesi için vazgeçilmez bir zorunluluktur (Yomralıoğlu, 2021).

Sonuç olarak, sürdürülebilir kırsal arazi yönetimi, toprakların doğru ve verimli bir şekilde kullanılması, çevrenin korunması ve sosyo-ekonomik kalkınmanın desteklenmesi için kritik bir öneme sahiptir. Bu tür bir yönetim, tarımın sadece gıda üretimi değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal faydalar sağlayan bir sektör olmasını destekler. Bu nedenle, stratejik planlama, politika geliştirme ve eğitim çabalarıyla sürdürülebilir kırsal arazi yönetiminin teşvik edilmesi gereklidir.

## KAYNAKLAR

Ayyıldız, M., Çiçek, A., ve Ayyıldız, B. (2016). 6360 Sayılı Büyükşehir Yasasının Kırsal Kesime Olası Etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji*

*Dergisi*, s. 280-285.

- Bayar, R. (2018). Arazi kullanımını açısından Türkiye’de tarım alanlarının değişimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(2), 187-200. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000197](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000197)
- Boyraz, Z. ve Üstündağ, Ö. (2008). Kırsal alanlarda arazi toplulaştırma çalışmalarının önemi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 3(3), 563-578.
- Dale, P. ve McLaughlin, J. (1999). Land Administration. New York: Oxford University Press.
- Demirel, Z. ve Gür, M. (2008, Haziran 01). Arazi Yönetimi ve Mesleğimizdeki Değişime Etkileri. Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, s. 5-11.
- Dumanski, J. (1997). Criteria and indicators for land quality and sustainable land management. *ITC Journal*, 3(4), 216-222.
- Enemark, S. (2006). The land management paradigm for institutional development. In Sustainability and land administration systems: Proceedings of the expert group meeting on incorporating sustainable development objectives into ICT enabled land administration systems (pp. 17-29). Department of Geomatics, University of Melbourne.
- Erkan, H., Seylam, S. G. ve Yaşayan, A. (2011). Arazi yönetimi kavramı ve Türkiye gereksinimi. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Gün, S. (2015). Kırsal Alanın Planlanması ve Toprak Toplulaştırması. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 52-61.
- Gür, M. (2008). Kırsal arazi yönetimi ve yönetime katılımın tasarımı (Doktora tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İnan, H. İ. ve Yomralıoğlu, T. (2011). Kırsal arazi yönetimi için coğrafi bilgi sistemi modeli. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.

- On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). (2023). Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Ülger, N. E. (2023). Kentsel Arazi Düzenlenmesi Kentsel Dönüşüm. İstanbul: Yem Yayın.
- Yalçın, L. ve Göktepe, A. (2018). Arazi yönetimi kapsamında koruma anlayışı ve sit alanı mülkiyetindeki veri yetersizliği. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7(2), 329-336.
- Yeniğül, S. B. ve Alkan Gökler, L. (2020). Belediyeler İçin Hizmet Rehberleri Serisi Tarım Arazilerinin Korunması Rehberi (s. 53). Ankara: Cumhurbaşkanlığı Yerel Yönetim Politikaları Kurulu.
- Yomralıoğlu, T. (2021). Arazi Yönetimi (s. 221). İstanbul: İTÜ Geomatik Mühendisliği.
- Yönetmelik. (2005, 3 Temmuz). Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu. Resmî Gazete (Sayı: 25880). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050719-2.htm>