



FERMENTE GIDALARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Büşra Akdeniz Oktay*, Z. Yeşim Özbaş

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş / Received: 07.09.2020; Kabul / Accepted: 16.11.2020; Online baskı / Published online: 25.11.2020

Akdeniz Oktay, B., Özbaş, Z.Y. (2020). Fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri. *GIDA* (2020) 45(6) 1215-1226 doi: 10.15237/gida.GD20105

Akdeniz Oktay, B., Özbaş, Z.Y. (2020). The effects of fermented foods on human health. GIDA (2020) 45(6) 1215-1226 doi: 10.15237/gida.GD20105

ÖZ

Tarihin eski dönemlerinde gıdaları fermente ederek kullanmanın amacı, gıda maddesini daha uzun süre saklayabilmek ya da gıdada çeşitli aroma maddelerini geliştirmek olarak tanımlanmaktadır. Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin anlaşılmasıyla birlikte, fermente gıdalar günümüzde sıklıkla tüketilen gıdalar haline gelmişlerdir. Fermente gıdalar, yararlı mikroorganizmaların katıldığı kontrollü prosesler ile, gıdaların fermantasyona uğraması sonucunda, çeşitli enzimatik değişimlerin ve sağlığa yararlı son ürünlerin meydana geldiği fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Fermantasyon sürecinde yer alan mikroorganizmalar, ürettikleri çeşitli metabolitler ve bunların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, birçok bilim dalının ilgisini çekmekte ve günümüzde halen, sıklıkla araştırılan konular arasında yer almaktadır. Bu derlemede, fermente ürünlerin ve probiyotik mikroorganizmaların çeşitli fonksiyonel özellikleri üzerinde durularak bunların, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Fermente gıdalar, probiyotik, prebiyotik, bağırsak mikrobiyotası, kronik hastalıklar.

THE EFFECTS OF FERMENTED FOODS ON HUMAN HEALTH

ABSTRACT

In ancient times, the purpose of the fermenting foods was identified as keeping the food material for a longer time or improving some aroma compounds in food. With understanding of the positive effects of fermented foods on human health, nowadays they are frequently consumed. Fermented foods are defined as functional foods which involve in controlled processes of beneficial microorganisms. As a result of fermentation, various enzymatic changes and healthful end products are formed. Microorganisms acting on fermentation, their several metabolites and positive effects on human health attract many disciplines and recently all are often investigated. In this review, by emphasizing the functional properties of fermented foods and probiotic microorganisms, their positive effects on human health are discussed.

Keywords: Fermented foods, probiotic, prebiotic, gut microbiota, chronic diseases.

* Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author:

✉ : busra.akdeniz@hacettepe.edu.tr

☎ : (+90) 321 297 71 00

☎ : (+90) 312 299 21 23

Büşra Akdeniz Oktay; ORCID No: 0000-0002-9812-3126

Z. Yeşim Özbaş; ORCID No: 0000-0002-1189-800X

GİRİŞ

Fermantasyonun; Latince’de kaynamak anlamına gelen *Fervere* kelimesinden türetildiği ifade edilmektedir (Asghar vd., 2017). Fermantasyon prosesi, gıda maddelerinin uzun süre saklanabilmeleri amacıyla yapılan ya da kontrollü olarak gerçekleştirilen mikrobiyel bir süreç ile bir hammadden, farklı özellikte ürün oluşturmak amacıyla kullanılan, en eski ve ekonomik yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Fermente edilmiş gıdaların, normal gıdalardan daha farklı bazı özelliklere sahip olmaları nedeniyle, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Levent ve Cavuldak, 2017). Bunun yanı sıra fermente edilmiş ürünlerde tat, koku, kıvam gibi çeşitli organoleptik özelliklerin de geliştiği belirtilmektedir (Dimidi vd., 2019). Ayrıca, fermantasyon süresince oluşan bakteriyosin, organik asit, etanol gibi çeşitli antimikrobiyel metabolitlerin de insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkileyen çeşitli patojenlere etki ederek, gıdanın güvenilirliğini artırdığı da ifade edilmektedir (Demirgöl ve Sağdıç, 2017).

FERMANTASYON PROSELERİ

Fermantasyon prosesinin esas işlevi, NADH molekülünün, koenzim NAD’a dönüştürülerek glikoliz metabolizmasına dahil edilmesi ve oluşan pürivat molekülünden laktik asit yada etanol gibi son ürünlerin üretiminin sağlanmasıdır. Glikoliz sırasında oluşan pürivat molekülünün, farklı fermantasyon prosesleri ile farklı son ürünlere dönüştüğü ifade edilmiştir. (Aslam vd., 2020; Medina, 2019). Son ürünü etanol olan fermantasyonda, pürivat molekülü iki aşamalı olarak gerçekleşen glikoliz reaksiyonu ile etanol ve CO₂’e dönüşmektedir. İlk aşamada, pürivat molekülünden iki karbonlu asetaldehit ve CO₂ oluşurken, ikinci aşamada ise oluşan asetaldehit, NADH yardımıyla etanole indirgenmektedir (Medina, 2019).

Son ürünü laktik asit olan fermantasyonun ise, homolaktik ve heterolaktik olmak üzere iki şekilde gerçekleşebildiği ifade edilmektedir. Homolaktik fermantasyonda; NADH yardımıyla pürivat molekülü, Embden-Meyerhoff-Parnas yolu ile, laktat molekülüne dönüşmektedir. Heterolaktik fermantasyonda ise; glikoliz ile oluşan 2 mol

pürivat molekülünden 1 molü, homolaktik fermantasyona benzer olarak laktata indirgenirken, diğer 1 molünün ise; fosfoketolaz yolu ile etanol ve CO₂ molekülüne dönüştüğü bilinmektedir (Asunis vd., 2019).

Endüstride farklı fermantasyon teknikleri kullanılabilmektedir. “Backslopping” olarak ifade edilen besleme tekniğinde, daha önce gerçekleştirilen bir fermantasyondaki ürünün bir kısmı, yeni başlatılacak olan fermantasyonda kullanılarak süreç başlatılmaktadır (Kim vd., 2018). Bu şekilde başlatılan bir fermantasyonda, eklenen kültürün miktarı her süreç için sabit olmadığı için, fermantasyonun kontrollü olarak gerçekleşmediği ifade edilmektedir (Vinicius De Melo Pereira vd., 2019). Endüstride kullanılan diğer bir fermantasyon tekniği ise; hammaddeye starter kültür eklenerek fermantasyonun başlatılmasıdır. Starter kültür, kontrollü ve güvenilir bir proses sağlamak amacıyla, fermente edilmek istenen gıdaya katılan, tüm özellikleri çeşitli tanımlama yöntemleri ile belirlenmiş olan mikroorganizma kültürüdür (Demirgöl ve Sağdıç., 2017). Starter kültürün kullanıldığı proseslerde, diğer yöntemlere göre daha hızlı ve ürün yönünden standart bir fermantasyon prosesi sağlanırken, duyuşal yönden de, istenilen özelliklere sahip ürünler edilebilmektedir (Vinicius De Melo Pereira vd., 2019).

Starter kültür olarak tanımlanan mikroorganizma grupları; hedeflenen son ürüne göre değişkenlik göstermekte olup, çeşitlilik yönünden de oldukça zengindir. Bazı küf (*Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*), maya (*Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces*, *Candida*) ve bakteri cinslerine ait türler (*Acetobacter*, *Brevibacterium*, laktik asit bakterileri-LAB) sıklıkla starter olarak kullanılan mikroorganizmalar arasındadır (Dimidi vd., 2019; Tamang vd., 2016).

Endüstriyel açıdan starter kültürler sıvı, toz (püskürtmeli kurutucuda kurutulmuş veya dondurarak kurutulmuş) veya donmuş formda üretilmektedirler. Sıvı formdaki starter kültürler, kullanımı kolay ve maliyeti düşük olarak belirtilmekle birlikte, kısa süreli raf ömrüne sahip olmaları nedeniyle, kültür aktiviteleri de sınırlı

olarak karakterize edilmektedirler. Sıvı formdaki kültürlerin, faj enfeksiyonuna ve kültür kontaminasyonuna açık olmaları nedeniyle de, endüstride daha çok; toz formda ve donmuş formda olan kültürlerin kullanıldıkları ifade edilmektedir (Oğuz ve Andiç, 2019). Sıvı azot içerisinde saklanan donmuş formdaki kültürlerde, genetik stabilitenin uzun süre sağlandığı ve depolanma süresinin oldukça uzun olduğu rapor edilmiştir. Hücre kültüründeki su aktivitesinin düşürülmesi esasına dayanan kuru formdaki toz kültürlerin ise, hem işletme maliyetinin düşük olması hem de depolanabilme süresinin uzun olması açısından endüstride daha çok tercih edildikleri bildirilmiştir (Tan vd., 2018).

FERMENTE GIDALARIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Dünya üzerinde sıklıkla tüketilen fermente gıdaların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, fonksiyonel özellikleri ile açıklanmaktadır (Aslam vd., 2020). Fermente gıdalar, probiyotik ve prebiyotik özellikler taşımaktadırlar. Probiyotik özellik; fermente ürünlerin yapılarında bulunan, insanda özellikle bağırsak florasının gelişimine yarar sağlayan canlı mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır (Koçak vd., 2016). Probiyotik fermente bir üründeki canlı mikroorganizma sayısının fermantasyon sonunda en az; 10^6 - 10^7 kob/g-mL düzeylerinde olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca probiyotik ürünlerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin görülebilmesi için günlük alınması gereken dozun 10^8 - 10^9 kob/g-mL olduğu da ifade edilmektedir (Min vd., 2019). Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilebilmesi için belirli özelliklere sahip olması gerektiği belirtilmiştir (Markowiak ve Ślizewska, 2017; Zhao vd., 2019). Probiyotik mikroorganizmalar tüketildiğinde herhangi bir yan etki oluşturmadan, tüketen canlı tarafından metabolize edilmeli, ayrıca patojenik ve toksin oluşturan bir suş olmamalıdır. Probiyotik mikroorganizmaların diğer özellikleri arasında ise; midedeki düşük pH değeri, sindirime yardımcı olan safra tuzları ve antibiyotik gibi bazı dış etkenlerden etkilenmeden, canlı olarak bağırsakta kalabilmeleri sayılmaktadır. Laktobasiller ve Bifidobakteriler, yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizma cinsleri arasındadırlar.

Laktobasil türlerinin, fermantasyon sırasında farklı karbon kaynaklarını kullanarak laktik asit oluşturdukları ve asidik ortamlarda da gelişebildikleri bilinmektedir (Holban ve Grumezescu, 2018). Bifidobakteri türlerinin ise; doğal olarak bağırsak mikrobiyotasında bulunarak mikrobiyota dengesinin kurulmasına yardımcı olarak, allerjik gastrointestinal reaksiyonların gelişmesine engel oldukları ifade edilmektedir (Wong vd., 2019). Ayrıca, bazı *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* ve *Saccharomyces* cinslerine ait türlerin de, probiyotik özellik taşıyabildikleri ifade edilmektedir. (Deka vd., 2020). Probiyotiklerin organik asit, etanol, hidrojen peroksit ve bakteriyosinler gibi ürettikleri çeşitli metabolitler ve bu metabolitlerin hücre üzerine yaptıkları çeşitli etkiler ile, patojen mikroorganizmaları inhibe edebilme yeteneğine sahip oldukları ifade edilmektedir (Holban ve Grumezescu, 2018). Yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus*'un probiyotik karakterli farklı suşlarının, *Salmonella* spp.'nin tutunma bölgelerini inhibe ederek kolonizasyonlarını azaltıp enfeksiyonları önleyebileceği belirtilmiştir (Potočnjak vd., 2017). Probiyotik mikroorganizmaların patojenlere olan etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise, 5 farklı probiyotik LAB suşunun (*Lactococcus lactis* C660, *L. lactis* ATCC 11454, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*) 7 farklı patojene (*E. coli* K92, *Bacillus cereus*, *Listeria innocua*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis*) karşı inhibisyon etkileri araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda; çalışılan LAB suşlarının *E. coli* K92, *B. cereus* ve *L. innocua*'nın petri üzerindeki kolonizasyonlarını engelledikleri rapor edilmiştir (Gutiérrez vd., 2016).

Prebiyotik, sindirilmeyen ve lif içeriği yüksek besin elementlerine verilen isim olup bunlar; insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyerek bağırsaktaki kolon bakterilerinin gelişmesini teşvik eden karbonhidratlardır. İnsan bağırsağında bulunan sadece belirli mikroorganizma grupları tarafından hidroliz edilebilen prebiyotiklerden gıda içeriklerinde en yaygın olanı, oligosakkaritler olarak rapor edilmektedir. Oligosakkaritler, ince bağırsakta metabolize edilmeden kalırlarken,

kolon bölgesinde özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin gelişmiş enzim sistemleri ile fermente edilebilmektedirler (Holscher, 2017). Doğal prebiyotik türlerin dışında, karbonhidratların çeşitli enzimlerle hidrolizi ile oluşturulan sentetik prebiyotikler de belirtilmiştir. Sentetik prebiyotiklere örnek olarak ise inülin, laktosükroz ve laktüloz verilebilir (Holban ve Grumezcu., 2018).

Bazı fermente ürünlerin içeriğindeki LAB bu ürünlerin “probiyotik” olarak adlandırılmasında önem teşkil ederler. LAB, karbonhidrat fermantasyonu süresince ana ürün olarak laktik asit üreten ve biyoteknolojik açıdan gıda endüstrisinde oldukça önemli; Gram pozitif bakteri cinslerinden oluşan bir grup olarak tanımlanmaktadır (Alvarez-Sieiro vd., 2016). LAB taksonomisindeki başlıca cinsler; *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Streptococcus* ve *Lactococcus*'tur (Iskandar vd., 2019). Bazı LAB'nin fermantasyon süresince, laktik asit dışında, bakteriyosin adı verilen antimikrobiyel maddeler de üretebildikleri bilinmektedir. Bakteriyosinler, farklı mikroorganizma gruplarına karşı inhibitör etki gösteren, antibiyotiklerle karşılaştırıldığında daha dar bir etki spektrumuna sahip, gıda koruyucu olarak da kullanılabilen ve ribozomda sentezlenen protein yapısındaki bileşiklerdir (Chikindas vd., 2018; Yalçın ve Üstündağ, 2017). Bu antimikrobiyel proteinlerin, gıdaların fizikokimyasal yapısını bozmadan ve insan sağlığı üzerinde herhangi olumsuz bir etki yaratmadan çeşitli mikroorganizmaları inhibe edebildikleri belirtilmiştir. Bakteriyosinlerin etki mekanizmaları bakteriyosin çeşidine göre değişmekle birlikte genel olarak; etki edeceği bakterinin hücre duvarının bütünlüğünün bozulmasına sebebiyet verme ve hücredeki protein ile nükleik asit sentezini engelleyerek hücreyi inhibe etmek olarak belirtilmektedir (Ahmad vd., 2017).

LAB, besinlerde küf gelişimini kontrol altına almak ve engellemek için kullanılan; fiziksel ve kimyasal yöntemlere alternatif olarak kullanılabilirler. LAB'nin antifungal aktivitesi, fermantasyon süresince üretilen başta

organik asitler ve başka diğer metabolitlerin küflerdeki flament ve spor gelişimini engellemesi ile açıklanmaktadır (Kıvanç ve Kovancı, 2017). Bu konuda yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus plantarum*'un 88 adet suşunun, yulaf bazlı ürünler üzerinde gelişebilen *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium expansum* gibi çeşitli küf türlerine karşı antifungal aktivitelerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, MRS agar üzerine spotlanan *L. plantarum* suşları üzerine her küf türünden Malt Extract broth'da geliştirilen yaklaşık 1×10^6 spor/mL yoğunluğunda kültür aşılınmış, 5 günlük inkübasyonun ardından oluşan inhibisyon zonlarının büyüklüklerinin incelendiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak; *L. plantarum* suşların gelişme evresinde ürettiği laktik asitin bir türevi olan fenillaktik asidin küflerin gelişimini belirli ölçülerde engellediği rapor edilmiştir (Russo vd., 2017).

LAB'nin, fermantasyon süresince çeşitli tekrarlayan şeker üniteleri içeren bazı ekzopolisakkaritler de (EPS) sentezleyebildikleri bilinmektedir (Caggianiello vd., 2016). Bu ekzopolisakkaritlerin, bakteriye çevresel stres faktörlerine karşı kendini savunma ve biyofilm oluşturma yeteneklerini kazandırırken, insan sağlığı üzerinde de bağışıklığı güçlendirici ve kolesterol düşürücü etkileri olduğu ifade edilmektedir (Alp ve Kuleaşan, 2019; Caggianiello vd., 2016). Ayrıca, LAB tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin, prebiyotik özellik de gösterdikleri ve bu durumun fermente ürünlerdeki LAB'nin probiyotik özelliklerini destekler nitelikte olduğu da ifade edilmektedir (Zannini vd., 2016). Fermente ürünlerde, LAB tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin ayrıca; ürünün yapısal özelliklerini de geliştirerek, bir stabilite de sağladığı belirtilmektedir (Leroy ve De Vuyst, 2016).

Fermente ürünlerin içeriğinde, fonksiyonel olarak nitelendirilebilecek; biyoaktif peptit oluşumlarının da gözlemlendiği ifade edilmiştir. Biyoaktif peptitler, gıda kaynaklı proteinlerin spesifik şekilde hidrolize olması ile oluşan, sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunan, her molekülünde genellikle; 3-20 aminoasit bulunduran yapılardır (Ay ve Şanlı, 2018). Fermente ürünlerde biyoaktif

peptitlerin oluşumunun iki farklı şekilde gerçekleşebildiği rapor edilmektedir. Biyoaktif peptidlerin, fermantasyon ve olgunlaşma süresince meydana geldiği ve mikroorganizmanın kendi proteolitik sistemi sonucunda ya da endojen proteolitik enzimler yardımıyla oluştukları ifade edilmektedir (Frias vd., 2016). Biyoaktif peptitlerin aktivitesi, yapısında bulunan aminoasitlerin sayısı ve bu aminoasitlerin dizilimi ile doğrudan ilişkilendirilmektedir. Fermantasyon sonrasında ortaya çıkan biyoaktif peptitlerin kan şekerini düşüren hormon; insülinin oluşumunu teşvik ettiği, ayrıca vücudun kan basıncını ve su dengesini de düzenleyerek antihipertansif özellik de gösterdiği belirlenmiştir (Daliri vd., 2017). Antihipertansif etkinin, özellikle fermente süt ürünlerinde bulunan anjiyotensin inhibitör peptitlerinin (ACE), kan basıncını dengelemesi ile ortaya çıktığı yapılan çalışmalar ile doğrulanmıştır (Ay ve Şanlı, 2018; Şanlı vd., 2019; Tamang vd., 2016). Fermente süt ürünleri ile yapılan bir çalışmada, 22 adet *L. casei* suşunun, kendi aralarında ACE inhibitör peptidi aktivitesi yönünden değerlendirildikleri ve bu suşlar arasından IMAU10408 ve IMAU20411 suşlarının en yüksek ACE inhibitör peptidi aktivitesine sahip olduklarının belirlendiği rapor edilmiştir (Li vd., 2017).

Hipertansif farelerle yapılan farklı bir diğer çalışmada; *L. lactis* NRRL B-50571 suşunu içeren fermente süt ürünlerindeki ACE inhibitörü peptidi aktivitesinin, kan basıncı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada; ACE inhibitörü peptidi aktivitesinin, hipertansif farelerde, 6 hafta süre ile takip edildiği ifade edilmiştir. Bildirilen sonuçlarda, *L. lactis* NRRL B-50571 ile fermente edilmiş sütle beslenen hipertansif farelerde kan basıncının düştüğü ifade edilirken, ayrıca peptid aktivitesinin plazmada nitrik oksit oluşumunu artırarak antioksidan etki de gösterdiği rapor edilmiştir (Beltrán-Barrientos vd., 2018).

Biyoaktif peptitlerin ayrıca, çeşitli bakteri, maya ve virüslere karşı da antimikrobiyel özellik göstermelerinin yanısıra, oksidatif stresi önleyici ve serbest radikalleri bağlayıcı etki göstermek suretiyle antioksidan özelliklerinin de bulunduğu

belirtilmektedir (Ay ve Şanlı, 2018). *L. plantarum*'un farklı suşları ile yapılan bir çalışmada, süt ürünlerinin fermantasyonu sonucunda oluşan peptid fraksiyonlarının antioksidan aktivitesinin 2,2'-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) metodu ile incelendiği suşlar arasında *L. plantarum* 55 suşunun antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek bulunduğu rapor edilmiştir (Aguilar-Toalá vd., 2017).

FERMENTE ÜRÜNLERİN SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Fermantasyon sonucunda ürün olarak çeşitli organik asitler, etanol ve antimikrobiyeller (bakteriyosinler ve antifungal maddeler) oluştuğu için fermantasyon, biyolojik bir muhafaza yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Marco vd., 2017). Ayrıca, fermantasyon sonucunda son ürünün hammaddeden farklı olarak, hem fiziksel (kıvam, doku vb.) hem de duyuşsal açıdan (tat, koku vb.) istenen özellikler kazandığı da bilinmektedir (Mokoena vd., 2016). Bu özellikleri dışında fermente ürünlerde, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen bazı fonksiyonel bileşenlerin bulunduğu da, güncel çalışmalar ile tespit edilmiştir. Dünya üzerinde sağlıklı yaşamı destekleyen, fonksiyonel bileşenler içeren gıdaların tüketiminin de giderek yaygınlaştığı ifade edilmektedir. Fermente gıdaların, başta bağırsak mikrobiyotası olmak üzere, vücudun farklı bölgeleri üzerinde olumlu etkiler göstererek, sağlıklı bir yaşamı desteklediği ve çeşitli hastalıklara karşı vücudu koruyabildiği de belirtilmektedir (Dimidi vd., 2019).

İnsan bağırsağında bakteri, maya gibi mikroorganizma gruplarından oluşan özel bir mikroflora bulunduğu ve "mikrobiyota" olarak adlandırıldığı bilinmektedir (Özdemir ve Demirel, 2017). İnsan bağırsak mikrobiyotasında, yoğun olarak Firmicutes ve Bacteroidetes familyasına ait cinsler bulunmakla birlikte, Actinobacteria, Proteobacteria familyasına ait cinslerin de doğal mikrofloraya dahil oldukları ifade edilmektedir (Foster vd., 2017; Thursby ve Juge, 2017). Bu gruplar dışında bağırsak mikrobiyotasındaki mikroflora yoğunluğu ve içeriğinin, kişinin beslenme biçimi, bulunulan coğrafya, antibiyotik kullanımı, anne sütü alımı gibi etkilerle bireyden

bireye değişkenlik gösterebileceği de bildirilmektedir (Özdemir ve Demirel, 2017). Bağırsak mikrobiyotasının, bağırsağa gelene kadar sindirime uğramayan besinleri yıkıma uğratarak, sindirimin kolaylaşmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir. Yıkım işlemleri sonucunda meydana gelen çeşitli metabolitlerin bağışıklık sistemi ile metabolizma dengesinin gelişiminde önemli rol oynadığı da rapor edilmiştir (Thursby ve Juge, 2017). Bağırsak mikrobiyotası; bağırsak duvarında yaklaşık 100 milyon sinir hücresinden oluşan karmaşık yapıli enterik sinir sistemi içermekte olup, bu enterik sinir sistemi bazen “ikinci beyin” olarak da adlandırılmaktadır (Doğan vd., 2018). Son yıllarda nörogastroenteroloji alanında yapılan çalışmalarda, bağırsak mikrobiyotası ile merkezi sinir sistemi arasında “bağırsak-beyin eksenii” olarak da adlandırılan bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur (Dinan ve Cryan, 2017). Bağırsak-beyin ekseninin, vücutta nöral, hormonal ve immünolojik düzeylere göre düzenlendiği ifade edilmiştir (Çetinbaş vd., 2017). Bu bağlamda bağırsak-beyin ekseninde herhangi bir anormali olması durumunda, hem gastrointestinal hem de merkezi sinir sistemi ile ilgili rahatsızlıklar görülebileceği rapor edilmiştir (Ghaisas vd., 2016; Mota de Carvalho vd., 2018).

Sağlıklı bir insanın bağırsak mikrobiyotasındaki doğal mikrobiyel floranın korunabilmesi, gastrointestinal rahatsızlıkların ve gastrointestinal rahatsızlıklara bağlı başka hastalıkların önüne geçebilmenin önemli koşullarından biri olarak ifade edilmiştir. Probiyotik içerikli fermente ürünlerin tüketimi, sağlıklı bağırsak mikrobiyotası ile doğrudan ilişkilendirilmiş olup, bu ürünlerin bağışıklık sistemini güçlendiren etkilerinin olduğu da, çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Aslam vd., 2020). Dünya çapında oldukça yaygın olan obezite hastalığının, bağırsak mikrobiyotası ile doğrudan ilişkilii olduğu belirtilmektedir. Obezite hastalığı vücutta alınan kalori ve vücutta tüketilen kalori arasındaki dengesizlik sonucunda, vücutta fazla yağ dokusu birikmesi olarak ifade edilmiştir (Boulangé vd., 2016). Yağ oranı yüksek diyet ile ilişkilendirilen obezite durumunda, bağırsak mikrobiyotasında doğal olarak bulunması gereken mikroorganizma dengesinin bozularak, epitel

dokudaki bütünlüğün zarar gördüğü belirtilmektedir (Bagarolli vd., 2017). Epitel dokunun zarar görmesi durumunda ise; kişinin kendi doku hücrelerine karşı oluşan kronik inflamasyon sonucunda, dokularda kansere varan sonuçlar ile karşılaşılabilceği rapor edilmiştir (Durmuş vd., 2018). Obezite göstergesi olarak, insanlarda doğal bağırsak florasında bulunan Firmicutes ile Bacteroidetes üyesi cinslerinin birbirlerine oranının (F/B oranı), bir biyomarker olarak kabul edildiği ifade edilmiştir (Tseng ve Wu, 2019). Obezite ile ilişkilendirilen ve kan şekerinin daimi yüksekliğine neden olan metabolik rahatsızlık; diyabet hastalığının da, bağırsak mikrobiyotasındaki flora ile doğrudan ilişkilii olduğu ifade edilmiştir. Diyabet dışında, vücutta salgılanan insülinin yağ, kas ve karaciğer hücrelerinde yeterli tepkiyi oluşturamaması durumunda oluşan insülin direnci de; obezite ile ilişkilendirilmektedir (Durmuş vd., 2018).

Kompleks diyet lifleri olan prebiyotiklerin, insan bağırsak mikroflorası tarafından fermentasyona uğratılması sonucunda oluşan metabolitlerden birisi olan; kısa zincirli bir yağ asidi; bütirat molekülünün, insülin hassasiyetini ve enerji metabolizmasını etkilediği ifade edilmiştir. Fermentasyon sonucu oluşan bütirat molekülü ile, karaciğerdeki kolesterolden sentezlenerek bağırsağa salınan safra asidi, vücuttaki şeker metabolizması ile ilgili GIP, NPY, GLP-1 ve GLP-2 gibi birkaç hormonun seviyesini etkileyerek, insülin salgılanmasını uyardığı ve kandaki glukoz seviyesini düşürdüğü rapor edilmiştir (Fatih, 2017).

Gastrointestinal rahatsızlıklardan bir diğeri ise; kronik enflamasyonlar olarak bildirilmektedir. Bu enflamasyonlardan birine neden olan; *Helicobacter pylori* mide mukozasına yerleşebilen, Gram negatif bir bakteri olup, kronik gastrit, ülser hastalığı, kronik gastrit, mide kanseri ve duodenal ülser hastalığı gibi çeşitli gastrointestinal problemlerde önemli rolü olan bir patojendir (Akdeniz vd., 2018). *H. pylori*'nin, amonyak üreten ureaz enzimini bulundurması nedeniyle, asidik mide ortamını nötralize edebildiği ve asidik ortama karşı dirençli olma özelliği ile de, mide epiteline tutunmasının kolay olduğu belirtilmiştir (Akdeniz

vd., 2018). *H. pylori* tedavisinde; antibiyotikler sıkça kullanılsa da, patojenin zamanla bu antibiyotiklere karşı direnç göstermesi ve görülen yan etkiler nedeniyle farklı tedavi yöntemlerinin denendiği rapor edilmektedir. Bu alternatiflerden birisi de; probiyotik tedavisi olarak açıklanmaktadır. Birçok çalışmada probiyotiklerin ürettikleri bakteriyosinlerin, H₂O₂ ve kısa zincirli yağ asitleri sayesinde, *H. pylori* inhibisyonunu sağlanabildiğine dair kanıtların elde edildiği bildirilmektedir (Akdeniz vd., 2018; Vitor ve Vale, 2011). Ayrıca probiyotiklerin ürettikleri laktik asitin sağladığı asidik ortam, üreaz enzimini de inhibe edebildiğinden, mide ortamının doğal florasının korunmasına yardımcı olarak *H. pylori* eradikasyonunu sağladığı rapor edilmiştir (Kim vd., 2014).

Tüm vücut dokuları için temel yapıtaşı olarak kabul edilen kolesterolün kandaki seviyesinin normalin üzerinde seyretmesinin, kalp damar hastalıklarının görülme riskini artıran faktörlerden biri olarak değerlendirildiği bilinmektedir. Probiyotik bakterilerin kandaki kolesterolü düşürücü etkilerinin olduğu da ifade edilmektedir. Probiyotik bakterilerin, sindirim esnasında ince bağırsakta safra tuzlarını serbest forma geçirerek safra tuzlarının çözünürlüğünü azalttıkları belirtilmiştir. Bu durumda bağırsak kanalından normale göre daha fazla safra asidi atıldığından karaciğere dönen safra asidi miktarının da azaldığı belirtilmektedir. Karaciğerin bu durumda; kandaki kolesterolü kullanarak daha fazla safra asidi sentezlediği ve kandaki kolesterol seviyesinin düşürdüğü belirlenmiştir (Alp ve Ertürkmen, 2017).

Yapılan araştırmalarda, bağırsak-beyin eksenini ilişkisinden ötürü, kronik bağırsak rahatsızlıklarının, nörodejeneratif ve psikolojik rahatsızlıklara da neden olabileceği belirlenmiştir (Serra vd., 2019). Bağırsak mikrobiyotasının ilaç kullanımı, diyet, fizyolojik adaptasyon gibi çeşitli dış etmenlerle değişime uğrayarak kendi içindeki dengesinin bozulması; disbiyosis olarak ifade edilmektedir (Sugeçti vd., 2019). Disbiyosis durumunda oluşan bilişsel davranış bozuklukları sonucunda; nörodejeneratif rahatsızlıkların görüldüğü bildirilmektedir. Bağırsak

mikrobiyotasının doğasının korunması ile bu rahatsızlıkların gelişim sürecinin değiştirilebileceğine dair çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birinde; Alzheimer ve Parkinson'un ilerleme sürecinin besinsel takviyeler ile değiştirilebileceği vurgulanmıştır (Lee ve Pan, 2017; Tseng vd., 2016). Bir diğer araştırmada ise; fermente pirinç özütünün içeriğinde bulunan farklı antioksidatif ve antiinflamatuvar özellikteki metabolitlerin, Parkinson tedavisi için önemli bir potansiyel oldukları rapor edilmiştir (Tseng vd., 2016). Zihinsel gelişimde eksiklik nedeniyle meydana gelen kavrama bozukluğu ile çevre ile etkileşimde sorun yaşanmasına neden olan; otizm spektrum bozukluğu tespit edilen bireylerin otistik davranışları ile bağırsak beyin eksenini arasında da ilişki olduğu ifade edilmektedir (Li ve Zhou, 2016). Bu konuda yapılan bir çalışmada; otizm spektrum bozukluğu tespit edilen, 2 ile 4 yaş arasındaki çocukların bağırsak mikrobiyotasının, bu yaşta bulunan sağlıklı çocuklarınkine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre hasta bireylerde, sağlıklı insanlara göre; Bacteroidetes ve Proteobacteria gruplarının artış gösterdikleri, Actinobacteria grubunun ise azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, bu yaş aralığındaki çocukların bağırsak florasında dominant olarak bulunması gereken *Bifidobacterium longum* türü saptanmazken, hasta çocukların bağırsak mikrobiyotasında, önemli bir bütirat üreticisi olan; *Faecalibacterium prausnitzii* türünün yüksek seviyelerde bulunduğu ifade edilmiştir (Coretti vd., 2018).

Bağırsak-beyin eksenini ilişkisini farklı şekilde ifade eden “psikobiyota”nın fermente gıdalar ile doğrudan ilişkilendirildiği belirtilmiştir (Aslam vd., 2020). Yapılan birçok çalışmada, fermente gıdalarda bulunan bazı probiyotik mikroorganizmaların yeterli miktarda tüketildiklerinde, ürettikleri çeşitli metabolitler sayesinde psikolojik rahatsızlıklar üzerinde olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Probiyotik bu mikroorganizmalara “psikobiyotik” adı verilmektedir (Zhou ve Foster, 2015). Psikobiyotiklerin, serotonin öncüsü triptofan ve dopamin öncüsü tirozin ve γ -amino bütirik asit gibi nörotransmitter maddeleri üreterek, duygu

durumu üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve anksiyete semptomlarını azalttığı rapor edilmektedir (Bermúdez-Humarán vd., 2019). Psikobiyotik bir mikroorganizma olan *L. plantarum* PS128 suşu ile yapılan bir çalışmada, 16 gün boyunca farelere uygulanan probiyotik takviyesi sonucunda, farelerdeki stres seviyelerinin ve depresyon davranışlarının önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir (Liu vd., 2016). Bu konuda insan üzerinde yapılan klinik çalışmalar halen devam etmekle birlikte, psikobiyotik mikroorganizmaların tüketimi ile değişen bağırsak mikrobiyotası sayesinde, psikolojik rahatsızlıkların semptomlarının ilaç kullanmadan azaltılabileceği belirlenmiş ve probiyotik mikroorganizmalar içeren fonksiyonel özellikteki fermente gıdaların tedavi amaçlı tüketimleri konusu oldukça önem kazanmıştır (Misra ve Monhanty, 2019).

SONUÇ

Günümüzde, hızla büyüyen dünya nüfusu içerisinde, insanların sağlıklı beslenme konusunda giderek daha fazla bilinçlenmeye başladıkları ifade edilmektedir. Bunun sonucu olarak da insanların, sağlıklı beslenme alışkanlıkları edinmeye ve fonksiyonel özellikteki gıdaları daha fazla tüketmeye başladıkları belirtilmektedir. Eskiden sadece gıdaların daha uzun süre muhafaza edilmesi ve son üründe karakteristik tat/koku özelliklerinin geliştirilmesi için kullanılan fermentasyon tekniğinin, günümüzde; fermente gıdaların fonksiyonel özelliklerinin anlaşılmasıyla, daha farklı amaçlarla kullanılan bir yöntem haline geldiği belirtilmektedir. İnsan sağlığı üzerinde, hem gastrointestinal hem de nörolojik açıdan birçok yararlı etki gösteren ve tansiyon, şeker gibi çeşitli kronik rahatsızlıkların etkilerini azaltmaya yardımcı olan fermente gıdaların, bilim dünyasında yoğun olarak çalışılan konular arasına girdiği bildirilmektedir. Bunun yanısıra; her fermente ürün grubunun, sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin ayrı ayrı incelenmeye değer ve faydalı olacağı da düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu makale ile ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin yapılmasında, yazılmasında ve yayınlanmasında eşit katkı sağlamışlardır. Makalenin hazırlanmasında başka kişi ve/veya kurumların katkısı yoktur.

KAYNAKLAR

Aguilar-Toalá, J., Santiago-López, L., Peres, C., Peres, C., Garcia, H., Vallejo-Cordoba, B., González-Córdova, A., Hernández-Mendoza, A. (2017). Assessment of multifunctional activity of bioactive peptides derived from fermented milk by specific *Lactobacillus plantarum* strains. *J Dairy Sci*, 100(1):65-75. doi:10.3168/jds.2016-11846

Ahmad, V., Khan, M. S., Jamal, Q. M. S., Alzohairy, M. A., Al Karaawi, M. A., Siddiqui, M. U. (2017). Antimicrobial potential of bacteriocins: in therapy, agriculture and food preservation. *Int J Antimicrob Agents*, 49(1): 1-11. doi:10.1016/j.ijantimicag.2016.08.016

Akdeniz, V., Akalın, A. S., Özer, E. (2018). *Helicobacter pylori* enfeksiyonunda probiyotiklerin rolü. *Gıda*, 43(6): 943-956. doi:10.15237/gıda.GD18062

Alp, D., Ertürkmen, P. (2017). Probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* spp. suşlarının kolesterol düşürücü etkileri ve olası mekanizmalar. *MAKÜ Sag Bil Enst Derg*, 8(1):108-113.

Alp, D., Kuleşan, H. (2019). Farklı kaynaklardan izole edilmiş laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit üretimi ve kolesterol asimilasyon yeteneklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 44(2): 191-201. doi:10.15237/gıda.GD18059

Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., Kuipers, O. P. (2016). Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Appl Microbiol Biotechnol*, 100(7): 2939-2951. doi:10.1007/s00253-016-7343-9

Asghar, F., Ali, S., Goraya, A., Javaid, I., Hussain, Z. (2017). A Review on the Role of Fermented Foods as Health Promoters. *Int J Sci Eng Technol*, 3: 141-148. doi:10.32628/IJSRST173415

Aslam, H., Green, J., Jacka, F. N., Collier, F., Berk, M., Pasco, J., Dawson, S. L. (2020). Fermented foods, the gut and mental health: A mechanistic overview with implications for

- depression and anxiety. *Nutr Neurosci*, 1-13. doi:10.1080/1028415X.2018
- Asunis, F., De Gioannis, G., Isipato, M., Muntoni, A., Poletini, A., Pomi, R., Rossi, A., Spiga, D. (2019). Control of fermentation duration and pH to orient biochemicals and biofuels production from cheese whey. *Bioresour Technol*, 289: 121722. doi:10.1016/j.biortech.2019.121722
- Ay, C., Şanlı, T. (2018). Süt Ürünlerinde Biyoaktif Peptitlerin Oluşumu ve Fonksiyonel Özellikleri. *ADÜ Ziraat Derg*, 15(1): 115-120. doi:10.25308/aduziraat.340581
- Bagarolli, R. A., Tobar, N., Oliveira, A. G., Araújo, T. G., Carvalho, B. M., Rocha, G. Z., Vecina, J. F., Calisto, K., Guadagnini, D., Prada, P. O. (2017). Probiotics modulate gut microbiota and improve insulin sensitivity in DIO mice. *J Nutr Biochem*, 50: 16-25. doi:10.1016/j.jnutbio.2017.08.006
- Beltrán-Barrientos, L. M., Hernández-Mendoza, A., González-Córdova, A. F., Astiazarán-García, H., Esparza-Romero, J., Vallejo-Córdoba, B. (2018). Mechanistic pathways underlying the antihypertensive effect of fermented milk with *Lactococcus lactis* NRRL B-50571 in spontaneously hypertensive rats. *Nutrients*, 10(3): 262. doi:10.3390/nu10030262
- Bermúdez-Humarán, L. G., Salinas, E., Ortiz, G. G., Ramirez-Jirano, L. J., Morales, J. A., Bitzer-Quintero, O. K. (2019). From probiotics to psychobiotics: live beneficial bacteria which act on the Brain-Gut axis. *Nutrients*, 11(4):890-912. doi:10.3390/nu11040890
- Boulangé, C. L., Neves, A. L., Chilloux, J., Nicholson, J. K., Dumas, M. E. (2016). Impact of the gut microbiota on inflammation, obesity, and metabolic disease. *Genome Med*, 8(1): 1-12. doi:10.1186/s13073-016-0303-2.
- Caggianiello, G., Kleerebezem, M., Spano, G. (2016). Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria: from health-promoting benefits to stress tolerance mechanisms. *Appl Microbiol Biotechnol*, 100(9): 3877-3886. doi:10.1007/s00253-016-7471-2
- Çetinbaş, S., Kemeriz, F., Göker, G., Biçer, İ., Veliöğlu, Y. S. (2017). İnsan Mikrobiyomu: Beslenme ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Akademik Gıda*, 15(4): 409-415. doi:10.24323/akademik-gida.370267
- Chikindas, M. L., Weeks, R., Drider, D., Chistyakov, V. A., Dicks, L. M. (2018). Functions and emerging applications of bacteriocins. *Curr Opin Biotechnol*, 49: 23-28. doi:10.1016/j.copbio.2017.07.011
- Coretti, L., Paparo, L., Riccio, M., Amato, F., Cuomo, M., Natale, A., Borrelli, L., Corrado, G., Comegna, M., Buommino, E. (2018). Gut microbiota features in young children with autism spectrum disorders. *Front Microbiol*, 9: 3146. doi:10.3389/fmicb.2018.03146
- Daliri, E., Oh, D., Lee, B. (2017). Bioactive peptides. *Foods*, 6(5): 32. doi:10.3390/foods6050032.
- Deka, S. C., Seth, D., Hulle, N. R. S. (Eds.). (2020). *Food Bioactives: Functionality and Applications in Human Health*. USA: CRC Press.
- Demirgöl, F., Sağdıç, O. (2017). Laktik Starter Kültür Üretim Teknolojisi. *EJOSAT*, 7(11): 27-37.
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., Whelan, K. (2019). Fermented Foods: Definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients*, 11(8): 1806. doi:10.3390/nu11081806
- Dinan, T. G., Cryan, J. F. (2017). The microbiome-gut-brain axis in health and disease. *Gastroentol Clin N*, 46(1): 77-89. doi:10.1016/j.gtc.2016.09.007
- Doğan, A., Yaşar, S., Kayhan, S., Kırmızıgöz, Ş., Kaplan, A. (2018). Bağırsak-beyin aksı. *Türk Nöroşir Derg*, 28(3): 377-379. doi:10.5336/jtracom.2018-61683
- Durmuş, E., Aypak, C., Görpeliöğlu, S. (2018). Tip 2 Diyabet Hastalarında Kronik İnflamasyon Belirteci Olarak Lökosit Sayımı. *Ankara Med J*, 1(4): 253-259. doi:10.17098/amj.364164

- Fatih, K. (2017). Bağırsak Mikrobiyotasının Obezite, İnsülin Direnci ve Diyabetteki Rolü. *J Biotechnol and Strategic Health Res*, 1: 68-80.
- Foster, J. A., Rinaman, L., Cryan, J. F. (2017). Stress the gut-brain axis: regulation by the microbiome. *Neurobiol Stress*, 7: 124-136. doi:10.1016/j.ynstr.2017.03.001
- Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Peñas, E. (2016). *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. United Kingdom: Elsevier.
- Ghaisas, S., Maher, J., Kanthasamy, A. (2016). Gut microbiome in health and disease: Linking the microbiome–gut–brain axis and environmental factors in the pathogenesis of systemic and neurodegenerative diseases. *Pharmacol Ther*, 158: 52-62. doi:10.1016/j.pharmthera.2015.11.012
- Gutiérrez, S., Martínez-Blanco, H., Rodríguez-Aparicio, L., Ferrero, M. (2016). Effect of fermented broth from lactic acid bacteria on pathogenic bacteria proliferation. *J Dairy Sci*, 99(4): 2654-2665. doi:10.3168/jds.2015-10439
- Holban, A. M., Grumezescu, A. M. (Eds.). (2018). *Diet, Microbiome and Health* (Vol. 11). UK: Elsevier.
- Holscher, H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut Microbes*, 8(2): 172-184. doi:10.1080/19490976.2017.1290756
- Iskandar, C. F., Cailliez-Grimal, C., Borges, F., Revol-Junelles, A.M. (2019). Review of lactose and galactose metabolism in Lactic Acid Bacteria dedicated to expert genomic annotation. *Trends Food Sci Technol*. 88: 121-132. doi:10.1016/j.tifs.2019.03.020
- Kim, D. H., Jeong, D., Song, K. Y., Seo, K. H. (2018). Comparison of traditional and backslipping methods for kefir fermentation based on physicochemical and microbiological characteristics. *LTW – Food Sci Technol*, 97: 503-507. doi:10.1016/j.lwt.2018.07.023
- Kim, J. E., Kim, M. S., Yoon, Y. S., Chung, M. J., Yum, D. Y. (2014). Use of selected lactic acid bacteria in the eradication of *Helicobacter pylori* infection. *J Microbiol*, 52(11): 955-962. doi:10.1007/s12275-014-4355-y
- Kıvanç, M., Kovancı, P. (2017). Fermente gıdalardan izole edilen laktik asit bakterilerinin antifungal aktivitesinin belirlenmesi. *Gıda*, 42(5): 477-484. doi:10.15237/gıda.GD17012
- Koçak, Y., Fındık, A., Çiftçi, A. (2016). Probiyotikler: Genel Özellikleri ve Güvenilirlikleri. *Etilik Vet Mikrobiyol Derg*, 27(2): 118-122.
- Lee, C., Pan, T. (2017). The prevention of Alzheimer's disease and Parkinson's disease by *Monascus purpureus* NTU 568-fermented compounds. *J Alzheimers Dis Parkinsonism*, 7(342): 2161-0460. doi:10.4172/2161-0460.1000342
- Leroy, F., De Vuyst, L. (2016). Advances in production and simplified methods for recovery and quantification of exopolysaccharides for applications in food and health. *J Dairy Sci*, 99(4): 3229-3238. doi:10.3168/jds.2015-9936
- Levent, H., Cavuldak, Ö. A. (2017). Geleneksel Fermente Bir İçecek: Boza. *Akademik Gıda*, 15(3): 300-307. doi:10.24323/akademik-gıda.345273
- Li, C., Kwok, L. Y., Mi, Z., Bala, J., Xue, J., Yang, J., Ma, Y., Zhang, H., Chen, Y. (2017). Characterization of the angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of fermented milks produced with *Lactobacillus casei*. *J Dairy Sci*, 100(12): 9495-9507. doi:10.3168/jds.2017-12970
- Li, Q., Zhou, J. M. (2016). The microbiota–gut–brain axis and its potential therapeutic role in autism spectrum disorder. *Neuroscience*, 324: 131-139. doi:10.1016/j.neuroscience.2016.03.013
- Liu, Y. W., Liu, W. H., Wu, C. C., Juan, Y. C., Wu, Y. C., Tsai, H. P., Wang, S., Tsai, Y. C. (2016). Psychotropic effects of *Lactobacillus plantarum* PS128 in early life-stressed and naïve adult mice. *Brain Res*, 1631: 1-12. doi:10.1016/j.brainres.2015.11.018
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Curr Opin Biotechnol*, 44: 94-102. doi:10.1016/j.copbio.2016.11.010
- Markowiak, P., Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human

- health. *Nutrients*, 9(9): 1021. doi:10.3390/nu9091021
- Medina, R. (2019). *Fermentation Technology*. United Kingdom: ED-TECH Press.
- Min, M., Bunt, C. R., Mason, S. L., Hussain, M. A. (2019). Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59(16): 2626-2641. doi: 10.1080/10408398.2018.1462760
- Misra, S., Monhanty, D. (2019) Psychobiotics: A new approach for treating mental illnesses?. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59(8): 1230-1236. doi: 10.1080/10408398.2017.1399860.
- Mokoena, M. P., Mutanda, T., Olaniran, A. O. (2016). Perspectives on the probiotic potential of lactic acid bacteria from African traditional fermented foods and beverages. *Food Nutr Res*, 60(1): 29630. doi:10.3402/fnr.v60.29630
- Mota de Carvalho, N., Costa, E., Silva, S., Pimentel, L., Fernandes, T., Pintado, M. (2018). Fermented foods and beverages in human diet and their influence on gut microbiota and health. *Fermentation*, 4(4): 90. doi:10.3390/fermentation4040090
- Oğuz, Ş., Andiç, S. (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *Gıda*, 44(6): 1174-1196. doi:10.15237/gıda.GD19121
- Özdemir, A., Demirel, Z. B. (2017). Beslenme ve Mikrobiyota ilişkisi. *J Biotechnol and Strategic Health Res*, 1: 25-33.
- Potočnjak, M., Pušić, P., Frece, J., Abram, M., Janković, T., Gobin, I. (2017). Three new *Lactobacillus plantarum* strains in the probiotic toolbox against gut pathogen *Salmonella enterica* serotype Typhimurium. *Food Technol Biotechnol*, 55(1): 48-54. doi:10.17113/ftb.55.01.17.4693
- Russo, P., Arena, M. P., Fiocco, D., Capozzi, V., Drider, D., Spano, G. (2017). *Lactobacillus plantarum* with broad antifungal activity: A promising approach to increase safety and shelf-life of cereal-based products. *Int J Food Microbiol*, 247: 48-54. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.027
- Şanlıer, N., Gökçen, B. B., Sezgin, A. C. (2019). Health benefits of fermented foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59(3): 506-527. doi: 10.1080/10408398.2017.1383355
- Serra, D., Almeida, L. M., Dinis, T. C. (2019). The Impact of Chronic Intestinal Inflammation on Brain Disorders: the Microbiota-Gut-Brain Axis. *Mol Neurobiol*, 56(10):6941-6951. doi:10.1007/s12035-019-1572-8
- Sugeçti, S., Büyükgüzel, E., Büyükgüzel, K. (2019). Barsak Mikrobiyotasının Nörodejeneratif Hastalıklar Üzerindeki Patofizyolojik Rolü. *J Immunol Clin Microbiol*, 4(4): 152-157.
- Tamang, J., Watanabe, K., Holzapfel, W. (2016). Review: Diversity of microorganisms in global fermented foods and beverages. *Front Microbiol*, 7(337). doi:10.3389/fmicb.2016.00377
- Tan, D. T., Poh, P. E., Chin, S. K. (2018). Microorganism preservation by convective air-drying-A review. *Drying Technology*, 36(7): 764-779. doi:10.1080/07373937.2017.1354876
- Thursby, E., Juge, N. (2017). Introduction to the human gut microbiota. *Biochem J*, 474(11): 1823-1836. doi:10.1042/BCJ20160510
- Tseng, C. H., Wu, C. Y. (2019). The gut microbiome in obesity. *J Formosan Med Assoc*, 118(1): S3-S9. doi:10.1016/j.jfma.2018.07.009
- Tseng, W. T., Hsu, Y. W., Pan, T. M. (2016). The ameliorative effect of *Monascus purpureus* NTU 568-fermented rice extracts on 6-hydroxydopamine-induced neurotoxicity in SH-SY5Y cells and the rat model of Parkinson's disease. *Food Funct*, 7(2): 752-762. doi:10.1039/C5FO00976F
- Vinicius De Melo Pereira, G., De Carvalho Neto, D. P., Junqueira, A. C. O., Karp, S. G., Letti, L. A., Magalhães Júnior, A. I., Soccol, C. R. (2019). A Review of Selection Criteria for Starter Culture Development in the Food Fermentation Industry. *Food Rev Int*, 1-33. doi:10.1080/87559129.2019.1630636
- Vítor, J. M., Vale, F. F. (2011). Alternative therapies for *Helicobacter pylori*: probiotics and phytomedicine. *FEMS Immunol Med Microbiol*,

63(2): 153-164. doi:10.1111/j.1574-695X.2011.00865.x

Wong, C. B., Odamaki, T., Xiao, J. Z. (2019). Beneficial effects of *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* BB536 on human health: Modulation of gut microbiome as the principal action. *J Funct Foods*, 54: 506-519. doi:10.1016/j.jff.2019.02.002

Yalçın, H., Üstündağ, H. (2017). Bacteriocins and their use in food products. *MAKÜ Sag Bil Enst Derg*, 5(1): 53-65. doi:10.24998/maeusabed.299346

Zannini, E., Waters, D. M., Coffey, A., Arendt, E. K. (2016). Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteria-derived

exopolysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol*, 100(3): 1121-1135. doi:10.1007/s00253-015-7172-2

Zhao, W., Liu, Y., Latta, M., Ma, W., Wu, Z., Chen, P. (2019). Probiotics database: a potential source of fermented foods. *Int J Food Prop*, 22(1): 198-217. doi:10.1080/10942912.2019.1579737

Zhou, L., Foster, J. A. (2015). Psychobiotics and the gut-brain axis: in the pursuit of happiness. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 11: 715-723. doi:10.2147/NDT.S61997