



## ***Bacillus* spp.’nin Et Ürünlerinde Probiyotik Olarak Kullanımları**

Gözde KONURAY<sup>1\*</sup> Zerrin ERGİNKAYA<sup>1</sup> Gözde KOÇ<sup>1</sup>

### **Özet**

Probiyotikler yeterli miktarda tüketildiklerinde sağlığa yararlı etkiler göstermesi nedeniyle çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmakta ve gerek tüketicilerin gerekse araştırmacıların probiyotik gıdalara olan ilgisi gün geçtikçe artmaktadır. Genellikle süt ürünlerinde kullanılmakta olsa da ticari olarak bu mikroorganizmaların fermente et ürünleri, tahıl ürünleri, bebek mamaları, meyve suları ve dondurmaları da kapsayan geniş bir ürün yelpazesi bulunmaktadır. Probiyotik gıdaların üretiminde en fazla, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi laktik asit bakterilerinden yararlanılıyor olmasına rağmen bu bakteriler ısıl işleme dayanmamaktadır. Isıl işleme ve sindirim sistemi koşullarına dirençli probiyotiklerin kullanılmasıyla probiyotik gıda çeşitliliğinin artacağı düşünülmektedir. Bu yüzden son zamanlarda, probiyotik özelliğe sahip ve ısıl işleme dirençli olan *Bacillus* cinsine bazı ait türlerle ilgili çalışmalar yapılmakta ve bu bakterilerin et ürünlerinde kullanımı ilgi çekmektedir. Bu derlemede, probiyotik özelliğe sahip *Bacillus* cinslerinin, et ve et ürünlerinde kullanımına yönelik bazı çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Bacillus*, probiyotik, et ürünleri

## **Potential Use of *Bacillus* spp. Strains as Probiotic in Meat Products**

### **Abstract**

Probiotic microorganisms have been using in food products due to their beneficial effect on health when consumed in sufficient quantity. The interest of consumers and researchers in probiotics is increasing day by day. Although probiotics are generally used in dairy products, these microorganisms have been using in a wide range of commercial food products such as fermented meat products, cereals, baby food, fruit juice and ice cream. Among the lactic acid bacteria, *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* are the most commonly used bacteria in probiotic foods, but they are not resistant to heat treatment. Probiotic food diversity is expected to increase with the use of probiotics which are resistant to heat treatment and gastrointestinal system conditions. Therefore recently, potential use of some *Bacillus* species in meat products is attracting interest and studies have been carried out on these species which have probiotic activity and resistant to heat treatment. In this review, some studies about use of *Bacillus* strains with probiotic activity in meat and meat products have been summarized.

**Keywords:** *Bacillus*, probiotic, meat products

### **Giriş**

Gıda kalitesi ve güvenliği açısından, çeşitli gıdalarda bozulma yapan ve patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu önemlidir. Gıdaların raf ömrünü ve güvenilirliğini arttırmak için bazı mikroorganizmalar ve bunların metabolitlerinin kullanımı, kimyasal katkı

kullanımına alternatif bir teknik olarak sunulmaktadır (Kabuki ve ark., 2010; Bali ve ark., 2011). Laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen organik asitler, hidrojen peroksit ve bakteriyosin gibi bazı metabolitler, diğer organizmalara karşı antagonistik etki yapmaktadır. Bu antimikrobiyel maddelerin üretilmesiyle bağırsaklarda uygun bir

mikrobiyel denge sağlanmaktadır. Ayrıca, bazı gıdaları korumada bu antimikrobiyel maddeler önemli bir rol oynayabilmektedir (De Vuyst ve Vandamme, 1994; Kıran ve Osmanağaoğlu, 2012; Swetwathana ve Visessanguan, 2015; Spano ve ark., 2016). Yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesi alanında probiyotik ürünler en hızlı gelişen gıdalardan biridir (Kołożyn-Krajewska ve Dolatowski, 2012).

FAO (Food and Agriculture Organization) ve WHO (World Health Organization) tarafından probiyotiklerin yaygın olarak kabul edilen tanımı, "Yeterli miktarda vücuda alındığında konakçıya yarar sağlayan canlı mikroorganizmalar" şeklindedir (FAO/WHO, 2002; Almada ve ark., 2015; Venema ve Do Carmo, 2015). Probiyotiklerin, tüketici sağlığına olumlu katkılar sağlayabilmesi için vücuda canlı olarak  $10^6-10^9$  kob/g sayıda alınması gerekmektedir (Küçükçetin ve ark., 2016; Yıldırım ve ark., 2017). Probiyotik içeren gıda ürünlerinin geliştirilmesi ve tüketilmesine olan ilginin giderek artmasıyla, fonksiyonel gıda pazarında önemli bir gelişme sağlanabilmektedir (Foligne ve ark., 2013; Silvi ve ark., 2014; Chorianopoulos ve ark., 2016; Lavermicocca ve ark., 2016). Probiyotik ürünler genellikle fermente süt veya yoğurt formunda piyasada yerini almakta olsa da tahıl ürünleri, bebek mamaları, meyve suları ve dondurmalarda da kullanılmaktadır. Fakat fermente süt ürünlerinin sahip olduğu laktozu, intolerans hastalarının kullanamaması ve kolesterol seviyesinin yüksek olması gibi dezavantajlar, gelişmiş ülkelerdeki vejetaryenlikteki artış ile birleşince vejetaryen probiyotik ürünlere talep oluşmuştur ve bu talep giderek artmaktadır (De Macedo ve ark., 2012; Fadhil ve Akın, 2016; Kalkan, 2016).

Probiyotik kültür kullanılarak fonksiyonel bir ürün üretiminde, kullanılacak mikroorganizmaların mutlaka probiyotik özelliklere sahip olması yanında ürünün raf ömrü süresince söz konusu kültürlerin canlılıklarını koruması gerekmektedir. Ayrıca, ürünün bileşimini, yapısını ve duyuşal özelliklerini etkilememesi gerekmektedir (Doğu ve Sarıçoban, 2015; Kesenkaş ve ark., 2016).

Hem uzun süre depolama ve özel tat aroma oluşturma hem de tüketici sağlığını destekleme özelliği olan fermente et ürünleri, gelişen probiyotik gıda pazarında "probiyotik et ürünleri" olarak farklı coğrafya ve kültürlerde farklı ürünlere dönüştürülerek tüketilmektedir. Avrupa’da tüketilen kuru fermente sosis ve salam gibi ürünler, konağa fayda sağlayan özel suşlarla, probiyotik et ürünlerine dönüşmektedirler (Doğu ve Sarıçoban, 2015).

Probiyotik ilave edilmiş kuru fermente sucukların kalitesinin oldukça kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir. Kuru fermente sucuklarda kullanılan probiyotiklerin, son ürünün sahip olduğu (düşük pH ve su aktivitesi, kütleme ajanları, rekabetçi organizmalar) özelliklere ve sindirim sistemi koşullarına dirençli olması gerekmektedir. Sindirim sistemi koşulları ve stres faktörleri probiyotiklerin canlılığında önemli kayıplara neden olabilmektedir (Ünal Turhan ve ark., 2017). Probiyotik gıdaların üretiminde en fazla kullanılan bakteriler *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi LAB’nin yanı sıra bazı *Saccharomyces* cinsine ait mayalardır (Ruiz ve ark., 2011; Budak Bağdatlı ve Kundakçı, 2013; Baka ve ark., 2015; Garriga ve ark., 2015). Ülkemizde de yoğun bir şekilde üretilen ve fermente bir et ürünü olan sucuk gibi tüm dünyada çeşitli fermente sosislerin üretiminde LAB kullanılmaktadır (Palamutoğlu ve Kasnak, 2014; Kumar ve ark., 2017). Ancak, bu mikroorganizmalar, ısı işleme (soğuk noktanın yaklaşık  $75^{\circ}\text{C}$  olduğu sıcaklık) dayanamamaktadır (Ruiz ve ark., 2011; Baka ve ark., 2015). Günümüzde ticari olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmaların ısıya duyarlı olmaları sebebiyle ısıtma işlemi uygulanan ürünlere genellikle probiyotik mikroorganizmalar kullanılmamaktadır. Fakat spor oluşturan bir tür kullanılarak bu kısıtlamanın üstesinden gelinebileceği belirtilmiştir. LAB ve mayalara göre daha az bilinmekle birlikte patojen olmayan bazı *Bacillus* cinsi bakterilere ait patojen olmayan bazı türlerin de probiyotik olarak kullanıldığı bilinmektedir (Hyronimus ve ark., 2000).

Spor oluşturan yapıları sayesinde bu bakterilerin canlılıkları ve stabiliteyi diğer

probiyotik bakterilere göre oldukça gelişmiştir. Pişirme, kaynatma gibi yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen işlemlerde canlılıklarını koruyabilmeleriyle fonksiyonel ürünlerin geliştirilmelerinde ideal bir seçim oldukları belirtilmiştir (Fares ve ark., 2015; Hosseini ve Pilevar, 2017).

Spor oluşturan ve probiyotik özellik taşıyan *Bacillus coagulans* (*B. coagulans*), *B. racemilacticus*, *B. laevolacticus* ve *Sporolactobacillus* gibi bakteriler hakkında yapılmış çok az çalışma vardır. Söz konusu bu bakteriler, hızlı gelişebilme, organik asit üretme ve diğer spor oluşturan bakterilere göre, ısıya daha dirençli spor formlarına sahip olma özelliklerinden dolayı, özellikle bazı ısıl işlem görmüş gıdalarda patojen olmayan suşlarının probiyotik olarak kullanımları ön plana çıkmıştır (Hyronimus ve ark., 2000).

Probiyotik gıdaların üretimi sırasında probiyotiklerin canlılığını etkileyen faktörler, fermentasyon koşulları, dondurma ve çözündürme uygulamaları, kurutma, hücre koruyucu katkı maddelerinin ilavesi, kuru probiyotik ürünlerin rehidrasyonu ve mikroenkapsülasyon olarak belirtilmiştir. Probiyotik ürünlerin depolanması sırasında probiyotiklerin canlılığını etkileyen faktörler ise, gıdanın bileşimi ve gıdaya eklenen katkı maddeleri, oksijen içeriği ve redoks potansiyeli, nem içeriği/su aktivitesi, depolama sıcaklığı, pH ve titrasyon asitliği, paketleme koşulları olarak belirtilmiştir (Tripathi ve Giri, 2014).

Etlerin fermentasyon ile saklanması, ürünün duyuusal ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinde ve raf ömrünün uzatılmasında çok uzun zamandır kullanılan yöntemlerdendir. Probiyotik et ürünleri günümüzde önemini arttıran sağlıkla ilişkili ürünler arasına girmiştir. Bu ürünlerin sağlığa olumlu etkilerinin yanı sıra ürüne katma değer olarak verdiği tat aroma ve fiziksel yapısını geliştirme ile mikrobiyolojik flora üzerine etkili olma gibi özelliklerinin de mevcut olduğu belirtilmiştir (Doğu ve Sarıçoban, 2015).

Bu derlemede, probiyotik özelliğe sahip bazı *Bacillus* cinsine ait türlerin genel

özelliklerinin yanı sıra, gerek yemlerde ve gerekse gıdalardaki fonksiyonları ve et ürünlerinde kullanımına yönelik bazı çalışmalar özetlenmiştir.

### ***Bacillus* spp.'nin probiyotik özellikleri**

*Bacillus* cinsi bakteriler, gram-pozitif, genellikle aerob (bazı türleri fakültatif anaerob), çubuk şeklinde ve endospor oluşturma özelliğine sahiptirler (Logan ve Berkeley, 1984; Kaynar ve Beyatlı, 2006; Ikeda ve ark., 2017). *Bacillus* spp.'nin spor yapan formlarının, vejetatif hücrelerine göre birtakım değişik özelliklere (mide asidi, antibiyotik ve yüksek sıcaklık direnci) sahip olması nedeniyle son zamanlarda probiyotik olarak kullanımı ilgi görmüştür. Geniş bir pH aralığında stabilite gösteren sporlar, düşük pH'ya sahip mide bariyerinden geçerek alt bağırsağa fazla sayıda canlı mikroorganizmanın ulaşmasını sağlamaktadır (Cutting, 2011; Aşan Özüsağlam, 2010). Bilinen 100 *Bacillus* spp. arasında patojen olmayan birkaç türünün (*B. coagulans* ve *B. subtilis* var. *natto* dahil), probiyotik olarak kullanımı ile insan tüketimi için uygun olduğu belirtilmiştir (Urdaci ve ark., 2004; Nithya ve Halami, 2013).

*Bacillus* cinsine ait en önemli türlerden biri olan *B. subtilis*, doğada yaygın olarak bulunmakta ve su, toprak, hava ve birçok bitkiden izole edilebilmektedir. Hayvanların bitki tüketimlerinden dolayı, gastrointestinal sistemlerinde sayısız *Bacillus* türlerine rastlamak mümkündür (Tam ve ark., 2006; Hong ve ark., 2009). Bu türler mikrobiyel enzim üreticileridir ve bu enzimler gıdalarda hayvan yemleri ve diğer endüstriyel uygulamalar için önemli bir kaynaktır (Schallmeyer ve ark., 2004).

Probiyotik *Bacillus*'ları içeren gıdalar ve yemler, genellikle; insanlar için besin takviyesi, hayvanlar için büyümeyi teşvik edici, su ürünleri için ise büyüme düzenleyici veya hastalıklara karşı direnç sağlayıcı olarak kullanılmaktadır (Cutting, 2011).

*Bacillus* spp.'nin yararlı etkilerinin başında diğer probiyotik özellik taşıyan mikroorganizmalarda olduğu gibi; antimikrobiyel madde salgılaması, bağışıklık

sistemini uyarması ve bağırsak mikrobiyotasını iyileştirici özelliği gelmektedir (Cutting, 2002; Tam ve ark., 2006). Antimikrobiyel madde üreticisi *Bacillus*’lar; *B. thuringiensis*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. thermoleovorans*, *B. cereus*, *B. coagulans* ve *B. amyloliquifaciens*’dir (Hyronimus ve ark., 1998; Lisoba ve ark., 2006; Xie ve ark., 2009).

*B. subtilis*’in, gıda maddelerine dolaylı olarak girmekte olduğu ve çok eski zamanlardan beri bilinmeden hayvan üretiminde yem katkı maddesi olarak kullanılmakta olduğu belirtilmiştir (Hong ve ark., 2005; EFSA, 2014).

*B. coagulans* ise, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından güvenli olarak bildirilmiş olup, GRAS (Generally Recognized As Safe) ve QPS (Qualified Presumption of Safety) listesinde (EFSA, 2013). Yem katkısı olarak sindirimi arttırma yoluyla hayvanların (kanatlı, domuz vb.) gelişimini önemli bir şekilde arttırmakta ve bağırsaktaki *Escherichia coli* (*E. coli*) ve *Staphylococcus* kaynaklı enfeksiyonları önlemektedir (Aşan Özüsaglam, 2010). *B. coagulans* ısıya dirençlidir ve probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların özelliklerini taşımaktadır (Karri ve ark., 2016). *B. coagulans*’ın bazı suşlarının, yüksek sıcaklık derecelerinde, mide asitliğinde ve bile asitlerinin bulunduğu ortamlarda canlılıklarını sürdürdüğü belirtilmiştir. Bu özelliklere sahip olan suşların sindirim sisteminde canlı kalabilme ihtimalinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Endres ve ark., 2009).

*B. clausii*, *B. coagulans*, *B. subtilis* içeren probiyotik preparatlar düzenli olarak kullanıldığında; çocukluk çağındaki diyare gibi gastrointestinal rahatsızlıkların önlenmesinde (Hong ve ark., 2005), çocuklarda solunum yolu enfeksiyonlarının süresinin azaltılmasında (Marseglia ve ark., 2007) ve hassas bağırsak sendromu ile ilişkili semptomların tedavisinde (Tompkins ve ark., 2010) etkili olduğu rapor edilmiştir.

*Bacillus* spp. ticari probiyotik kültür olarak günümüzde Güneydoğu Asya’da, Avrupa

ve Amerika Birleşik Devletleri’nden daha çok pazarlanmaktadır. Ancak, son zamanlarda Avrupa ülkelerinde de söz konusu türlerin probiyotik olarak, değişik gıdalarda kullanımına yönelik ilgi hızla artmaktadır (Cutting, 2011).

Fan ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmada; balık bağırsağından izole ettikleri *B. subtilis* ANSB060 suşunun, aflatoksini detoksifiye etme kabiliyetine sahip olduğu ve bu suşun ayrıca patojenlerin gelişimini inhibe ettiği ve yapay bağırsak ortamları içindeki olumsuz koşullara dirençli olduğunu saptamışlardır (Gao ve ark., 2011). Genel olarak *B. subtilis*’in beslenme ve farmasötik alanlarında kullanımının güvenli (GRAS) olduğu kabul edilmektedir (Molnar ve ark., 2011). Balık bağırsağından izole edilen *B. subtilis* ANSB060’ın aflatoksinlerin detoksifikasyonu için hayvan beslenmesinde kullanımının uygun olduğu kabul edilmiştir (Ma ve ark., 2012).

Raksha Rao ve ark. (2017), fermente gıdalardan izole edilmiş *Bacillus* spp.’nin AFB1’i (aflatoksin B1) azalttığına ilişkin bir çalışma yapmışlardır. *B. licheniformis* ve *B. subtilis* içeren BioPlus 2B tableti, domuz yavrularının büyümesini ve et kalitesini arttırmak için yem katkı maddesi olarak kullanılmıştır (Alexopoulos ve ark., 2004). *B. subtilis* ve *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) kültür süpernatantının, AFB1’i canlı hücre ve hücre ekstraktından etkili bir şekilde azalttığı bildirilmiştir (Sangare ve ark., 2014).

Lee ve ark. (2017) tarafından; geleneksel Kore soya soslarından izole edilen *Bacillus* spp.’nin probiyotik özellikleri değerlendirilmiştir. İzolatlardan üçünün (MKSK-E1, MKSK-J1 ve MKSK-M1) sindirim sistemi koşullarına oldukça dayanıklı olduğu ve *B. cereus*, *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ve *E. coli* üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir. İzolatların antibiyotik dirençleri, hemolitik özellikleri, biyojenik amin üretimleri de değerlendirilerek insanların beslenmesi ve hayvan yemlerinde probiyotik olarak kullanılabilirlikleri belirtilmiştir. Geleneksel Kore soya soslarının

fermantasyonunda yer alan ana mikroorganizmalar *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* ve *B. amyloliquefaciens* gibi *Bacillus* türleridir. Bu türlerin en önemli avantajlarının yüksek sıcaklık, düşük pH, kuru ve yetersiz beslenme ortamları gibi koşullara dirençli oldukları bildirilmektedir. Vejetatif bakteri hücrelerini öldürmek için bu koşullar yeterlidir fakat *Bacillus* cinsi üyeleri spor oluşturan bakterilerdir ve sporları ekstrem koşullarda da hayatta kalabilir. Bu gibi sporlar, uygun besin maddeleri veya uygun koşullar oluşursa kolayca vejetatif hale dönüşebilmektedirler (Nicholson ve ark., 2000; Barbosa ve ark., 2005).

Thy ve ark. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada, kedi balıklarının bağırsaklarından izole edilen 120 adet *Bacillus* spp.’nin tanımlamaları yapılmış (*B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis* ve *B. pumilus*) ve probiyotik aktiviteleri araştırılmıştır. Bunlardan *B. amyloliquefaciens* 54A’nın yüksek proteaz aktivite gösterdiği, *B. pumilus* 47B’nin *Edwardsiella ictaluri* üzerinde yüksek inhibisyon etkisine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu iki probiyotik suşun mide asitliği ve düşük bile tuzu konsantrasyonlarına dirençli olduğu tespit edilmiştir.

Natarajaseenivasan ve ark. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel fermente balık ürünlerinden izole edilen *B. coagulans* BDU3 tarafından üretilen bakteriyosinin gıda kaynaklı patojenler (*B. cereus* MTCC 430, *S. aureus* MTCC 3160, *Enterococcus* sp. MTCC 9728, *Lactobacillus* sp. MTCC 10093, *Micrococcus luteus* (*M. luteus*) MTCC 106) üzerindeki antimikrobiyel etkisi araştırılmıştır. *B. coagulans* BDU3’ün bakteriyosinin çalışmada kullanılan patojenler üzerinde inhibe edici etkisi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, *B. coagulans* BDU3’ün pH değeri 2.0 olan ortamda ve % 0.2 bile tuzu içeren ortamda canlılığını koruduğu tespit edilmiştir.

Panda ve ark. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada, süt ürünleri (çiğ süt, kaymak), turşu ve bebek dışkılarından izole edilen *Enterococcus* spp. ve *Bacillus* spp.’nin probiyotik özellikleri belirlenmiştir. İzolatların

asidik, bile tuzu, NaCl ve fenol içeren ortamlara dirençli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kolonize olabilmeleri için önemli özelliklerden olan otoagregasyon ve hidrofobisitesinin yüksek olduğu belirtilmiştir.

### ***Bacillus* spp.’nin et ürünlerinde kullanımı**

*Bacillus* cinsine ait bakterilerin gerek yemlerde ve gerekse insan beslenmesinde kullanımına yönelik olarak yapılan çalışmaların kısıtlı olmasına karşın, *B. coagulans* içeren birçok ürün çeşitli ülkelerde satışa sunulmuştur. Geleneksel olarak probiyotikler süt ürünleriyle (yoğurt, fermente içecek gibi) birlikte veya liyofilize halde kullanılmaktadır (Gülmez ve Güven, 2002; Uymaz, 2010; Cutting, 2011). Et matrisindeki en önemli sorunlar, kür tuzlarının yüksek konsantrasyonlarda bulunması, düşük pH ve düşük su aktivitesi sebebiyle bakterilerin inaktive olabilmesidir. Ayrıca çiğ ette bulunan bakteriler de önemli bir sorun teşkil etmektedirler (Kołożyn-Krajewska ve Dolatowski, 2012).

Ivanovic ve ark. (2012), tavuk yemlerine uygulanan probiyotik katkının tavuk etinin pH, kimyasal bileşimi (su, protein, lipid ve kül) ve yağ asitlerinin dağılımı üzerine etkisini incelemişlerdir. Göğüs ve uyluk etinde ölüm sonrası 24 saatte ölçülen pH değerlerinde, kullanılan mikroorganizmalara göre farklılıklar bulunmuştur. Beslemede ve et kesiminde % 0.01 *B. cereus* IP 5832 kullanılması etin pH’ını arttırdığı; % 0.05 *Streptococcus faecium* cernelle 68 kullanılması ise etin pH’ını önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir. Abdullah ve ark. (2015), probiyotik içeren (*B. subtilis*) yem ile beslenen piliçlerden elde edilen etlerin pH değerinde, 7 gün boyunca depolamada belirgin bir düşüş gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Kim ve ark. (2017), tavukçuluk endüstrisinde, tavuk bağırsak homeostaz dengesinin iyileştirilmesi amacıyla yemlerde kullanılan probiyotiklerin, antibiyotik kullanımına alternatif bir yöntem olarak görülmesine ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Yapılmış çalışmalarda, tavukların beslenmesine, sindirim sistemine, bağışıklık sistemine ve

hastalığa karşı direnç üzerine olumlu katkılar sağladığı belirtilmiştir (Kabir, 2009; Zhou ve ark., 2010; Kim ve ark., 2012). Tavuk büyüme performansı ve sağlık üzerindeki bu gibi avantajlarla birlikte, içme suyu ve yemlere de probiyotik ilavesi tavuk etinin WHC (su tutma kapasitesi) gibi kalite özelliklerini, yumuşaklığını, oksidasyon stabilitesini, duysal özellikler ve mikrobiyel büyüme gibi özelliklerini de geliştirebilmektedir. Donmuş tavuk, perakende et pazarında çok yaygın bir et ürünü iken dondurulmuş/çözündürülmüş tavuk etine probiyotik ilavesinin etin oksidatif stabilitesi ve et kalitesi hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle, yapılmış bir çalışmada araştırmacılar, probiyotik (*B. subtilis*) ilave edilen ve hızlı dondurma tekniğiyle dondurulan tavukgöğsü etlerinin, çözünmeden sonra 0-2 gün boyunca kalite özelliklerini ve oksidasyon stabilitesini gözlemlemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, probiyotik ilavesinin yanı sıra hızlı dondurma tekniğinin kullanılması ile birlikte, donmuş etlerin çözünme sırasında görülen kayıplarının ve oksidatif bozulmanın en aza indirilebileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, probiyotik ilavesi ile dondurulmuş/çözündürülmüş tavuk etlerinin kalite düşüşünü azaltabileceği veya önleyebileceği düşünülmektedir (Zhou ve ark., 2010; Kim ve ark., 2012; Liu ve ark., 2012).

Hajji ve ark. (2014), tarafından yapılan bir çalışmada, balık etlerinin fermantasyonunda deni suyundan izole edilen *B. subtilis* A26 kullanılarak elde edilen etlerin protein hidrolizatlarının *S. aureus* ATCC 25923, *M. luteus* ATCC 4698, *B. cereus* ATCC 11778, *Enterococcus faecalis* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Salmonella enterica* ATCC 43972 ve *Salmonella typhi* ATCC 19430 üzerinde antimikrobiyel etki gösterdiği belirtilmiştir.

Kaewklom ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmada, Bologna sosislerinin 4°C’de depolanmaları sırasında *B. amiloliquefaciens* (Kapi olarak adlandırılan Tayland karides hamurundan izole edilen) tarafından üretilen amysin bakteriyosininin *L. monocytogenes* üzerindeki inhibisyon etkisini, nisinin diğer gıda

koruyucularıyla kombine halde kullanılması ve nisin içermeyen antilisterial bir bakteriyosin ilavesi gibi koruma teknikleriyle karşılaştırmışlardır. Bu bakterinin ürettiği bakteriyosinin geniş bir ısı ve pH aralığında stabil olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, nisine maruz kalan *L. monocytogenes* türleri arasında nisine direnç oluşturma riskinin amysin kullanılarak en aza indirilebileceği ve amysin *L. monocytogenes*’e karşı yüksek antimikrobiyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Nisinden farklı olarak diğer bakteriyosin benzeri bileşiklerin (likenin gibi) üretimi, birçok *Bacillus* cinsi toprak bakterileri arasında yaygındır (Pattnaik ve ark., 2005). Diğer yandan, nisinin amysin ile kombine olarak kullanımı durumunda, ortamda bulunan tüm gıda kaynaklı patojen bakteriler inhibe olmakta ve bu bakterilerin nisine karşı direnç kazanma eğilimleri azalmaktadır (Kaewklom ve ark., 2013). *B. amiloliquefaciens* SP-1-13LM’den izole edilen amysin bakteriyosininin *Salmonella* spp., *Shigella* spp. gibi gıda kaynaklı patojenlerden gram-negatif ve bazı gram-pozitif bakterilere karşı inhibe edici özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Aunpad ve ark., 2013). Yapılan benzer bir çalışmada, amysin depolama süresi boyunca *L. monocytogenes*’in gelişimini engellediği belirlenmiştir (Halimi ve ark., 2010). *B. amiloliquefaciens* SP-1-13LM türünün ürettiği amysin, ısı ve pH’ya kararlı bir bakteriyosin olduğu, geniş bir antibakteriyel aktivite spektrumuna sahip olduğu ve bu özelliklerinden dolayı da amysin, birçok gıda kaynaklı bakterileri inhibe etmek, nisin ile kombine kullanılarak nisin dirençli *L. monocytogenes* sorununu en aza indirmek amacıyla gıda endüstrisinde güvenli olarak kullanılabilirliği vurgulanmıştır (Kaewklom ve ark., 2013).

Mortazavian ve ark. (2017), yaptıkları bir çalışmada, sosislerin içerisine inoküle edilen ve probiyotik özelliğe sahip *B. subtilis* ve *B. coagulans* sporlarının canlılığı üzerine, farklı ev tipi pişirme yöntemlerinin etkisini araştırmışlardır. Hazırladıkları *B. coagulans* ATCC 31284 ve *B. subtilis* var. *natto* ATCC 15245 (Suşlar hazır olarak firmalardan temin edilmiştir.) sporlarına ait süspansiyonları, farklı et tipleri ve farklı et yüzdeleri içeren sosis

hamurlarına ilave etmişlerdir. Sosisler daha sonra yaygın ev tipi pişirme yöntemlerinden olan; kaynatma, mikrodalgada pişirme ve derin yağda kızartma yöntemlerine tabi tutulmuşlardır. 68°C’de 20 dk süreyle ısıtma işlemine maruz bırakıldıktan sonra spor sayımları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sosislere ilave edilen sporların canlılığının; kaynatma işleminde, mikrodalga ve derin yağda kızartmaya göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Taguchi (1986), sosinin formülasyonunun ve ev tipi pişirme yöntemlerinin, incelenen spor miktarında önemli etkileri olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, genel bir ev tipi pişirme yöntemi olan kaynatmanın, sosis örneklerine ilave edilen *Bacillus* spp. probiyotiklerinin canlılığını ve gelişmesini etkilemediği tespit edilmiştir.

Mortazavian ve ark. (2016), yaptıkları bir diğer çalışmada, % 40, % 55 ve % 70 et içeriğine sahip kokteyl sosis hamurunun içerisinde bulunan *B. coagulans* (*B. coagulans* hazır olarak firmalardan temin edilmiştir.) sporlarının canlılığı ve gelişimi üzerine doğrama, formülasyon ve yüzey aktif maddenin etkisini araştırmışlardır. İncelenen tüm kokteyl sosilerinin çiğ hamurunda, *B. coagulans* sporunun sayısında 2.5-2.7 log kob/g azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, araştırmada tüm formülasyonlarda benzer miktarları nedeniyle, spor çimlenmesi ve büyüme üzerine tuz, nitrit ve askorbat gibi belirleyici faktörlerin etkisinin hemen hemen aynı olduğu sonucuna varılmıştır. Beklendiği gibi, sosis üretiminde doğrama aşaması, % 40, % 55 ve % 70 et içeriğine sahip çiğ kokteyl sosisi hamurunda, *B. coagulans* sporlarının sayısı sırasıyla 1.2 log kob/g, 1.9 log kob/g ve 2.1 log kob/g’a yükselmiştir. Sonuçlar ayrıca, % 40 et içeriğine sahip kokteyl sosisinin spor çözeltisine % 0.05 (v/v) sürfaktan (Tween 20 ve 80) eklenmesinin spor kümelerinin oluşumunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Kokteyl sosinin çiğ hamurundaki spor popülasyonlarının gelişimi üzerine özellikle doğrama ve sürfaktan ilavesi basamaklarının etkili olduğu da yine araştırmada belirtilmiştir.

Khaneghah ve ark. (2017), yaptıkları bir çalışmada, probiyotik olarak sosis hamuruna

ilave edilen *B. coagulans* ATCC 31284 ve *B. subtilis* var. *natto* ATCC 15245 (Suşlar hazır olarak firmalardan temin edilmiştir.) kültürlerinin, sosinin işlenmesi ve buzdolabında depolanması sırasında, probiyotiklerin canlılıklarının yanı sıra kültür koşullarının sporların gelişimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan analizler sonunda, *B. coagulans* ATCC 31284 ve *B. subtilis* var. *natto* ATCC 15245 sporlarının canlılıklarının en iyi 68°C’de 20 dk (sırasıyla 15.61 ve 15.24 log kob/mL) ısıtma uygulaması ve trypticase soy agar (TSA) kullanılarak elde edildiği belirtilmiştir (sırasıyla 15.22 ve 15.12 log kob/mL). Elde edilen sonuçlara göre; sosis hamuruna inoküle edilen sporların, ısıtma uygulamasından sonra 3-4 log düştüğü belirtilmektedir. Isıtma işleminin ardından spor sayılarının önemli ölçüde değiştiği (80°C’de 10 dk) ve sosis işleme ve depolama sırasındaki toplam miktarının >10<sup>6</sup> olduğu ifade edilmiştir. Isıtma işlemi sırasında ve depolama aşamasında spor oluşturan probiyotik bakterilerin bu özellikleri nedeniyle özellikle, ısıtma işlemi görmüş fonksiyonel gıdalarda vejetatif probiyotik bakterilerin yerine kullanılabileceği belirtilmiştir.

Manea ve ark. (2017), tarafından yapılmış bir çalışmada, geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen çeşitli et ürünlerinin (ev yapımı tütülenmiş domuz sosisi, baharatlı sosis, salam, tütülenmiş et, domuz pastırması, sade fileto, tütülenmiş domuz pirzolası, kurutulmuş geleneksel fileto, “oltenesti” sosisi) mikrobiyolojik yükleri belirlenerek bu ürünlerde bulunan mikroorganizmaların karakterizasyonu yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre örneklerden *Bacillus* spp. ve LAB türlerinin izole edildiği bildirilmiştir.

Kourkoutas ve ark. (2014a), tarafından yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus casei* (*L. casei*) ATCC 393’ün probiyotik kuru fermente sosislere bulunan patojenlere etkisi araştırılmıştır. Probiyotik bakterinin immobilize ve serbest halde kullanıldığı çalışmada, ürünün raf ömrünün arttığı, immobilize haldeki probiyotiklerin bu konuda daha etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca fermente sosislere bulunan Enterobacteriaceae, *Staphylococcus* ve

*Pseudomonas* sayılarında da önemli ölçüde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Kourkoutas ve ark. (2014b), ürünlerin 66 günlük depolanması sonunda da probiyotik ürün özelliğini taşıması için gerekli olan probiyotik bakteri yükünün ( $> 6 \log \text{ kob/g}$ ) istenilen düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Wójciak ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada, *L. casei* Lock 0900 probiyotik suşunun, kuru fermente sosislerin olgunlaşma ve vakum altında uzun süreli depolanmaları sırasındaki kalite değişimleri (renk, oksidasyon-reduksiyon potansiyeli, tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri, peroksit değeri, konjuge dienler ve pH değeri) üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Olgunlaşma ve 6 ay depolamanın sonunda probiyotiklerin canlılığının istenilen seviyenin ( $6 \log \text{ kob/g}$ ) üstünde olduğu belirtilmiştir.

Popova (2017), tarafından yapılan bir çalışmada, özellikle depolamanın kolaylaştırılması amacıyla etin değerlendirilmesinde renk ile birlikte etin pH değerinin, kalitenin önemli bir indeksi olduğu ifade edilmiştir. Etin su tutma kapasitesi de diğer önemli özelliklerle yakından ilişkilidir. Kanatlılarda probiyotik uygulaması üzerine yapılan bazı çalışmalarda, etin pH'sının etkilenebileceği gösterilmiştir. Fakat sonuçların mikroorganizmaların türüne ve ayrıca deneysel tasarımın özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği de ayrıca belirtilmiştir. Popova (2017)'nin yaptığı çalışmada; *B. subtilis*, pişmiş etteki doku üzerinde önemsiz bir etki gösterirken, *B. licheniformis* içeren probiyotiklerle beslenen kümes hayvanları etlerinin rengi, lezzeti ve sululuğunun arttığını tespit etmiştir. *B. licheniformis* uygulaması; protein içeriğini, lezzet üzerinde etkili olan ve temel aminoasitlerin içeriğini önemli ölçüde arttırmış, fakat yağ içeriğini azaltmıştır. *B. subtilis* içeren probiyotikle beslenen kanatlılarda protein ve az yağ içeriği Král ve ark. (2013) tarafından bulunmuştur.

### **Sonuç**

Tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve gıda-sağlık ilişkisi üzerine olan ilginin

artmasıyla tüketicilerin daha sağlıklı ve fonksiyonel gıdalara olan ilgisi de artmaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin klinik verilerle desteklenmesinin yanı sıra; içeriğinde probiyotik mikroorganizmaların kullanıldığı ürünlerin formülasyonu, konuyla ilgilenen tüketiciler, endüstri ve araştırma merkezleri için büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden, bu mikroorganizmalar et endüstrisinin çok büyük bir bölümünü oluşturan fonksiyonel pişirilmiş et bazı ürünlerin geliştirilmesi için ideal bir tercih olarak görülmektedir.

Isıtma süresi, sıcaklık, pişirme yöntemi ve ürün formülasyonu, probiyotik *Bacillus spp.*'nin canlılığını ve gelişimini etkileyebilecek önemli değişkenlerdir. Ayrıca, et ve et ürünleri gibi gıdalarda ısı iletkenlik ve dielektrik özellikleri, ev tipi pişirme yöntemlerinde gıdaların davranışını büyük ölçüde etkilemektedir. Gıdaların ısı iletkenliği büyük oranda farklı bileşenlerin özellikle de suyun miktarı ve yapısına bağlıdır. Probiyotik özelliğe sahip *Bacillus spp.*'nin ısıya dirençli spor formlarına sahip olması, ısı uygulanan probiyotik ürünler için kullanımında avantaj sağlamaktadır. *Bacillus spp.* sporlarının güçlü mide asidi ve antibiyotiklerden diğer LAB'ne göre daha az etkilenmesi ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olması ile ilgi çekmektedir.

Ayrıca gıda sistemlerinde kullanılan *Bacillus spp.* tarafından üretilen bakteriyosinlerin antimikrobiyel özellikleri, gıda bileşenine adsorbsiyonu, zayıf çözünürlük, enzim tarafından inaktivasyonu veya bozulması, gıda matrisindeki düzensiz dağılımı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir.

Sonuç olarak, fonksiyonel gıdalar gibi probiyotik mikroorganizmaları içeren gıda ürünleri, et endüstrisinde, et kalitesinin geliştirilmesi ve sağlıklı et ürünleri üretimi için olağanüstü bir fırsat ve gelecek vaat eden bir pazar teşkil etmektedir. Bu nedenle de söz konusu ürünlerde stres ortamına uygun ve patojen olmayan probiyotik özellik içeren mikroorganizmalar üzerine araştırmalar yoğunlaştırılmalıdır.



**Kaynaklar**

- Abdullah, N. R., Zamri, A. N. M., Sabow, A. B., Kareem, K. Y., Nurhazirah, S., Ling, F. H., Sazili, A. Q., Loh, T. C., (2015) Physico-chemical properties of breast muscle in broiler chickens fed probiotics, antibiotics or antibiotic-probiotic mix. *Journal of Applied Animal Research* 45(1):64-70.
- Alexopoulos, C., Georgoulakis, I. E., Tzivara, A., Kyriakis, C. S., Govaris, A., Kyriakis, S. C., (2004) Field evaluation of the effect of a probiotic-containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores on the health status, performance, and carcass quality of grower and finisher pigs. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 51(6): 306-312.
- Almada, C. N., Nunes de Almada, C., Martinez, R. C. R., Sant'Ana, A. S., (2015) Characterization of the intestinal microbiota and its interaction with probiotics and health impacts. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99:4175–4199.
- Aşan Özüsağlam, M., (2010) Hayvan beslemede *Bacillus coagulans* bakterisinin probiyotik olarak önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(1):50-57.
- Aunpad, R., Kaewklom, S., Lumlert, S., Kraikul, W., (2013) Control of *Listeria monocytogenes* on sliced bologna sausage using a novel bacteriocin, amysin, produced by *Bacillus amyloliquefaciens* isolated from Thai shrimp paste (Kapi). *Food Control* 32:552-557.
- Baka, M., Noriega, E., Tsakali, E., Van, I., Van Impe, J. F. M., (2015) Influence of composition and processing of Frankfurter sausages on the growth dynamics of *Listeria monocytogenes* under vacuum. *Food Research International*, 70:94–100.
- Bali, V., Panesar, P. S., Bera, M. B., (2011) Isolation, screening and evaluation of antimicrobia activity of potential bacteriocin producing lactic acid bacteria isolate. *Microbiology Journal*, 1(3):113-119.
- Barbosa, T. M., Serra, C. R., La Ragione, R. M., Woodward, M. J. Henriques, A. O., (2005) Screening for *Bacillus* isolates in the broiler gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*, 71:968-978.
- Budak Bağdatlı, A., Kundakçı, A., (2013) Fermente et ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların kullanımı, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1):31-37.
- Chorianopoulos, N. G., Pavli, F. G., Argyri, A. A., Papadopoulou, O. S., Nychas, G. J. E., Tassou, C., (2016) Probiotic potential of lactic acid bacteria from traditional fermented dairy and meat products: assessment by in vitro tests and molecular characterization. *Journal of Probiotics and Health*, 4:157.
- Cutting, S. M., (2002) *Bacillus* probiotics; spore germination in the gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*, 68:2344-2352.
- Cutting, S. M., (2011) *Bacillus* probiotics. *Food Microbiology*, 28:214-220.
- De Macedo, R. E. F., Pflanzler, S. B., Gomes, C. L., (2012) Probiotic meat products. *Intech Open*, 5:85-102.
- De Vuyst, L., Vandamme, E. J., (1994) Antimicrobial potential of lactic acid bacteria. In: De Vuyst L, Vandamme EJ.(eds). Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Springer*, 91- 142.
- Doğu, S. Ö., Sarıçoban, C., (2015) Probiyotik et ürünleri ve beslenme. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4):183-189.

- EFSA, (2013) Scientific Opinion On The Maintenance Of The List Of QPS Biological Agents Intentionally Added To Food and Feed (2013 update). 11(11): 3449.
- EFSA, (2014) EFSA Panel on additives and products or substances used in animal feed (FEEDAP); guidance on the assessment of the toxigenic potential of *Bacillus* species used in animal nutrition (question no EFSA-Q-2013-00303, adopted 08 April 2014 by European Food Safety Authority).
- Endres, J. R., Clewell, A., Jade, K. A., Farber, T., Hauswirth, J., Schauss, A. G., (2009) Safety assessment of a proprietary preparation of a novel probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology* 47:1231–1238.
- Fadhil, Z. H., Akın, M., (2016) Probiyotik bakteri ile sebze sularının fermentasyonu. *Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 42(1):1-9.
- Fan, Y., Zhao, L., Ma, Q., Li X., Shi, H., Zhou, T., Zhang, J., Ji, C., (2013) Effects of *Bacillus subtilis* ANSB060 on growth performance, meat quality and aflatoxin residues in broilers fed moldy peanut meal naturally contaminated with aflatoxins. *Food and Chemical Toxicology*, 59:748-753.
- FAO/WHO, (2002) Guidelines for the evaluation of probiotics in food. (London Ontario, Canada), April 30 and May 1, 2002:8.
- Fares, C., Menga, V., Martina, A., Pellegrini, N., (2015) Nutritional profile and cooking quality of a new functional pasta naturally enriched in phenolic acids, added with  $\beta$ -glucan and *Bacillus coagulans* GBI-30,6086. *Journal of Cereal Science*, 65:260-266.
- Foligne, B., Daniel, C., Pot, B., (2013) Probiotics from research to market: the possibilities, risks and challenges. *Current Opinion in Microbiology*, 16:284-292.
- Gao, X., Ma, Q., Zhao, L., Lei, Y., Shan, Y., Ji, C., (2011) Isolation of *Bacillus subtilis*: screening for aflatoxins B-1, M-1, and G(1) detoxification. *European Food Research and Technology*, 232:957-962.
- Garriga, M., Aymerich, T., Jofré, A., (2015) Probiotic fermented sausages: Myth or reality? *Procedia Food Science* 5:133-136.
- Gülmez, M., Güven, A., (2002) Probiyotik, prebiyotik ve sinbiyotikler. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 8(1):83-89.
- Hajji, M., Jemil, I., Jridi, M., Nasri, R., Ktari, N., Salem, R. B. S. B., Mehiri, M., Nasri, M., (2014) Functional, antioxidant and antibacterial properties of protein hydrolysates prepared from fish meat fermented by *Bacillus subtilis* A26. *Process Biochemistry* 49:963–972.
- Halimi, B., Dortu, C., Arguelles-Arias, A., Thonart, P., Joris, B., Fickers, P., (2010) Antilisterial activity on poultry meat of amylolysin, a bacteriocin from *Bacillus amyloliquefaciens* GA1. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 2:120-125.
- Hong, H. A., Duc, L. H., Cutting, S. M., (2005) The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 29:813-835.
- Hong, H. A., Khaneja, R., Tam, N. M., Cazzato, A., Tan, S., Urdaci, M., Brisson, A., Gasbarrini, A., Barnes, I., Cutting, S. M., (2009) *Bacillus subtilis* isolated from the human gastrointestinal tract. *Research in Microbiology*, 160:134-143.
- Hosseini, H., Pilevar, Z., (2017) Effects of starter cultures on the properties of meat products: a review. *Annual Research & Review in Biology*, 17(6):1-17.
- Hyronimus, B., Le Marrec, C., Urdaci, M. C., (1998) Coagulin, a bacteriocin - like inhibitory substance produced by *Bacillus coagulans* I4. *Journal of Applied Microbiology*, 85:42-50.

- Hyronimus, B., Le Marrec, C., Sassi, A. H., Deschamps, A., (2000) Acid and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 61:193–197.
- Ikeda, A., Kim, D., Hashidoko, Y., (2017) Identification of diacetonamine from soybean curd residue as a sporulation-inducing factor toward *Bacillus* spp. *AMB Express*, 7:101.
- Ivanovic, S., Pisinov, B., Maslic-Strizak, D., Savic, B., Stojanovic, Z., (2012) Influence of probiotics on quality of chicken meat. *African Journal of Agricultural Research*, 7:2191-2196.
- Kabir, S. M. L., (2009) The role of probiotics in the poultry industry. *International Journal of Molecular Sciences*, 10:3531-3546.
- Kabuki, T., Uenishi, H., Watanabe, M., Seto, Y., Nakajima, H., (2010) Characterization of a bacteriocin, thermophilin, 1277, produced by *Streptococcus thermophilus* SBT 1277. *Journal of Applied Microbiology*, 102:971-980.
- Kaewklom, S., Lumlert, Ş., Kraikul, R. A., (2013) Control of *Listeria monocytogenes* on sliced bologna sausage using a novel bacteriocin, amysin, produced by *Bacillus amyloliquefaciens* isolated from Thai shrimp paste (Kapi). *Food Control*, 32:552-557.
- Kalkan, S., (2016) Probiyotik laktik asit bakterilerinin *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyel etkilerinin farklı matematiksel modeller ile analizi. *Sinop University Journal of Natural Sciences* 1(2):150–159.
- Karri, S. K., Majeed, M., Natarajan, S., Sivakumar, A., Ali, F., Pande, A., Majeed, S., (2016) Evaluation of anti-diarrhoeal activity of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 and its effect on gastrointestinal motility in wistar rats. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 7(1):311-316.
- Kaynar, P., Beyatlı, Y., (2006) Balıklardan izole edilen bacillus cinsi bakterilerin bazı metabolik özelliklerinin belirlenmesi, plazmid DNA ve protein profillerinin incelenmesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 4(3):1-30.
- Kesenkaş, H., Kınık, Ö., Seçkin, K., Günç Ergönül, P., Akan, E., (2016) Keçi sütünden üretilen sinbiyotik beyaz peynirde *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* sayılarının değişimi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,53(1):75-81.
- Khaneghah, A. M., Jafari, M., Mortazavian, M. A., Hosseini, H., Safaei, F., Sant’Ana, A. S., (2017) Probiotic *Bacillus*: Fate during sausage processing and storage and influence of different culturing conditions on recovery of their spores. *Food Research International*, 95:46-51.
- Kıran, F., Osmanağaoğlu, Ö., (2012) Laktik asit bakterilerinin probiyotik olarak kullanımı. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 26(4):60-67.
- Kim, I. H., Zhang, Z. F., Zhou, T. X., Ao, X., (2012) Effects of b-glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broilers fed maize-soybean meal based diets. *Livestock Science*, 150:419-424.
- Kim, H. W., Miller, D. K., Yan, F., Wang, W., Cheng, H. W., Yuan, H., Kim, B., (2017) Probiotic supplementation and fast freezing to improve quality attributes and oxidation stability of frozen chicken breast muscle. *LWT- Food Science and Technology*, 75:34-41.
- Kołodzyn-Krajewska, D., Dolatowski, Z. J., (2012) Probiotic meat products and human nutrition. *Process Biochemistry*, 47:1761–1772.

- Kourkoutas, Y., Sidira, M., Galanis, A., Nikolaou, A., Kanelaki, M., (2014a) Evaluation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 protective effect against spoilage of probiotic dry-fermented sausages. *Food Control* 42:315-320.
- Kourkoutas, Y., Sidira, M., Karapetsas, A., Galanis, A., Kanellaki, M., (2014b) Effective survival of immobilized *Lactobacillus casei* during ripening and heat treatment of probiotic dry-fermented sausages and investigation of the microbial dynamics. *Meat Science*, 96:948–955.
- Král, M., Angelovicova, M., Alfaig, E., Walczykca, M., (2013) Meat quality of broiler chickens fed diets with *Bacillus subtilis* and malic acid additives. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 46:375-378.
- Kumar, P., Chatli, M. K., Verma, A. K., Mehta, N., Malav, O. P., Kumar, D., Sharma, N., (2017) Quality, functionality, and shelf life of fermented meat and meat products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:13.
- Küçükçetin, A., Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Arslan, A. A., (2016) Farklı inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sonlandırma pH’sının probiyotik yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(4):341-350.
- Lavermicocca, P., Dekker, M., Russo, F., Valerio, F., Di Venere, D., Sisto, A. (2016). *Lactobacillus paracasei*-enriched vegetables Containing Health Promoting Molecules. *Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Bioactive Foods in Health Promotion*, 361-370.
- Lee, S., Lee, J., Jin, Y. I., Jeong, J. C., Chang, Y. K., Lee, Y., Jeong, Y., Kim, M., (2017) Probiotic characteristics of *Bacillus* strains isolated from Korean traditional soy sauce. *LWT- Food Science and Technology*, 79:518-524.
- Lisoba, M. P., Bonatto, D., Bizani, J. A., Henriques, Brandelli A., (2006) Characterization of a bacteriocin like substance produced by *Bacillus amyloliquifaciens* isolated from Brazilian atlantic forest. *International Microbiology*, 9:111-118.
- Liu, X., Yan, H., LV, L., Xu, Q., Yin, C., Zhang, K., (2012) Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25:682-689.
- Logan, N. A., Berkeley, R. C. W., (1984) Identification of *Bacillus* strains using the API system. *Microbiology* 130(7):1871-1882.
- Ma, Q. G., Gao, X., Zhou, T., Zhao, L. H., Fan, Y., Li, X. Y., Lei, Y. P., Ji, C., Zhang, J.Y., (2012) Protective effect of *Bacillus subtilis* ANSB060 on egg quality, biochemical and histopathological changes in layers exposed to aflatoxin B-1. *Poultry Science*, 91:2852–2857.
- Manea, L., Buruleanu, L., Rustad, T., Manea, I., Barascu, E., (2017) Overview on the microbiological quality of some meat products with impact on the food safety and health of people. The 6th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering, Romania, 22-24 Haziran, 105-108.
- Marseglia, G. L., Tosca, M., Cirillo, I., Licari, A., Leone, M., Marseglia, A., Castellazzi, A. M., Ciprandi, G., (2007) Efficacy of *Bacillus clausii* spores in the prevention of recurrent respiratory infections in children: a pilot study. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 3:13-17.
- Molnar, A. K., Podmaniczky, B., Kurti, P., Tenk, I., Glavits, R., Virag, G. Y., Szabo, Z. S., (2011) Effect of different concentrations of *Bacillus subtilis* on growth performance, carcass quality, gut microflora and immune response of broiler chickens. *British Poultry Science*, 52:658–665.

- Mortazavian, A. M., Jafari, M., Alebouyeh, M., Hosseini, H., Ghanati, K., Zali, M. R., (2016) Recovery of *Bacillus coagulans* as a probiotic spore former in the raw batter of cocktail sausage as influenced by chopping, formulation and surfactant. *International Journal of Life Science and Pharma Research*, 2:39-48.
- Mortazavian, M. A., Jafari, M., Hosseini, H., (2017) Effect of household cooking methods on the viability of *Bacillus* probiotics supplemented in cooked sausage. *Nutrition and Food Science Research*, 4(1):47-56.
- Natarajaseenivasan, K., Abdhul, K., Ganesh, M., Shanmughapriya, S., Vanithamani, S., Kanagavel, M., Anbarasu, K., (2015) Bacteriocinogenic potential of a probiotic strain *Bacillus coagulans* [BDU3] from Ngari. *International Journal of Biological Macromolecules* 79:800–806.
- Nicholson, W. L., Munakata, N., Horneck, G., Melsosh, H. J. Setlow, P., (2000) Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64:548-572.
- Nithya, V., Halami, P., (2013) Evaluation of the probiotic characteristics of *Bacillus* species isolated from different food sources. *Annals of Microbiology*, 63:129–137.
- Palamutoğlu, R., Kasnak, C., (2014) Fermente et ürünleri üretiminde probiyotik kullanımı. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(5):208-213.
- Panda, S. H., Goli, J. K., Das, S., Mohanty, N., (2017) Production, optimization and probiotic characterization of potential lactic acid bacteria producing siderophores. *AIMS Microbiology*, 3(1):88-107.
- Pattnaik, P., Grover, S., Batish, V. K., (2005) Effect of environmental factors on production of lichenin, a chromosomally encoded bacteriocin-like compound produced by *Bacillus licheniformis* 26L-10/3RA. *Microbiology Research*, 160:213-218.
- Popova, T., (2017) Effect of probiotics in poultry for improving meat quality. *Current Opinion in Food Science*, 14:72-77.
- Raksha Rao, K., Vipin, A. V., Hariprasad, P., Anu Appaiah, K. A., Venkateswaron, G., (2017) Biological detoxification of Aflatoxin B by *Bacillus licheniformis* CFRI. *Food Control*, 71:234-241.
- Ruiz, L., Ruas-Madiedo, P., Gueimonde, M., De Los Reyes-Gavilán, C. G., Margolles, A., Sánchez, B., (2011) How do *Bifidobacteria* counteract environmental challenges? Mechanisms involved and physiological consequences. *Genes and Nutrition*, 6(3):307–318.
- Sangare, L., Zhao, Y., Folly, Y. M. E., Chang, J., Li, J., Selvaraj, J. N., Liu, Y., (2014) Aflatoxin B1 degradation by a *Pseudomonas* strain. *Toxins*, 6(10):3028-3040.
- Schallmeyer, M., Singh, A., Ward, O. P., (2004) Developments in the use of *Bacillus* species for industrial production. *Canadian Journal of Microbiology*, 50:1-17.
- Silvi S., Verdenelli, M. C., Cecchini, C., Coman, M. M., Bernabei M. S., Rosati, J., De Leone, R., Orpianesi, C., Cresci, A., (2014) Probiotic-enriched foods and dietary supplement containing SYN BIO positively affects bowel habits in healthy adults: an assessment using standard statistical analysis and support vector machines. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(8):994–1002.
- Spano, G., Arena, M. P., Silvain, A., Normanno, G., Grieco, F., Drider, D., Fiocco, D., (2016) Use of *Lactobacillus plantarum* strains as a bio-control strategy against food-borne pathogenic microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 7:464.

- Swetwiwathana, A., Visessanguan, W., (2015) Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for safety improvements of traditional Thai fermented meat and human health. *Meat Science*, 109:101–105.
- Taguchi G., (1986) Introduction to quality engineering: designing quality into products and processes. Tokyo: *Asian Productivity Organization*, 191.
- Tam, N. K. M., Uyen, N. Q., Hong, H. A., Duc, L. H., Hoa, T. T., Serra, C. R., Henriques, A. O., Cutting, S. M., (2006) The intestinal life cycle of *Bacillus subtilis* and close relatives. *Journal of Bacteriology*, 188:2692-2700.
- Thy, H. T. T., Thinh, N. H., Tri, N. N., Quy, O. M., Kannika, K., Unajak, S., Areechon, N., (2017) Identification and characterization of potential probiotic *Bacillus* spp. for application in striped catfish. *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 41(2):20-36.
- Tompkins, T. A., Xu, X., Ahmarani, J., (2010) A comprehensive review of post-market clinical studies performed in adults with an Asian probiotic formulation. *Beneficial Microbes*, 1:93-106.
- Tripathi, M. K., Giri, S. K., (2014) Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods* 9:225-241.
- Urdaci, M. C., Bressollier, P., Pinchuk, I., (2004) *Bacillus clausii* probiotic strains: Antimicrobial and immunomodulatory activities. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38:86–90.
- Uymaz, B., (2010) Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1):95-104.
- Ünal Turhan, E., Erginkaya, Z., Polat, S., Özer, E. A., (2017) Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41:598-603.
- Venema, K., Do Carmo, A. P., (2015) Probiotics and prebiotics: Current research and future trends. In K. Venema, & A. P. do Carmo (Eds.), *Probiotics and prebiotics: Current research and future trends*, 3–12.
- Wójciak, K. M., Dolatowski, Z. J., Kołozyn-Krajewska, D., Trzaskowska, M., (2012) The effect of the *Lactobacillus casei* Lock 0900 probiotic strain on the quality of dry-fermented sausage during chilling storage. *Journal of Food Quality*, 35:353-365.
- Xie, J., Rijun Z., Changjiang, S., Yaoqi G., (2009) Isolation and characterization of bacteriocin produced by an isolated *Bacillus subtilis* LEB112 that exhibits antimicrobial activity against domestic animal pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 8(20):5611-5619.
- Yıldırım, H., Kılıç, G. B., Karahan, A.G., (2017) Probiyotik mayalar ve özellikleri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(10):1148-1155.
- Zhou, X., Wang, Y., Gu, Q., Li, W., (2010) Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi yellow chicken. *Poultry Science*, 89:588-593.