

## PROBİYOTİK MİKROORGANİZMALARIN BİYOKORUYUCU ÖZELLİĞİ

*Filiz YANGILAR \**

**Özet:** Antibiyotiklerin belli periyotlarda ve belli dozlardaki kullanımı neticesinde hastalıkların tedavi edildiği ancak insan metabolizmasında yararlı faaliyetleri olan (özellikle de intestinal florada) mikroorganizmaları inaktive ettiği ve normal floranın bozulduğu bilinmektedir. Bununla birlikte antibiyotiklerden kaynaklanan bazı rahatsızlıklar da (alerji, diyare, gaz vb. gibi) ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla son yıllarda nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar büyük önem kazanmaya başlamış ve buna bağlı olarak tüketicilerin probiyotiklere, doğal antioksidanlara, diyet liflerine, düşük kalorili ve düşük kolesterol içeren ürünlere ilgisi artmıştır. Bilhassa probiyotik bakteri içeren ürünler büyük talep görmeye başlamıştır. Probiyotik bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinler istenmeyen ya da patojen olan mikroorganizmalarla yarışabilme, ortamda canlı kalabilme ve bağırsaklarda koloni oluşturabilme hususunda gıdalarda koruyucu ve güvenlik sağlayıcı olarak önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu derlemede; biyokoruyucu bileşikler, biyokoruma yönteminin avantaj ve dezavantajları ile probiyotik mikroorganizmaların etki mekanizmalarının öneminin vurgulanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Probiyotik bakteri, Biyokoruyucu, Bakteriyosin, Gıda güvenliği

### Use of Probiotic Microorganisms for Bio-Protective Aims

**Abstract:** It was known that some diseases can be treated as the result of the use of antibiotics in certain periods and at certain dosages while inactivating and deteriorating normal microorganisms performing useful activities in human metabolism (in especially intestinal flora). It was occurred that after the use of antibiotics, some defects can be seen resulting from antibiotics (such as allergy, diarrhea, gas formation etc). With this aim, nutraceuticals and functional food have gained importance over the last years and consumers began to be interested in probiotics, natural antioxidants, dietary fibres, products with low calorie and cholesterol contents, especially the products containing probiotic bacteria. Bacteriocins produced by probiotic bacteria can play important roles as food protective and safeguarding since they can compete with unwanted or pathogen microorganisms survive in the media and colonize in intestines. In this review, is aimed to emphasis bioprotective compounds, advantages and disadvantages of biopreservation method and the importance of the mechanisms of probiotic microorganisms.

**Keywords:** Probiotic bacteria, Bioprotective, Bacteriocin, Food security

## 1. GİRİŞ

Probiyotikler yeterli düzeyde alındıklarında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etki sağlayan ve bağırsak sisteminin mikrobiyel dengesini geliştirerek, faydalı etki oluşturan canlı mikroorganizmalar grubudur (Başyiğit ve diğ., 2007). Parker (1974) probiyotikleri bağırsak

\* Erzincan Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 24000 Erzincan.  
İletişim Yazarı: F. Yangılar (f\_yangilar@hotmail.com)

dengesinin sağlanmasına yardımcı organizmalar olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama aynı zamanda antibiyotikleride kapsamaktadır (Fuller, 1999; Schrezenmeir ve Vrese, 2001). Fuller ise (1999) konakçının intestinal mikroflorasının gelişimini teşvik eden canlı mikrobiyel katkı maddeleri olarak tanımlamıştır. Ayrıca gıdalarla belirli dozlarda kullanıldıklarında sağlığa faydalı canlı mikroorganizmalar olarak tarif edilmiştir (FAO/WHO, 2002; Songisepp ve diğ., 2012). Probiyotik bakterilerin insan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça önemli terapötik ve diyetetik özellikleri olduğu da bilinmektedir (Karahana ve Çakmakçı, 1996).

Bakterilerin probiyotik bakteri olarak tanımlanabilmesi ve kullanılabilmesi için aşağıdaki kriterleri taşıması gerekmektedir (Arihara, 2006; Kandemir Can, 2001; Budak Bağdatlı ve Kundakçı, 2013).

- İnsan kaynaklı olmalı,
- Patojen olmamalı,
- Asidik koşullara ve safra tuzlarına karşı dayanıklı olmalı,
- İnsan sindirim sistemi epitelyum yüzeyine yapışma özelliği iyi olmalı,
- Sindirim sisteminde kolonize olabilmeli,
- Patojen bakterilere karşı antagonist etki göstermeli,
- Antimikrobiyal maddeler üretebilmeli,
- Bağışıklık sistemini iyileştirmeli,
- Hızlı metabolize olmalı ve hızlı gelişebilmeli,
- Gıdalarda güvenle kullanılabilmeli.

Probiyotiklerin aktivitesi için ince bağırsakta en az  $10^8$ - $10^9$  canlı bakteri bulunması ve günlük doz olarak  $10^9$ - $10^{10}$  canlı bakteri alınması gerekmektedir. Ancak gastrointestinal sistemde toplam probiyotik bakterilerin %10-40'ının canlılığını sürdürdüğü dikkate alınırsa (Sanders ve Veld, 1999); toplam tüketim dozu, gastrointestinal sistemdeki canlılık seviyesi (Madureira ve diğ., 2008; Kılıç ve diğ., 2009; Rodrigues ve diğ., 2012) ve dışkıdaki canlı probiyotik bakteri sayısı (Corbo ve diğ., 2001; Pitino ve diğ., 2012) gibi faktörlerin çok yönlü olarak ayrı ayrı ele alınmaları elzemdir (Yangılar, 2010).

Bileşiminde konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiye sahip olan mikroorganizmaları içeren, çeşitli enzim, vitamin ve aroma bileşenleri ile takviye edilmiş direkt kapsül ya da tablet haline getirilmiş ve aynı zamanda diyet destekleyicisi olarak bilinen ürünlere probiyotik ürün denilmektedir. Bu tablet ya da kapsüller sadece sağlık destekleyicisi ürünler olarak bilinmekte ve kesinlikle hastalıkların tedavisinde ilaç yerine kullanılmamaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların, laktoz intolerans ve kabızlık semptomlarının hafifletilmesi, çeşitli tip diyarelerin önlenmesi ve tedavisi, immun sistemin uyarılması, antitümör ve antikanserojen etki gibi insan sağlığı üzerine olumlu katkıda buldukları ve özellikle bağırsak rahatsızlıkları tedavisinde probiyotiklerin faydalı oldukları bilinmektedir (Salminen ve diğ., 1998). Ayrıca, dondurarak kurutulmuş bakteri kültürlerinin kapsül ya da tablet haline getirilmesi ile hazırlanmış preparatlar, hepatik hastalıklar, kabızlık ve antibiyotik tedavisi sonucu ortaya çıkan ishal gibi gastro intestinal düzensizliklerin giderilmesinde de kullanılmaktadır (Quwehand ve diğ., 1999; Rolfe, 2000; Çakır ve Çakmakçı, 2002; Yücecan, 2002).

## **2. BİYOKORUYUCU BİLEŞİKLER ve PROBİYOTİK MİKROORGANİZMALARIN ETKİ MEKANİZMALARI**

Biyokoruma, gıdaların raf ömrünü uzatmak ve güvenliğini artırmak amacıyla gıdalara doğal mikroflora ve antimikrobiyal ürünlerinin ilavesi anlamına gelmektedir (Schnürer ve Magnusson, 2005; Seçkin ve diğ., 2010). Biyokoruma amacıyla ilave edilen kültürler patojenleri öldürerek ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Bu kültürlerle koruyucu kültürler de denir. Koruyucu kültürler gıdalarda doğal olarak bulunabileceği gibi sonradan da ilave edilebilir. Koruyucu kültürler,

ürünün içindeki bir patojen veya istenmeyen bir mikroorganizma gelişimini önleme yeteneğine ve istenilen tekstür ve aromayı elde etme durumuna göre seçilirler (Kesenkaş ve diğ., 2006; Seçkin ve diğ., 2010). Aynı zamanda bu kültürler normal depolama koşullarında ürünün duyu özelliklerini olumsuz etkilememelidirler. Ayrıca, organik asitler (laktik, asetik veya propiyonik asit gibi), alkoller, karbondioksit, diasetil, hidrojen peroksit, bakteriyosinler, reuterin ve reutersiklin gibi düşük moleküllü bileşikler üreterek istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini de önlemelidirler (Kesenkaş ve diğ., 2006; Seçkin ve diğ., 2010).

Son yıllarda gıdalarda gelişmesi istenmeyen mikroorganizmalara karşı “doğal koruyucu” maddeleri kullanma eğiliminin giderek arttığı gözlenmektedir. Antibakteriyel etkiye sahip olduğu bilinen bazı mikroorganizmalar ya da bunların ürettikleri metabolik ürünler “doğal koruyucu” maddeler olarak kabul edilmekte ve gıdaların doğal yolla korunmasını sağlayabilmektedirler (Abee ve diğ.,1995; Klaenhammer, 1988; Daeschel, 1989; Marug, 1991; Earnshaw, 1992; Stiles, 1996; Gürsel ve diğ., 2004; Şenel ve diğ., 2006). Bu mikroorganizmalar arasında özellikle sütte bulunan *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc* cinsi bakteriler ile süt kökenli propiyonik asit bakterileri önemli bir yer tutmaktadır. Bunlar tarafından üretilen organik asitler, diasetil, asetoin, reuterin, hidrojen peroksit, antifungal peptitler ve düşük molekül ağırlıklı bakteriyosinler yardımıyla istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi kontrol altına alınabilmektedir (Klaenhammer, 1988; Daeschel, 1989; Lyon ve Glatz, 1991; Piard ve Desmazeaud, 1991; 1992; Earnshaw, 1992; Lyon ve diğ.,1993; Sarkar ve Misra, 1995; Kuleaşan ve Çakmakçı, 2002a; Kuleaşan ve Çakmakçı, 2002b; Gürsel ve diğ., 2004; Şenel ve diğ., 2006; Kesenkaş ve diğ., 2006; Seçkin ve diğ., 2010). Bu bakteriler bu bileşikler üretebilme kapasitesine sahip olduğu için özellikle son 15 yıldır gıda koruyucusu olarak kullanım açısından ilgi odağı haline gelmişlerdir (Speckman ve Collins, 1968; Karahan, 1992; Holzapfel ve diğ., 1995; Tamime ve Robinson 1999; El-Ziney ve diğ., 2000; Holtzel ve diğ., 2000; Magnusson ve Schnürer, 2001; Dinçer ve diğ., 2010). Araştırmacılar laktik asit bakterilerinin ürettikleri antimikrobiyal peptitleri ve koruyucu özellikteki organik asitleri ile diğer bakteriler üzerindeki etkileşimlerini çeşitli gıdaların üretiminde (fermente gıdalarda ve silaj oluşumunda) detaylıca incelenmişlerdir (Visser ve diğ., 1986; Dinçer ve diğ., 2010). Şekil 1’de laktik asit bakterilerinin ürettiği antifungal, antibakteriyel ve antioksidant özelliğe sahip bileşenler verilmiştir.



Şekil 1:

Farklı laktik asit bakterileri tarafından üretilen ana antifungal bileşenler (Schnürer ve Magnusson 2005; Seçkin ve diğ., 2010)

**Bakteriyosinler:** Bakteriyosinlerin gıda koruyucusu olarak oldukça faydalı özellikler sergileyebildiği yapılan çalışmalar ile açıkça gözler önüne serilmiştir. Bakteriyosinler, mikroorganizmalar tarafından, ribozomal olarak sentezlenen, kısmen dar spektrumda bakterisidal özelliğe sahip, birincil ya da modifiye ekstraselüler aktif proteinlerdir (Lewus ve diğ., 1991; Bruno ve Montville, 1993; Bromberg ve diğ., 2004; Dinçer ve diğ., 2010). Bakteriyosinlerin biyokimyasal özellikleri, moleküler ağırlıkları, etki spektrumları, etki mekanizmaları ve genetik yapıları oldukça komplekstir (Piard ve Desmazeaud, 1992; Dinçer ve diğ., 2010). Gıdalara koyucu amacıyla bir polipeptid olan bakteriyosin ilavesi ile (Thomas ve Wimpenny, 1996; Dinçer ve diğ., 2010):

- (i) Gıdaların raf ömrü uzatılabilmekte,
- (ii) Saklama koşulları altındaki sıcaklıklarda ekstra koruma sağlanmakta,
- (iii) Gıda kökenli patojenlerin gıda zinciri ile dağılım riski azaltılabilmekte,
- (iv) Gıdalarda bozulmalara yol açan mikroorganizmalar nedeni ile yaşanan ekonomik kayıplar en aza indirgenmekte,
- (v) Kimyasal koruyucuların kullanımları azaltılabilmekte,
- (vi) Koruma için daha az prosesin uygulanması sebebi ile ürünün organolept özellikleri ve besinsel değeri de daha iyi korunabilmektedir.

Bu polipeptitler, gıda bozulması ve gıda kaynaklı hastalık etmeni bakterilerin gelişimini engellemekte ve bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde büyük önem taşımaktadır (Akkoç ve diğ., 2009; Sudağdan ve Aydın, 2013).

**Nisin:** *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* tarafından üretilen nisin en iyi karakterize edilmiş bakteriyosindir. Nisin geniş spektrumda antimikrobiyal aktiviteye sahip olması, gıda koruyucusu olarak uzun yıllar güvenle kullanılmış olması gibi olumlu özellikleri nedeni ile ticari ve ekonomik anlamda ayrıca önem arz etmektedir. Nisaplin (Nisin A) 1962–1965 yılları arasında geliştirilen, nisinin ilk ticari ekstraktıdır. Nisinin insanlar tarafından tüketiminin güvenli olduğu 1962 yılında yapılan toksite testleri ile gösterilmiştir (Thomas ve Delves, 2005; Dinçer ve diğ., 2010). Nisin, büyük ölçüde *Clostridium* ve *Bacillus* gibi Gram pozitif bakteri türlerinin sporlarına karşı bakterisidal etkili, Gram negatif bakteriler ile maya ve küflere karşı etkisizdir (Chen ve Hoover, 2003; Sudağdan ve Aydın, 2013). Bakterisidal etkisini, hücre membranında değişiklik meydana getirerek, sitoplazmik komponentlerden düşük moleküler ağırlığında olanların dışarıya çıkmasına ve proton hareketinde değişime yol açmak suretiyle göstermektedir (Gill ve Holley, 2000; Sudağdan ve Aydın, 2013). Nisin, çeşitli peynir ve süt ürünlerinde, *S.aureus*, *C. botulinum* ve *L. monocytogenes* gibi Gram pozitif patojen bakterilerin inhibisyonunu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Ross ve diğ., 2002; Samelis ve ark., 2003; Pinto ve diğ., 2011; Sudağdan ve Aydın, 2013).

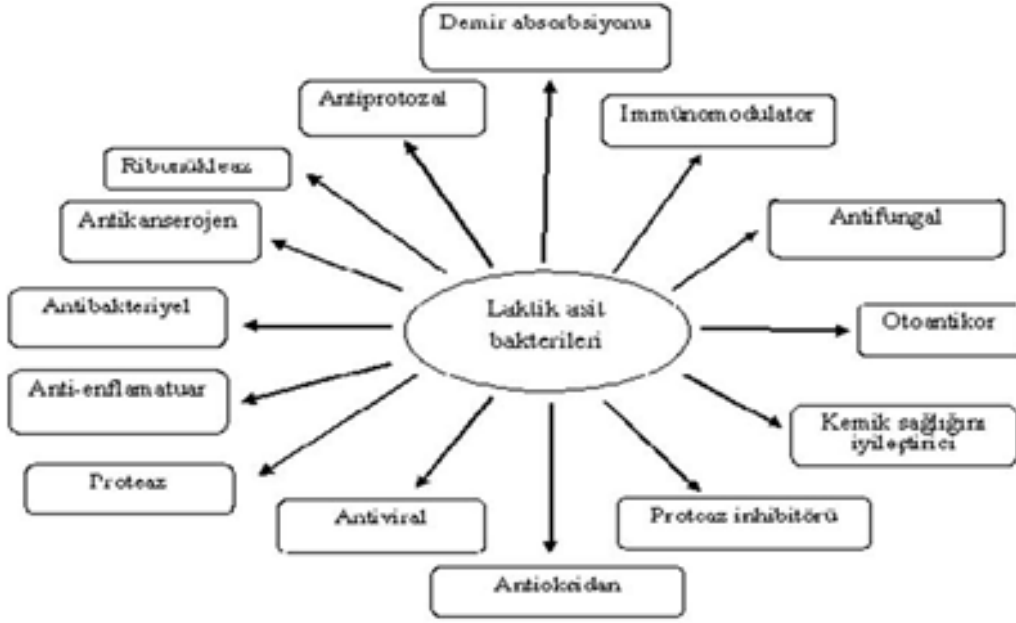
**Acidophilin, lactocidin, lactocin:** Günümüzde nisinin yanı sıra *L. acidophilus* tarafından üretilen acidophilin ve lactocidin, *L. plantarum* tarafından üretilen lactocin gibi bakteriyosinler de iyi karakterize edilmiş ve antimikrobiyal özellikleri kesinlik kazanmıştır. Ayrıca son dönemlerde Laktobasiller tarafından üretilen, lactocin 27, lactacin B, helveticin J, plantacin B ve plantaricin A gibi bakteriyosin ve bakteriyosin benzeri maddelerle ilgili pek çok araştırma bulunmaktadır (Schillinger ve Lücke, 1989; Dinçer ve diğ., 2010).

**Pediosin AcH:** Pediosin AcH adlı bakteriyosin süt, Cheddar ve Munster peynirlerinde *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *E. coli*'ye karşı, laktisin 3147 Cheddar, Cottage peynirlerinde ve yoğurtta *L. monocytogenes* and *B. cereus*'a karşı ve enterosin AS-48 süt ve Manchego peynirinde *B. cereus*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* patojenlerine karşı kullanılabileceği belirtilmiştir (Ananou ve diğ., 2007; Seçkin ve diğ., 2010).

**Lizozim:** Lizozim Avrupa'da peynir üreticileri ve natamisin, sorbat, benzoat gibi antimikrobiyal ve antifungal maddeler yoğurttaki başlıca sorunlardan birisi olan maya ve küf gelişmesini

engellemek amacıyla kullanılmaktadır (Gürsel ve diğ., 2004; Sudağdan ve Aydın, 2013). Avrupa’da peynir üreticileri tarafından lizozim özelliikle “Edam” ve “Gouda” peynirlerinde gaz oluşumuna neden olan *C. tyrobutyricum*’a karşı sıklıkla kullanılmaktadır (Davidson ve diğ., 2002; Sudağdan ve Aydın, 2013). Ayrıca, potansiyel lizozim uygulamaları et, şarap ve yem endüstrisinde de yerini almaktadır (Naidu, 2000; Sudağdan ve Aydın, 2013).

**Laktoferrin:** Laktoferrin, gıda endüstrisinde fonksiyonel gıda katkısı ve doğal biyokoruyucu bir bileşik olarak kullanılmaktadır (Brock, 2002; Farnaud ve Evans, 2003; Yıldırım ve diğ., 2011). Laktoferrinin biyoaktif veya fonksiyonel özellikleri Şekil 2’de verilmiştir.

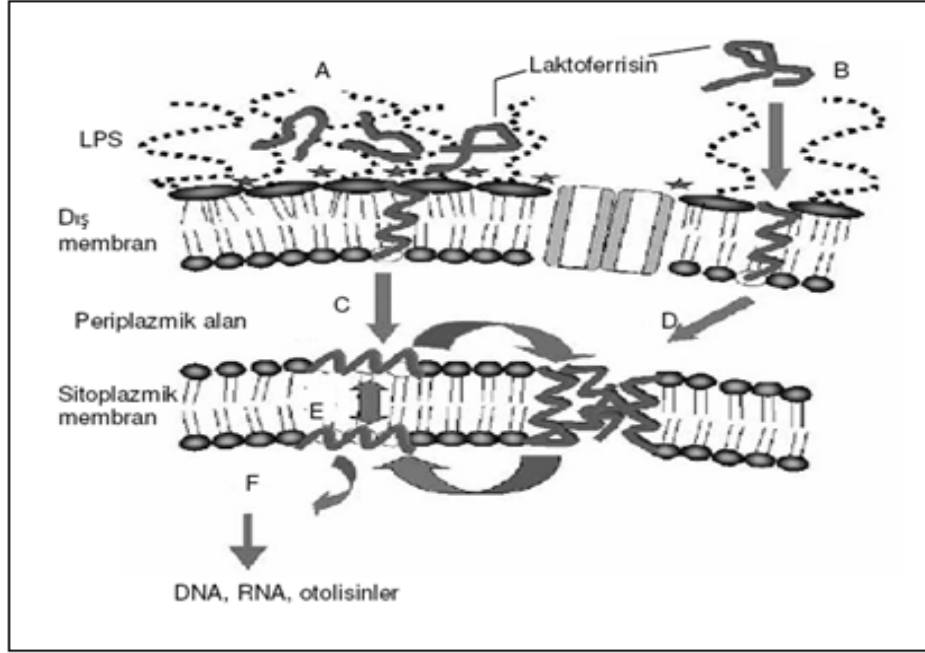


Şekil 2:

Laktoferrinin biyoaktif veya fonksiyonel özellikleri (Yıldırım ve diğ., 2011)

Laktoferrin; inek, insan, kısırak, keçi, fare gibi birçok süt çeşidinde bulunan demir bağlayan bir glikoproteindir. Laktoferrinin bakteriler üzerindeki inhibitör etkisi bakteriyostatik ve/ya bakteriyosidal olabilmektedir. Gram-negatif (*V. cholerae*, *S. Typhimurium*) ve pozitif bakterilere (*S. mutans*) karşı bakteriyostatik aktivitesini demir atomunu bağlayarak göstermektedir. Patojenler de dâhil olmak üzere birçok bakteri gelişebilmeleri için demire ihtiyaç duymaktadır. Apo-laktoferrin bakteriyel gelişme için gerekli olan demiri şelatlayıp bakteriler tarafından kullanılamaz duruma getirerek bakterilerin gelişimini durdurmaktadır. Laktoferrin Gram-negatif bakterilere (*E. coli*, *S. Typhimurium*) karşı bakterisidal etkisini ise bakterilerin dış membranında bulunan lipopolisakkarit tabakasının lipit A kısmıyla interaksiyona girerek göstermektedir. Gram-pozitif bakterilere karşı ise bazı bakterilerin (örneğin *Micrococcus luteus*) yüzeyinde bulunan lipomannan veya yüzey proteinlerine (örneğin *C. perfringens*) tutunarak göstermektedir (Ellison ve diğ., 1988; Ochoa ve Cleary, 2009; Yıldırım ve diğ., 2011). Demir şelatlayıcı özelliği ile laktoferrinin bakterilerin biyofilm oluşturmasını önlediği de belirlenmiştir (Weinberg, 2004; Berlutti ve diğ., 2005; Yıldırım ve diğ., 2011). Laktoferrinin antibakteriyel aktivitesi konsantrasyonuna, ortamdaki diğer minerallerle interaksiyonuna ve demirle doymuşluk derecesine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle laktoferrinin antimikrobiyal etkinliği diğer makromoleküllerin bağlanması ve demirle doymun olduğu durumlarda azalmakta, diğer antimikrobiyal proteinlerle (lizozim) birlikte bulunması durumunda ise artmaktadır (sinerjist etki) (Farnaud ve Evans, 2003; Yıldırım ve diğ., 2011).

**Laktoferrisin:** Laktoferrisinin antimikrobiyal aktivitesi sahip olduğu net pozitif yükten kaynaklanmaktadır. Katyonik, amfipatik ve  $\alpha$ -heliks yapılar vasıtasıyla laktoferrisin hücre membranında iyon kanalları oluşturup membran geçirgenliğini artırarak antimikrobiyal etki göstermektedir. Laktoferrisinin antimikrobiyal etki mekanizması Şekil 3'te verilmiştir.



**Şekil 3:**

*Laktoferrisin antimikrobiyal etki mekanizması. Laktoferrisin dış membranın negatif yüklerine bağlanır (A) veya dış membrandaki lipolisakkarit ile membranın hidrofobik kısmına bağlanarak (B) dış membran stabilitesini bozar. Dış membranı geçtikten sonra negatif yüklü sitoplazmik membranın yüzeyine bağlanır ve yerleşir (C). Membran içine girerek gözenek oluşturabilir (D) veya membranın diğer yüzeyine geçer (E) ve sitoplazma da DNA ve RNA gibi negatif yüklü moleküllerle (F) interaksiyona girebilir (Farnaud ve Evans, 2003; Yıldırım ve diğ., 2011)*

**Reuterin:** Reuterin heterofermantatif *L. reuteri* tarafından gliserol dehidrataz etkisi ile gliserolün reuterine dönüşmesi sonucu oluşur. Geniş bir etki spektrumuna sahip olan reuterin; antibakteriyel, antifungal, antiprotozoal ve antiviral aktiviteye sahiptir (Salminen ve von Wright, 1998; Rattanachaiakunsoopon ve Phumkhachorn, 2010). Reuterin ribonükleotid redüktazın substrat bağlayıcı alt ünitesini inhibe etmekte, böylece DNA sentezini etkilemektedir (Salminen ve von Wright, 1998). Yapılan çalışmalarla reuterinin *Candida*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, *Aspergillus* ve *Fusarium* üzerinde antifungal etki gösterdiği ve *L. reuteri* dışında *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. collinoides* ve *L. coryniformis*'in de reuterin ürettiği belirlenmiştir (Magnusson ve diğ., 2003).

Başta *Lactobacillus* türleri olmak üzere çeşitli laktik asit bakterileri günümüzde probiyotik kültür olarak kullanılmaktadır (Willem, 1999). Probiyotik olarak kullanılan en yaygın laktik asit bakterileri sınıflandırmada 6 gruba ayrılırlar. Bunlar; *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Bifidobacterium*'dur. Laktik asit bakterileri dışında probiyotik olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar ise, *Bacillus*, *Saccharomyces* ve *Aspergillus*'tur (Tannock, 1997; Yangılar, 2010). Probiyotik mikroorganizmalar patojen bakterilerle yarışarak, patojenlerin spesifik bölgelere tutunmasını önlediği ifade edilmiştir (Fukushima ve diğ.,1998). Ayrıca, canlı probiyotik bakteri hücrelerinin bağışıklık sistemini uyardıkları ve kuvvetlendirdikleri de belirtilmiştir (Mitsuoka, 1990; Ray, 1996).

Probiyotik bakterilerin gösterdiği antikanserojenik veya antitumöjenik aktivite, organizmaların gelişmeleri sırasında ürettiği bileşiklerden kaynaklandığı gibi aynı zamanda bu organizmaların prokarsinojenleri kanserojenlere çeviren organizmalara karşı gösterdikleri antagonistik etkiyle de açıklanabilmektedir. Gıdaları işlemede kullanılan nitritlerin bağırsak sisteminde kanserojen nitrozaminlere dönüştüğü, bazı probiyotik bakterilerin ise, bu bileşiklerin sentezini enzimatik yolla yavaşlattığı belirtilmektedir (Kılıç, 2001).

### 3. BİYOKORUMA YÖNTEMİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Biyokoruma yönteminin avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. Biyokoruma yönteminin önemli avantaj ve dezavantajları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Biyokorumanın avantaj ve dezavantajları (Devlieghere ve diğ., 2004; Seçkin ve diğ., 2010)**

<b>Koruma Tekniği</b>	<b>Avantajlar</b>	<b>Dezavantajlar</b>
Doğal antimikrobiyal bileşenler	Yeşil etiketleme Doğal imaj	Pahalı Gıda bileşenleri ile etkileşim Düşük su çözünürlüğü Organoleptik özelliklerde değişim
Bakteriyosinler	Doğal imaj	Sınırlı aktivite spektrumu Katı matrislerde sınırlı difüzyon Proteolitik enzimler içinde inaktivasyon Gıda bileşenleri ile etkileşim Bakteriyosinlere dirençli bakteriler
Koruyucu kültürler	Yeşil etiketleme Doğal imaj	Bazen uygulama zorluğu Isıya karşı kararsızlık Gıda ürünlerinde etkinliğini her zaman kanıtlayamamak

Günümüzde gıdaların güvenilirliğinin uluslararası boyutta önem kazanmasıyla birlikte en uygun doğal gıda koruyucularının belirlenmesi ve sektörde yer edinmesine dair çalışmalar hız kazanmıştır (Ross ve diğ., 2002; Soomro ve diğ., 2002; Dinçer ve diğ., 2010). Gıdalarda koruyucu olarak kimyasal maddelerin kullanılması tüketiciler tarafından endişe ile karşılanmakta ve böylelikle biyokoruma yönteminin popülaritesinin gittikçe artmasına neden olmaktadır. Biyokoruma yöntemi gıdaların bozulması ile oluşan ekonomik kayıpların azalmasını sağlamakta, gıda işleme maliyetlerini düşürmekte ve çeşitli mikrobiyel patojenlerin bozulmasını engellenmektedir. Böylelikle tüketicilerin besleyici değeri yüksek ve güvenilir ürün talebide karşılanmış olmaktadır. Çalışmalar besleyici değeri yüksek, tazeye yakın tada sahip, vitamince zengin, az işlenmiş ve yemeye hazır gıdaların üretimi için uygulanan en önemli yöntem biyokorumanın olduğunu göstermiştir (Heng ve Tagg, 2006; Seçkin ve diğ., 2010).

### 4. SONUÇ

Tüketicilerin giderek bilinçlenmesi ve kimyasal koruyuculardan kaçınması, gıdalardaki mikrobiyal bozulmaların kontrol edilmesinde biyokoruma yöntemlerinin kullanılmasını artırmaktadır. Bununla birlikte gıdalarda gerek starter kültür, gerekse koruyucu olarak kullanılabilir yeni suşların izolasyonu ve tanısı için yapılan çalışmaların devam etmesi gerekmektedir.

Özellikle gıdalarda kullanılan kimyasal koruyucuların yerini alabilecek alternatif doğal koruyucuların araştırılması, potansiyel türlerin belirlenmesi daha sağlıklı bir beslenme ve yaşam açısından önem taşımaktadır. Sonuç olarak doğal ve insan sağlığına zarar veren mikroorganizmaların inhibe edildiği ürünlere taleplerin artması, biyokoruma yöntemini daha çok ileriye taşıyacaktır. Gıda endüstrisinde biyokoruma yönteminin kullanımı ile ilgili daha çok araştırmaya ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

1. Abee, T., Krockel, L. and Hill, C. (1995). Bacteriocins: models of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*, 28, 169–185.
2. Akkoç, N., Şanlıbaba, P. ve Akçelik, M. (2009). Bakteriyosinler: Alternatif gıda koruyucuları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25, 59–70.
3. Ananou, S., Maqueda, M., Martínez-Bueno, M. and Valdivia, E. (2007). Biopreservation, an ecological approach to improve the safety and shelf-life of foods. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*, 475–486.
4. Arihara, K. (2006) Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74, 219–229.
5. Başyigit, G., Karahan, A.G. ve Kılıç, B. (2007). Fermente et ürünlerinde fonksiyonel starter kültürler ve probiyotikler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64(2), 60-69.
6. Berlutti, F., Morea, C., Battistoni, A., Sarli, S., Cipriani, P., Superti, F., Ammendolia, M.G. and Valenti, P. (2005). Iron availability influences aggregation, biofilm, adhesion and invasion of *Pseudomonas aeruginosa* and *Burkholderia cenocepacia*. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 18, 661–670.
7. Brock, J. H. (2002). The physiology of lactoferrin. *Biochemistry and Cell Biology*, 80, 1–6.
8. Bromberg, R., Moreno, I., Zaganini, C.L., Delboni, R.R. and Oliveira, J. (2004). Isolation of bacteriosin-Producing Lactic Acid Bacteri from Meat Products and Its Spectrum of Inhibitory Activity. *Brazi Journal of Microbiology*, 35, 137–144.
9. Bruno, M. E. and Montville, T. J. (1993). Common mechanistic action of bacteriocins from lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(9), 3003-3010.
10. Budak Bağdatlı, A. ve Kundakçı, A. (2013). Fermente et ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların kullanımı. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 31 – 37.
11. Chen, H. and Hoover, D.G. (2003). Bacteriocins and their food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 82–100.
12. Corbo, M.R., Albenzio M., de Angelis, M., Sevi, A. and Gobbetti, M. (2001). Microbiological and biochemical properties of Canestrato Pugliese hard cheese supplemented with *Bifidobacteria*. *Journal of Dairy Science*, 84, 551–561.
13. Çakır, İ. ve Çakmakçı, M.L. (2002). Probiyotik teknolojisi ve Türkiye’deki durumu. pp. 179-187. Türkiye 7. Gıda Kongresi kitabı, Ankara Üniversitesi, 182 s., Ankara.
14. Daeschel, M. (1989). Antimicrobial substances from lactic acid bacteria for use as food preservatives. *Food Technology*, 42, 164–167.



15. Davidson, P.M., Juneja, V.K. and Branen, J.K. (2002). Antimicrobial Agents. In: Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S. and Thorngate J.H. (Eds). Food Additives. Marcel Dekker, New York.
16. Devlieghere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J. (2004). New preservation technologies: possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14, 273–285.
17. Earnshaw, R.G. (1992). The antimicrobial action of lactic acid bacteria: Natural preservation systems. In “The Lactic Acid Bacteria: Vol 1. The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease”. Ed. B. J. B. Wood. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England.
18. Ellison, R.T., Giehl, T.J. and LaForce, F.M. (1988). Damage of the outer membrane of enteric Gram negative bacteria by lactoferrin and transferrin. *Infection and Immunity*, 56, 2774–2781.
19. El-Ziney, M.G., Debevere, J. and Jakobsen, M. (2000). Reuterin. In: *Natural Food Antimicrobial Systems*, Naidu AS (chief ed), CRC Press, London, 567–587.
20. FAO/WHO, (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report. Accessed July 20, 2011. <http://www.who.int/foodsafety/fs-management/en/probiotic-guidelines.pdf>.
21. Farnaud, S. and Evans, R.W. (2003). Lactoferrin: a multifunctional protein with antimicrobial properties. *Molecular Immunology*, 40, 395–405.
22. Fukusihma, Y., Kawata, Y., Hara, H., Terada, A. and Mitsuoka, T. (1998). Effect of probiotic formula on intestinal immunoglobulin. A production in healthy children. *International Journal of Food Microbiology*, 42, 39–44.
23. Fuller, R. (1999). Probiotics, Colonic Microbiota. *Nutrition and Health*, 89–99.
24. Gill, A.O. and Holley, R.A. (2000). Inhibition of bacterial growth on ham and bologna by lysozyme, nisin and EDTA. *Food Research International*, 33, 83–90.
25. Gürsel, A. Şenel, E. ve Yaman, Ş. (2004). Yoğurtta maya ve küf gelişimine karşı biyokoruyucu kültür kullanımı. *Gıda*, 29(4), 283–289.
26. Heng, N.C.K. and Tagg, J.R. (2006). What is in a name? Class distinction for bacteriocins. *Nat Rev Microbiol.*, 4. Correspondence (February 2006).
27. Holtzel, A., Ganzle, M.G., Nicholson, G.J., Hammes, W.P. and Jung, G. (2000). The first low molecular weight antibiotic from lactic acid bacteria: reutericyclin, a new tetramic acid. *Angewandte Chemie International Edition*, 39, 2766–2768.
28. Holzapfel, W.H., Geisen, R. and Schillinger, U. (1995). Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 343–362.
29. Kandemir Can, B.D. (2001) Fermente Türk Sucuğu üretiminde probiyotik bakterilerin kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.
30. Karahan, A.G. ve Çakmakçı, M.L. (1996). Probiyotikler. *Gıda Dergisi*, 21(4), 297–302.
31. Karahan, A.G. (1992). *Streptococcus diacetylactis*’ten yüksek düzeyde diasetil oluşturan mutantların eldesi ve bunların doğal suşa oranla faj duyarlılıklarının belirlenmesi. *Doktora Tezi (yayınlanmamış)*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi, 118s, Ankara.

32. Kesenkaş, H., Gürsoy, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N. (2006). Extension of shelf life of dairy products by biopreservation: protective cultures. *Gıda*, 31, 217–223.
33. Kılıç, S. (2001). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üni. Yayın No:542, Ege Üni. Ziraat Fak., İzmir.
34. Kılıç, G.B., Kuleaşan, H., Eralp, I. ve Karahan, A.G. (2009). Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT- Food Science and Technology*, 42, 1003–1008.
35. Klaenhammer, T.R. (1988). Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70, 337–349.
36. Kuleaşan, H. and Çakmakçı, M. L. (2002a). Effect of reuterin produced by *Lactobacillus reuteri* on the surface of sausages to inhibit the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. *Nahrung Food*, 46(6), 408–410.
37. Kuleaşan, H. ve Çakmakçı, M.L. (2002b). Laktobasiller tarafından üretilen bakteriyosinlerin tanımlanması, sınıflandırılması ve bunların bazı gıda kaynaklı patojenler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi (yayınlanmamış)*, Ankara Üniversitesi 79s, Ankara.
38. Lewus, C.B. Kaiser, A. and Montville, T.J. (1991). Inhibition of Food-Borne Bacterial Pathogens by Bacteriosins from Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. *App Environ Microbiol*, 57(6), 1683–1688.
39. Lyon, W.J. and Glatz, B.A. (1991). Partial purification and characterization of a bacteriocin produced by *Propionibacterium thoenii*. *Applied Environmental Microbiology*, 57, 701–706.
40. Lyon, W.J. Sethi, J.K. and Glatz, B.A. (1993). Inhibition of psychrotrophic organisms by propionicin PLG–1, a bacteriocin produced by *Propionibacterium thoenii*. *Journal of Dairy Science*, 76, 1506–1513.
41. Magnusson, J. and Schnürer, J. (2001). *Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* strain Si3 produces a broad-spectrum proteinaceous antifungal compound. *App. Environ. Microbiol.* 67, 1–5.
42. Magnusson, J., Ström, K., Roos, S., Sjögren, J. and Schnürer, J. (2003). Broad and complex antifungal activity among environmental isolates of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol Lett*, 219, 129-135.
43. Marug, J.D. (1991). Bacteriocins, their role in developing natural products. *Food Biotechnology*, 5, 305–312.
44. Mitsuoka, T. (1990). *Bifidobacteria* and their role in human health. *Journal of Industrial Microbiology*, 6, 263–268.
45. Naidu, A.S. (2000). Overview. In: Naidu, A.S., (Ed). *Natural Food Antimicrobial Systems*, Chapter 1. CRC Press, Boca Raton.
46. Ochoa, T.J. and Cleary, T.G. (2009). Effect of lactoferrin on enteric pathogens. *Biochimie* 91, 30–34.
47. Parker, R.B. (1974). Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutrition Health*, 29, 4-8.
48. Piard, J.C. and Desmazeaud, M. (1991). Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. 1. Oxygen metabolites and catabolism end-products. *Lait*, 71, 525–541.
49. Piard, J.C. and Desmazeaud, M. (1992). Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. 2. Bacteriosins and other antibacterial substances. *Lait*, 72, 113–142.

50. Pitino, I., Randazzo, C.L., Cross, K.L., Parker, M.L., Bisignano, C., Wickham, M.S.J., Mandalari, G. and Caggia, C. (2012). Survival of *Lactobacillus rhamnosus* strains inoculated in cheese matrix during simulated human digestion. *Food Microbiology*, 31, 57–63.
51. Pinto, M.S., de Carvalho, A.F., Pires, A.C.S., Souza, A.A.C., da Silva, P.H.F. and Sobral, D. (2011). The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of traditional minas serro cheese. *International Dairy Journal*, 21, 90–96.
52. Quwehand, A.C., Kirjavainen, P.V., Grönlund, M., Isoluari, E. and Salminen, S.J. (1999). Adhesion of probiotic microorganisms to intestinal mucus. *International Dairy Journal*, 9, 623–630.
53. Ray, B. (1996). *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press, Inc., New York, 191-200.
54. Rattanachaikunsopon, P. and Phumkhachorn, P. (2010). Lactic acid bacteria: their antimicrobial compounds and their uses in food production. *Annals Bio Research*, 1(4), 218-228.
55. Rodrigues, D. Rocha-Santos, T.A.P. Gomes, A.M. Goodfellow, B.J. and Freitas, A.C. (2012). Lipolysis in probiotic and synbiotic cheese: The influence of probiotic bacteria, prebiotic compounds and ripening time on free fatty acid profiles. *Food Chemistry*, 131, 1414–1421.
56. Rolfe, R.D. (2000). The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal Health. *Journal of Nutrition (Supplement)*, 130, 396–402.
57. Ross, R.P., Morgan, S. and Hill, C. (2002). Preservation and fermentation: Past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 3–16.
58. Salminen, S. (1998). Probiotics: Scientific support for use. *Food Technology*, 53(11), 66.
59. Salminen, S. and von Wright, A. (1998). *Lactic Acid Bacteria Microbiology and Functional Aspects*. Marcel Dekker Inc., New York, ABD, 617 p.
60. Samelis, J., Kakouri, A., Rogga, K.J., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. (2003). Nisin treatments to control *Listeria monocytogenes* post-processing contamination on Anthotyros, a traditional Greek whey cheese, stored at 4°C in vacuum packages. *Food Microbiology*, 20, 661–669.
61. Sanders, M.E. and Huis int Veld, J. (1999). Bringing a probiotic containing functional food to the market: Microbiological, product, regulatory and labelling issues. *Antonie van Leeuwenhoek*, 76, 293–315.
62. Sarkar, S. and Misra, A.K. (1995). Recent trends in utilization of *Propionibacterium*-A review. *Journal of Dairying Foods and Home Sciences*, 14, 11–16.
63. Schillinger U. and Lücke F.K. (1989). Antibacterial Activity of *Lactobacillus sake* Isolated from Meat. *App Environ Microbiol*, 55(8), 1901–1906.
64. Schnürer, J. and Magnusson, J. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science & Technology* 16, 70–78.
65. Schrezenmeir, J. and Vrese, M. (2001). Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. *American Journal Clinical Nutrition*, 73, 361–365.
66. Seçkin, A.K., Tosun, H. ve Aritürk, R. (2010). Biyokorumanın Süt Endüstrisinde Kullanım Olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3), 36–46.
67. Speckman, R.A. and Collins, E.B. (1968). Diacetyl biosynthesis in *Streptococcus diacetylactis* and *Leuconostoc citrovorum*. *Journal of Bacteriology*, 95(1), 174–180.

68. Sudağdan, M. and Aydın, A. (2013). Lizozim ve nisinin gıda kaynaklı *Staphylococcus aureus* suşlarında gelişim ve biyofilm oluşumu üzerine etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 39(2), 254–263.
69. Soomro, A.H., Anwaar, M. and Anwar, K. (2002). Role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1 (1), 20-24.
70. Songisepp, E., Hütt, P., Rätsep, M., Shkut, E., Kõljalg, S., Truusalu, K., Stsepetova, J., Smidt, I., Kolk, H., Zagura, M. and Mikelsaar, M. (2012). Safety of a probiotic cheese containing *Lactobacillus plantarum* Tensia according to a variety of health indices in different age groups. *Journal Dairy Research*, 95, 5495–5509.
71. Stiles, M.E. (1996). Biopreservation by lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 70, 331–345.
72. Şenel, E., Gürsel, A., Yaman, Ş. and Tamuçay, B. (2006). Set tipi yoğurdun nitelikleri üzerine biyokoruyucu kültür kullanımının etkisi. *Gıda*, 31(1), 21–26.
73. Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. (1999). *Yoghurt: Science and Technology*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
74. Tannock, G.V. (1997). Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria: Plenty of Scapefor Fundamental, R&D, Tibtech., 15, 270.
75. Thomas, L.V. and Wimpenny, J.W.T. (1996). Investigation of the effect of combined variations in temperature, pH and NaCl concentration on nisin inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *App Environ Microbiol*, 62, 2006–2012.
76. Thomas, L.V. and Delves, B. (2005). Nisin. In: *Antimicrobials in Food*. Davidson P.M. Sofos JN, Branen AL. (chief eds), Taylor & Francis Group, New York, 237–275.
77. Visser, R. Holzappel, W.H. Bezuidenhout, J.J. and Kotze, J.M. (1986). Antagonism of Lactic Acid Bacteria against Phytopathogenic Bacteria. *App Environ Microbiol*, 52(3), 552–555.
78. Weinberg, E.D. (2004). Suppression of bacterial biofilm formation by iron limitation. *Medical Hypotheses*, 63, 863–865.
79. Willem, M. de Vos. (1999). Gene expression systems for lactic acid bacteria. *Current Opinion Microbiology*, 2(3), 289–295.
80. Yangılar, F. (2010). Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
81. Yıldırım, Z., Tokatlı, M., Öncül, N. ve Yıldırım, M. (2011). Laktoferrinin Biyolojik Aktivitesi. *Akademik Gıda*, 9(6), 52–63.
82. Yücecan, S. (2002). Probiyotikler ve Sağlık üzerine etkileri. *Türkiye Diyetisyenler Derneği Bülteni*, 2, 1–13.

Alınma Tarihi (Received) : 22.02.2014  
Düzeltilme Tarihi (Revised) : 19.12.2014  
Kabul Tarihi (Accepted) : 27.03.2015