



Geleneksel et ürünlerindeki laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnç profili

Antibiotic resistance profile of lactic acid bacteria from traditional meat products

Zerrin ERGİNKAYA¹ , İbrahim YALANCA² , Emel ÜNAL TURHAN^{3*} 

^{1,2}Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.

zerriner@cu.edu.tr, ibrahimyalanca@mynet.com

³Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye.
emelunalturhan@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 09.05.2018, Kabul Tarihi/Accepted: 04.12.2018

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2018.34466

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Bu çalışmanın amacı bazı geleneksel et ürünlerinden laktik asit bakterilerini izole etmek ve bu izolatların antibiyotik dirençliliklerini belirlemektir. Çalışmada sucuk ve pastırma örneklerinden *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp., *Leuconostoc* spp. ve *Enterococcus* spp. olmak üzere toplam 41 adet laktik asit bakterisi izole edilmiştir. İzolatların antibiyotik dirençlilikleri Kirby-Bauer Disk Difüzyon yöntemi kullanılarak saptanmıştır. Sucuk ve pastırma örneklerinden elde edilen laktik asit bakterisi izolatlarının tamamı vankomisin ve siprofloksasine dirençli bulunurken, kloramfenikol, eritromisin ve ampisiline karşı duyarlı bulunmuşlardır. Laktik asit bakterisi izolatlarının bazılarında ayrıca rifampisin, tetrasiklin, ve gentamisin direnci de saptanmıştır. Sucuk ve pastırma örneklerinde farklı direnç profillerinin gözlenmesi geleneksel et ürünlerindeki antibiyotik dirençliliği ile ilgili sistematik bir çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Sucuk, Pastırma, Antibiyotik direnci, Laktik asit bakterisi

Abstract

The present research is aimed isolation of lactic acid bacteria from some traditional meat products and detection of antibiotic resistant strains. In the present study, total 41 lactic acid bacteria including *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp., *Leuconostoc* spp. and *Enterococcus* spp. were isolated. Antibiotic resistance of these isolates were detected by Kirby Bauer-Disc Diffusion Method. It was found that all of lactic acid bacteria isolates from sucuk and pastırma had resistance to vancomycin and ciprofloxacin, while they exhibited susceptible to chloramphenicol, erythromycin and ampicillin. Additionally, some of lactic acid bacteria showed resistance against rifampicin, tetracycline and gentamicin. The observation of different resistance profile in sucuk and pastırma samples revealed need of systematic studies dealing with antibiotic resistance in lactic acid bacteria from traditional meat products.

Keywords: Sucuk, Pastırma, Antibiotic resistance, Lactic acid bacteria

1 Giriş

Laktik asit bakterileri Gram-pozitif, fakültatif anaerob, katalaz negatif, hareketsiz, sitokromdan yoksun, *Sporolactobacillus inulinus* dışında spor oluşturmeyen, karbonhidrat fermentasyonu sırasında son ürün olarak laktik asit üreten bakterilerdir. Bu bakteriler; kok, çomak, tetra formasyon ve ovoid şeklinde bulunabilirler. Laktik asit bakterileri gelişme sıcaklıkları bakımından termofil ve mezofil özellik göstermektedir. 10-45 °C arası sıcaklıklarda, yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişme ve asit veya alkali tolere etme yeteneklerine sahiptirler. Glikozu fermente etme durumlarına göre de homofermentatif ve heterofermentatif olarak ayrılırlar. Laktik asit bakterileri, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Streptococcus* ve *Pediococcus* cinslerini içine almaktadır [1]-[3].

Antibiyotikler sadece insanların tedavisinde değil aynı zamanda hayvancılık ve tarım alanında bakteriyel enfeksiyonları önlemede yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin gereksiz yere hatalı ve aşırı kullanımı antibiyotik direncinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Antibiyotik direncinin ortaya çıkışı insan, hayvan, bakteri, ilaç ve çevre arasındaki interaksiyonları içeren kompleks bir olaydır [1]. Antibiyotik dirençli mikroorganizmalar insanlara gıda yoluyla da geçebilmektedir [2]. Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri bu ürünlerin

tüketilmesi ile birlikte gastrointestinal sisteme ulaşarak buradaki mikrofloraya antibiyotik direnç genlerini yatay gen transferi ile aktarabilmektedir. Laktik asit bakterileri antibiyotik direncinin potansiyel rezervuarı olarak görüldüğü için bu bakterilerin önemi her geçen gün artmaktadır [3],[4]. Laktik asit bakterilerinin çoğu, antibiyotiklere karşı doğal olarak dirençli olmayıp taşıdıkları plazmitlerin aracılığıyla kazanılmış direnç de gösterebilirler. Kazanılmış dirençte laktik asit bakterileri antibiyotik direncini yatay gen transferi ile kazanabilirler. Bu bakteriler çeşitli gıda ürünlerinde starter kültür ve/veya probiyotik kültür olarak kullanıldıklarında potansiyel direnç taşıyıcı ve aktarıcı olarak görülebilirler [5]. Laktik asit bakterileri aracılığıyla antibiyotik direncinin yayılmasında fermente et ve süt ürünleri gibi gıdalar aracı olabilmektedirler [6].

Sucuk ve pastırma gibi geleneksel et ürünlerindeki hakim mikroflora ürün kalitesi ve güvenliği üzerinde doğrudan etkili olmaktadır [7]. Laktik asit bakterileri sucuk üretimi sırasında meydana gelen fermentasyon işlemindeki hakim mikroflorayı oluşturmaktadırlar [8]. Pastırmada ise mikroflora ağırlıklı olarak *Micrococcus*, *Staphylococcus* ve laktik asit bakterilerinden oluşur. Fermente et ürünleri mikroflorasındaki laktik asit bakterileri de doğal direnç veya transfer edilebilir direnç genlerini taşıyabilmektedirler. Sucuk ve pastırma gibi geleneksel et ürünlerinde transfer edilebilen direnç genlerinin

olması patojen bakterilere bu genlerin aktarılma riskinden dolayı halk sağlığı açısından tehlike oluşturabilmektedir [9].

Antibiyotik direnci konusu ile ilgili çalışmalarda daha çok klinik kaynaklı örnekler üzerinde durulmuş ancak son yıllarda gıda kaynaklı örnekler aracılığıyla da bu direnç genlerinin yayılma potansiyellerinin olduğu saptanmıştır [3],[10]. Diğer birçok fermente gıda ürünü olduğu gibi sağlıklı ve güvenli ürünler olarak düşünülen fermente et ürünlerinde intrinsik (doğal) ve kazanılmış antibiyotik direnç genlerinin varlığı bu ürünlerin güvenliği konusunda kaygıyı da beraberinde getirmiştir. Bu bakımdan geleneksel et ürünlerindeki antibiyotik direnç riski üzerinde durulması gerekmektedir [7]. Nitekim bu çalışmada, geleneksel et ürünlerindeki laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve antibiyotik direnç profillerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2 Materyal ve metot

Bu çalışmada, Adana ve çevresindeki kasaplardan geleneksel olarak üretilmiş 35 adet sucuk ve 15 adet pastırma örneği tedarik edilmiştir. Bu et ürünleri analize alınmaya kadar +4°C'de buzdolabında 1 hafta muhafaza edilmiştir.

2.1 İzolasyon ön hazırlığı

Sucuk ve pastırma örneklerinden aseptik koşullarda 25'er gram alınarak steril kavanozlardaki 225 ml dilüsyon çözeltisine (%0.85 sodyum klorür+%1 pepton) aktarılmış ve Ultraturax (IKA-T18-Germany) ile 5000 devirde 10 dk. homojenize edilmiştir [11].

2.2 Laktik asit bakterisi izolasyonu

Uygun dilüsyonları hazırlanan et ürünleri yayma ekim yöntemiyle *Lactobacillus* spp. izolasyonu için MRS (de Man Rogosa Sharpe) Agar (Merck-Germany), MRS-NNLP (nalidixic acid, neomycin sulfate, lithium chloride ve paromomycin sulfate) Agar (Merck-Germany), MRS-Sorbitol Agar (Merck-Germany) besiyerlerinde 30 °C'de 48 sa. anaerob ve *Pediococcus* spp. izolasyonu için M17 Agar (gram pozitif, katalaz negatif, gram"-"/homofermentatif) (Merck-Germany) besiyerinde 37 °C'de 24 sa. aerob inkübasyona bırakılmışlardır [12]. *Enterococcus* spp. izolasyonu için Kanamycin Aesculin Azide Agar (Merck-Germany) besiyerinde 37 °C'de 24-48 sa. aerob inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışmada gelişen tüm koloniler değerlendirmeye alınmıştır. Selektif besiyerlerindeki gelişimin hemen ardından ayırt edici özelliklerin belirlenmesi amacıyla biyokimyasal (Gram boyama, katalaz testi, glikozdan gaz üretebilme vb.) ve fizyolojik-morfolojik testler yapılarak izolasyon tamamlanmıştır [12],[13]. Elde edilen izolatların tanımlama testleri (Standart taksonomik tanımlamalar ve APILAB PLUS-Version 3.2.2. kullanımı) uygulanarak laktik asit bakterilerinin cins ayrımı sonuçlandırılmıştır. İzolatların karbonhidrat fermentasyon profilleri, API CH 50 kiti kullanılarak incelenmiştir (API Sistem, Bio-Merieux, France).

2.3 Antibiyotik direnç testi

İzole edilen suşların antibiyotik direnci NCCLS (the National Committee for Clinical Laboratory Standards) doküman M2-A9 önerileri dikkate alınarak Kirby-Bauer disk difüzyon tekniği ile belirlenmiştir. NCCLS M2-A9 dökümanında her bir antibiyotik için ölçüm aralıkları bulunmaktadır. Bu dökümanda verilen ölçüm aralıklarına göre de direnç kriterleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada suşların antibiyotik direncini belirlemek için 30 µg vankomisin (Va), 30 µg kloramfenikol (C), 5 µg rifampisin (RA), 30 µg tetrasiklin (TE), 15 µg eritromisin (E), 300 µg

nitrofurantoin (F), 10 µg ampisilin (AMP), 10 µg gentamisin (GN) ve 5 µg siprofloksasin (CIP) gibi antibiyotikleri içeren antimikrobiyal duyarlılık test diskleri (Merck-Germany) tedarik edilmiştir. İzole edilen kültürler Nutrient agar'da aktifleştirilerek Mueller Hinton Agar'a yayma kültürel ekim yöntemiyle ekilmiş ve hemen ardından bu besiyeri üzerine test edilecek antibiyotikleri içeren kağıt diskler koyularak 24 sa. süreyle 37 °C'de inkübe edilmiştir. Kağıt disklerin çevresinde oluşan inhibisyon zon çapları ölçülmüş ve NCCLS dokümanına göre dirençli, orta hassas veya hassas olarak değerlendirme yapılmıştır [14]. Araştırmada referans suş (kontrol suşları) olarak *Enterococcus faecalis* (ATCC29212) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) kullanılmıştır.

3 Bulgular ve tartışma

3.1 Geleneksel et ürünlerindeki laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterileri fermente gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Sucuk, kuru fermente salam, kuru fermente sosis ve pastırma gibi et ürünlerinin üretiminde fermantasyon işlemi ya doğal mikroflora ile spontan olarak ya da starter kültür kullanımı ile gerçekleştirilir. Bu gibi ürünlerde fermantasyonda etkin olan mikroflorayı çoğunlukla *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *Pediococcus* spp. ve *Leuconostoc* spp. oluşturmaktadır [15]. Cebirbay [7] fermente sucuklardan laktik asit bakterilerini izole ettikleri çalışmalarında ağırlıklı olarak *Enterococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. suşlarını izole etmiş ve bunları sırasıyla *Pediococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Carnobacterium* spp., *Weissella* spp. cinsleri takip etmiştir. Sucuk örneklerinden elde edilen laktik asit bakterisi izolatlarının %58.62'si *Lactobacillus* spp., %24.13'ü *Pediococcus* spp., %6.89'u *Leuconostoc* spp., %10.34'ü *Enterococcus* spp. olarak belirlenmiştir. Pastırma örneklerinde ise %66.66 *Lactobacillus* spp., %25 *Pediococcus* spp. ve %8.33 *Enterococcus* spp. izole edilmiştir (Tablo 1). Sonuçlardan da görüldüğü üzere geleneksel et ürünlerinde çoğunlukla *Lactobacillus* spp. (25 adet) ve *Pediococcus* spp. (10 adet) izole edilmiştir. Benzer olarak, bazı araştırmacılar sucuk, sosis ve pastırma gibi et ürünlerindeki laktik asit bakterisi mikroflorasında *Lactobacillus* spp. ve *Pediococcus* spp.'nin baskın olduğunu bildirmişlerdir [16]-[20]. Bacha ve diğ. [21], Etiyopya'ya özgü geleneksel fermente sosisin %40 oranında *Lactobacillus* spp. ve %49 oranında *Pediococcus* spp. izole etmişlerdir. Bu çalışmada ise tersine sucuk ve pastırma örneklerinden izole edilen *Lactobacillus* spp. sayısı *Pediococcus* spp. sayısından fazla bulunmuştur. Bu durum ürün çeşidi, üretim yöntemi, bölge vb. gibi faktörlerin mikroflora üzerinde etkili olduğunu desteklemiştir [22].

Tablo 1: Geleneksel et ürünlerinden izole edilen laktik asit bakterisi izolat sayısı (adet).

	Sucuk	Pastırma	Toplam
<i>Lactobacillus</i> spp.	17	8	25
<i>Pediococcus</i> spp.	7	3	10
<i>Leuconostoc</i> spp.	2	-	2
<i>Enterococcus</i> spp.	3	1	4
Toplam	29	12	41

3.2 Laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnci

Antibiyotik direncinin sağlık açısından tehlike unsuru oluşturması araştırmacıların bu konu üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Tıp, sağlık ve ilaç alanındaki temel kaygı antibiyotiklere olan direncin artması ve direnç genlerinin patojen bakterilere taşınma olasılığıdır. Antibiyotik

dirençli bakteriler gıda zinciri aracılığıyla insanlara geçebilmektedir [23]-[25]. Fermente ürünlerde uzun yıllardan beri kullanılan ve baskın mikroflorayı oluşturan laktik asit bakterileri genellikle güvenli (GRAS) olarak tanımlanmakta, ancak son yıllarda ortaya çıkan antibiyotik direnci sorunu bu mikroorganizmaların güvenilirlikleri konusunda endişeyi de beraberinde getirmektedir [26]. Nitekim araştırmacılar fermente et ürünleri ile vücuda alınan laktik asit bakterilerinin transfer edilebilen antibiyotik direnç genlerini taşıyabileceğini bildirmişlerdir [3].

Gıda kaynaklı laktik asit bakterilerindeki antibiyotik direnci üzerinde çalışmalar vardır ancak yeterli bulunmamaktadır. Araştırmalarda antibiyotik dirençliliği bakımından daha çok fırsatçı patojen olan enterokoklar üzerinde durulmuş, buna karşın laktokok ve *Lactobacillus* spp. gibi diğer laktik asit bakterileri ile ilgili sınırlı sayıda veriye rastlanmıştır [3]. Bu çalışmada enterokokların yanı sıra *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp. ve *Leuconostoc* spp. cinslerinin de antibiyotik dirençlilikleri saptanmıştır (Tablo 2 ve Tablo 3). Sonuçlardan da görüldüğü üzere sucuk ve pastırma örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin tamamı kloramfenikol, eritromisin ve ampisiline karşı duyarlı bulunurken vankomisin ve siprofloksasin'e karşı dirençli (%100) bulunmuştur. Kloramfenikol'ün insan tedavisinde kullanımı yan etkilerinden dolayı düşüktür ve hayvan yetiştiriciliğinde ise kullanımı yasaklanmıştır. Bu durum bu çalışmadaki örneklerde kloramfenikol direncine rastlanmamasının nedeni olarak görülmüştür [27].

Sucuktan izole edilen laktik asit bakterileri vankomisin ve siprofloksasin'i takiben ağırlıklı olarak nitrofurantoin'e (%27)

direnç gösterirken, pastırmadan izole edilen laktik asit bakterileri vankomisin ve siprofloksasinden sonra daha çok gentamisin'e (%36) direnç göstermiştir. Bu durum sucuk örneklerindeki *Enterococcus* spp.'nin nitrofurantoin'e ve pastırma örneklerindeki *Enterococcus* spp.'nin gentamisin'e %100 dirençli olmasından kaynaklanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar özellikle de *Lactobacillus* spp. ve *Enterococcus* spp.'nin antibiyotik direnci konusunda üzerinde durulması gereken izolatlar olduğunu göstermiştir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların çoğunda laktik asit bakterilerinin vankomisine yüksek derecede dirençlilik gösterdiği bildirilmiştir [21],[28]-[30]. Bu çalışmadaki örneklerde antibiyotik dirençli laktik asit bakterilerinin varlığı bu ürünlerin güvensiz olduğu anlamına gelmemelidir. Nitekim bir ürünü antibiyotik direnci bakımından güvenli veya güvensiz olarak nitelendirilebilmek için sonuçların genetik analizlerle desteklenmesi gerekmektedir [27].

Bacha ve diğ. [21] Etiyopya'ya özgü fermente sosislerde laktik asit bakterilerinin antibiyotik direncini incelemiş ve çalışma sonucunda ağırlıklı olarak %87 vankomisin ve %92 streptomisin direnci olduğunu saptamışlardır.

Bu sonuçlar vankomisin direncinin yoğunluk göstermesi bakımından şimdiki çalışma sonuçlarıyla benzer bulunmuştur, ancak streptomisin direncine bakılmadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Hummel ve diğ. [31], laktik asit bakterilerinin yüksek düzeyde (%70) gentamisin, streptomisin ve siprofloksasin direnci gösterdiğini ve düşük seviyelerde (%7) eritromisin, kloramfenikol ve tetrasiklin direnci gösterdiğini saptamışlardır. Bu sonuçlar şimdiki çalışmadaki sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Tablo 2: Sucukta bulunan laktik asit bakterisi antibiyotik direnç profili.

İzolat (%)	VA	C	RA	TE	E	F	AMP	GN	CIP
<i>Lactobacillus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	6 ^R 94 ^S	6 ^R 47 ^I 47 ^S	100 ^S	6 ^R 94 ^S	100 ^S	24 ^R 29 ^I 47 ^S	100 ^R
<i>Pediococcus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	100 ^S	14 ^I 86 ^S	14 ^I 86 ^S	58 ^R 14 ^I 28 ^S	100 ^S	100 ^S	100 ^R
<i>Leuconostoc</i> spp.	100 ^R	100 ^S	100 ^S	50 ^I 50 ^S	100 ^S	100 ^S	100 ^S	100 ^I	100 ^R
<i>Enterococcus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	33 ^R 67 ^S	33 ^I 67 ^S	100 ^S	100 ^R	67 ^S 33 ^I	67 ^S 33 ^I	100 ^R
Toplam	100 ^R	100 ^S	7 ^R 93 ^S	4 ^R 38 ^I 58 ^S	3 ^I 97 ^S	27 ^R 3 ^I 70 ^S	3 ^I 97 ^S	8 ^R 20 ^I 72 ^S	100 ^R

R: Dirençli, I: Orta hassas, S: Hassas, Vankomisin: Va, Kloramfenikol: C, Rifampisin: RA, Tetrasiklin: TE, Eritromisin: E, Nitrofurantoin: F, Ampisilin: AMP, Gentamisin: GN, Siprofloksasin: CIP.

Tablo 3: Pastırmada bulunan laktik asit bakterisi antibiyotik direnç profili.

İzolat (%)	VA	C	RA	TE	E	F	AMP	GN	CIP
<i>Lactobacillus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	100 ^S	86 ^I 14 ^S	14 ^I 86 ^S	14 ^I 86 ^S	100 ^S	43 ^R 14 ^I 43 ^S	100 ^R
<i>Pediococcus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	100 ^S	25 ^R 25 ^I 50 ^S	100 ^S	25 ^R 50 ^I 25 ^S	50 ^I 50 ^S	25 ^R 75 ^S	100 ^R
<i>Enterococcus</i> spp.	100 ^R	100 ^S	100 ^S	100 ^I	100 ^S	100 ^S	100 ^S	100 ^R	100 ^R
Toplam	100 ^R	100 ^S	18 ^R 7 ^I 75 ^S	9 ^R 66 ^I 25 ^S	8 ^I 92 ^S	9 ^R 25 ^I 66 ^S	16 ^I 84 ^S	36 ^R 8 ^I 56 ^S	100 ^R

R:dirençli, I: Orta hassas, S: Hassas, Vankomisin: Va, Kloramfenikol: C, Rifampisin: RA, Tetrasiklin: TE, Eritromisin: E, Nitrofurantoin: F, Ampisilin: AMP, Gentamisin: GN, Siprofloksasin: CIP.

Bazı araştırmacılar tarafından *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp. ve *Leuconostoc* spp. türlerinin, doğal olarak yüksek düzeyde vankomisin direncine sahip oldukları bildirilmiştir [10],[15]. Bu hipotezi destekler şekilde bu çalışmada fermente et ürünlerinden izole edilen *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp ve *Leuconostoc* spp. cinslerinin tamamı vankomisin (%100) direnci göstermişlerdir.

Antibiyotik dirençli enterokoklara klinik kaynakların yanı sıra hazır gıdalar, et ve süt ürünlerinde de rastlanmıştır. Enterokoklar çoğunlukla basitrasin, kloramfenikol, eritromisin, gentamisin, penisilin, rifampisin, streptomisin ve tetrasikline karşı dirençlidirler. Hayvansal kaynaklı gıdalarda ise ağırlıklı olarak vankomisin dirençli enterokoklar mevcuttur [27]. Sucuk ve pastırma örneklerinden izole edilen *Enterococcus* spp. suşlarının tamamı vankomisin ve siprofloksasin'e karşı direnç gösterirken, kloramfenikol, tetrasiklin, eritromisin ve ampisilin'e karşı duyarlılık göstermiştir. Bu çalışmada enterokoklara duyarlı antibiyotikler Lukasova ve Sustackova [32]'ün çalışmasında enterokok dirençli antibiyotikler olarak bulunmuştur. Bu durum sucuklarda çeşit, marka, üretim yöntemi vb. özelliklere göre antibiyotik direnç profilinin değişkenlik gösterebileceğini ve farklı örneklerden antibiyotik direnç taramasının yapılmasının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur [3],[15],[27]. Peters ve diğ. [33] Almanya'nın çeşitli bölgelerinden topladıkları fermente sosis örneklerindeki enterokok izolatlarının tamamında ampisilin, amoksisilin, vankomisin ve teikoplanin direnci saptamışlardır. Bu sonuçlar vankomisin direnci bakımından şimdiki çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Fermente et ürünlerinden izole edilen *Lactobacillus* spp. suşlarında ağırlıklı olarak tetrasiklin ve eritromisin direnci olduğu bildirilmiştir [4]. Wolupeck ve diğ. [34] fermente sosislerden izole ettikleri *Lactobacillus* spp. suşlarında çoğunlukla ampisilin ve streptomisin direnci saptarken tetrasiklin, kloramfenikol ve penisiline karşı hassasiyet saptamışlardır. Görüldüğü üzere daha önce ileri sürdüğümüz hipotezi destekler nitelikte antibiyotik direnç profili ürün çeşidine göre farklılık gösterebilmektedir. Pavli ve diğ. [35] fermente et ürünlerinde izole ettikleri *Lactobacillus* spp.'nin tamamının vankomisine karşı dirençli olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise izole edilen *Lactobacillus* spp. suşlarının tamamında vankomisin direncinin yanı sıra siprofloksasin direnci de gözlenmiştir. Benzer olarak, Cebirbay [7] ve Dinçer [36] fermente sucuktan izole ettikleri *Lactobacillus* spp. suşlarında ağırlıklı olarak siprofloksasin direnci saptamışlardır. Dinçer [36] araştırmasında pastırma ve sucukdan izole ettiği *Lactobacillus* spp. suşlarının siproflaksosin, gentamisin, penisilin G, netilmisin sülfat ve seftriakson'a karşı oldukça dirençli olduğunu vurgulamaktadırlar.

Fermente et ürünlerindeki *Pediococcus* spp. ağırlıklı olarak vankomisin, amoksisilin, streptomisin ve gentamisin'e karşı direnç gösterir [37]-[38]. Bu çalışmada izole edilen *Pediococcus* spp. cinslerinin ise vankomisin, siprofloksasin, nitrofuratoin, tetrasiklin ve gentamisine karşı dirençli olduğu bulunmuştur.

4 Sonuçlar

Fermente et ürünlerinin uzun yıllardan beri güvenli olduğu bilinmektedir. Ancak son dönemlerde yapılan çalışmalar bu ürünlerdeki antibiyotik direnci riskini karşımıza çıkarmış ve fermente gıdalar aracılığıyla mikroflorada yoğun olarak bulunan laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnç genlerini

insanlara aktarması halk sağlığı açısından tehlike unsuru olarak görülmüştür. Gıda üretiminde starter veya probiyotik olarak kullanılacak laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençliliklerinin belirlenmesi ve özellikle de antibiyotik direnç genlerinin gastrointestinal sistemde bulunan diğer bakterilere transfer edilebilme ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak, bu çalışmada antibiyotik dirençli laktik asit bakterilerinin transfer edilebilir direnç genlerine sahip olup olmadıkları bakımından genetik olarak incelenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Çalışmadaki mali destekleri için Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine (Proje No: ZF2007YL58 ve ZF2009BAP8) teşekkür ederiz.

5 Kaynaklar

- [1] Darsanaki RK, Aliabadi MA, Chakoosari MMD. "Antibiotic resistance of lactic acid bacteria". *Scientific Journal of Microbiology*, 2(11), 201-206, 2013.
- [2] Demirel YN, Gürler Z. "Hayvansal gıdalardan izole edilen laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnç profilleri". *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(4), 372-378, 2016.
- [3] Mathur S, Singh R. "Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria-a review". *International Journal of Food Microbiology*, 105(3), 281-295, 2005.
- [4] Abriouel H, Munoz MCC, Lerma LL, Montoro BP, Bockelmann W, Pichner R, Kabisch J, Cho GS, Franz CMAP, Galvez A, Benomar N. "New insights in antibiotic resistance of *Lactobacillus* species from fermented foods". *Food Research International*, 78, 465-481, 2015.
- [5] Alp D, Öner Z. "Bazı laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençlilikleri ve aroma maddeleri oluşturma özelliklerinin belirlenmesi". *Gıda*, 39(6), 331-337, 2014.
- [6] Herreos MA, Sandoval H, Gonzalez L, Castroj M, Fresno JM, Tornadijo ME. "Antimicrobial activity and antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from armada cheese (a spanish goats' milk cheese) in Spain". *Food Microbiology*, 22(5), 455-59, 2005.
- [7] Cebirbay MA. Fermente ve Isıl İşlem Uygulanmış Sucuklarda Bazı *Lactobacillus* ve Patojen Bakterilerin Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2014.
- [8] Erkkilä S, Petäjä E. "Screening of commercial meat starter cultures at low pH and in the presence of bile salts for potential probiotic use". *Meat Science*, 55(3), 297-300, 2000.
- [9] Ammor MS, Mayo B. "Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update". *Meat Science*, 76(1), 138-146, 2007.
- [10] Çelik H, Durak Y, Uysal A. "Bazı ticari ve ev yapımı yoğurtlardan izole edilen laktik asit bakterilerinin antibiyotik duyarlılıkları". *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 42(2), 149-160, 2016.
- [11] Halkman K. *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Ankara, Türkiye, Başak Matbaacılık Limited Şti., 2005.
- [12] Truant AL. *Manual of Commercial Methods in Clinical Microbiology*. 1st ed. USA, American Society for Microbiology Press, 2002.

- [13] Klein G. "Taxonomy, ecology and antibiotic resistance of enterococci from food and gastrointestinal tract". *International Journal of Food Microbiology*, 88(2-3), 123-131, 2003.
- [14] Gür D. *Antimikrobik Duyarlılık Testi İçin Uygulama Standartları*. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, Türkiye, 2007.
- [15] Fraqueze MJ. "Antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from dry-fermented sausages". *International Journal of Food Microbiology*, 212, 76-88, 2015.
- [16] Özdemir H, Sırıken B. "Pastırmadan izole edilen laktobasillerin bazı biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri". *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 43, 307-310, 1996.
- [17] Toksoy A, Beyatlı Y, Aslım B. "Sucuk ve sosislerden izole edilen *Lactobacillus plantarum* suşlarının bazı metabolik ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi". *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 23, 533-540, 1999.
- [18] Çon AH, Gökalp HY. "Production of bacteriocin-like metabolites by lactic acid cultures isolated from sucuk samples". *Meat Science*, 55(1), 89-96, 2000.
- [19] Kaban G, Aksu MI, Kaya M. "Behavior of *Staphylococcus aureus* in sucuk with nettle (*Urtica dioica* L.)". *Journal of Food Safety*, 27(4), 400-410, 2007.
- [20] Adıguzel CG, Atasever M. "Phenotypic and genotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from turkish dry fermented sausage". *Romanian Biotechnological Letter*, 14(1), 4130-4138, 2009.
- [21] Bacha K, Mehari T, Ashenafi M. "Antimicrobial susceptibility patterns of lab isolated from wakalim, a traditional ethiopian fermented sausage". *Journal of Food Safety*, 30(1), 213-223, 2010.
- [22] Yamaner Ç, Uysal H, Ayvaz M, Akgül FY, Sevindik E, Avcı MK. "Türkiye'nin farklı illerinden toplanan tarhana örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençleri". 18. *Ulusal Biyoteknoloji Kongresi*, Konya, Türkiye, 18-19 Aralık 2015.
- [23] Meral H, Korukluoğlu M. "Laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnç mekanizmaları". *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 71-82, 2014.
- [24] Palme JB. "Antibiotic resistance in the food supply chain: where can sequencing and metagenomics aid risk assessment?". *Current Opinion in Food Science*, 14, 66-71, 2017.
- [25] Ma Q, Fu Y, Sun H, Huang Y, Li L, Yu Q, Dinnyes A, Sun Q. "Antimicrobial resistance of *Lactobacillus* spp. from fermented foods and human gut". *LWT-Food Science and Technology*, 86, 201-208, 2017.
- [26] Nawaz M, Wang J, Zhou A, Ma C, Wu X, Moore JE, Millar BC, Xu J. "Characterization and transfer of antibiotic resistance in lactic acid bacteria from fermented food products". *Current Microbiology*, 62(3), 1081-1089, 2011.
- [27] Barbosa J, Ferreira V, Teixeira P. "Antibiotic susceptibility of enterococci isolated from traditional fermented meat products". *Food Microbiology*, 26(5), 527-532, 2009.
- [28] Katla AK, Kruse H, Johnsen G, Herikstad H. "Antimicrobial susceptibility of starter culture bacteria used in Norwegian dairy products". *International Journal of Food Microbiology*, 67(1-2), 147-152, 2001.
- [29] Temmerman R, Pot B, Huys G, Swings J. "Identification and antibiotic susceptibility of bacterial isolates from probiotic products". *International Journal of Food Microbiology*, 81(1), 1-10, 2003.
- [30] Coppola R, Succi M, Tremonte P, Reale A, Salzano G, Sorrentino E. "Antibiotic susceptibility of *Lactobacillus rhamnosus* strains isolated from parmigiano reggiano cheese". *Lait*, 85(3), 193-204, 2005.
- [31] Hummel A, Holzapfel WH, Franz CMAP. "Characterisation and transfer of antibiotic resistance genes from enterococci isolated from food". *Systematic and Applied Microbiology*, 30(1), 1-7, 2007.
- [32] Lukasova J, Sustackova A. "Enterococci and antibiotic resistance". *Acta Veterinaria Brno*, 72(2), 315-323, 2003.
- [33] Peters J, Mac K, Wichmann-Schauer H, Klein G, Ellerbroek L. "Species distribution and antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from food of animal origin in Germany". *International Journal of Food Microbiology*, 88(2-3), 311-314, 2003.
- [34] Wolupeck HL, Morete CA, Dalla Santa OR, Luciano FB, Madeira HMF, Macedo REF. "Methods for the evaluation of antibiotic resistance in *Lactobacillus* isolated from fermented sausages". *Ciência Rural Santa Maria*, 47(8), 1-7, 2017.
- [35] Pavli FG, Argyri AA, Papadopoulou OS, Nychas GJE, Chorianopoulos NG, Tassou CC. "Probiotic potential of lactic acid bacteria from traditional fermented dairy and meat products: assessment by in vitro tests and molecular characterization". *Journal of Probiotics & Health*, 4(3), 1-9, 2016.
- [36] Dinçer E. Et ve Et Ürünlerinden Laktik Ait Bakterilerinin İzolasyonu ve Bunların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2007.
- [37] Nur YZ, Aslım B. "Assessment of Potential Probiotic and Starter Properties of *Pediococcus* spp. Isolated from Turkish-Type Fermented Sausages (Sucuk)". *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(1), 161-168, 2010.
- [38] Federici S, Ciarrocchi F, Campana R, Ciandrini E, Blasi G, Baffone W. "Identification and functional traits of lactic acid bacteria isolated from Ciauscolo salami produced in Central Italy". *Meat Science*, 98(4), 575-584, 2014.