

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETİCİSİ *Lactobacillus plantarum***  
**SUŞLARININ TARHANANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ**  
**ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ELİF TAŞDELEN**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2018**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETİCİSİ *Lactobacillus plantarum*  
SUŞLARININ TARHANANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ELİF TAŞDELEN**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2018**

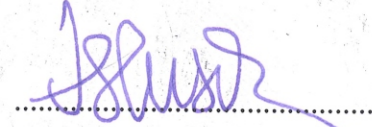
## KABUL VE ONAY SAYFASI

Elif TAŞDELEN tarafından hazırlanan “Ekzopolisakkarit Üreticisi *Lactobacillus plantarum* Suşlarının Tarhananın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 13.08.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

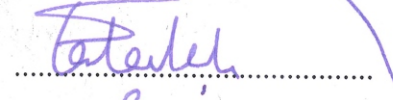
Jüri Üyeleri

İmza

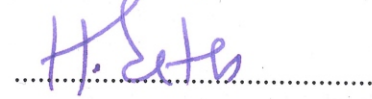
Danışman  
Doç.Dr. Ömer ŞİMŞEK



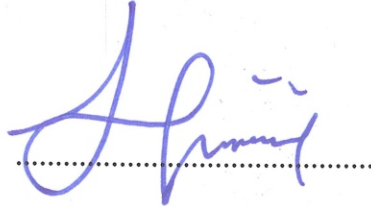
Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Fatma IŞIK



Üye  
Prof. Dr. Hüseyin ERTEN



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
12/09/2018 tarih ve 37/12 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



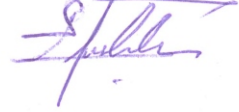
Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 116O525 nolu proje ile desteklenmiştir. Çalışmada ekzopolisakkarit üretici *Lactobacillus plantarum* suşlarının kombinasyonlu kullanarak tarhana üretimi için Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminden 2016FEBE045 nolu proje kapsamında ek destek alınmıştır.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Elif TAŞDELEN**



## ÖZET

### EKZOPOLİSAKKARİT ÜRETİCİSİ *Lactobacillus plantarum* SUŞLARININ TARHANANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELİF TAŞDELEN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ÖMER ŞİMŞEK)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2018

Tarhana çabuk hazırlanabilmesi, besleyici değeri ve sindiriminin kolay olması nedeniyle özellikle bebek ve çocuk beslenmesinde önemli ölçüde yer almaktadır. Bu nedenle artan talebinin karşılanması için tarhananın endüstriyel üretiminde fonksiyonel starter kültürlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS), hem insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri hem de gıdaların yapısal ve tekstürel özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle çok yönlü fonksiyona sahip önemli mikrobiyal metabolitlerdir. Bu çalışmanın amacı; EPS üreticisi LAB'lerinin starter kültür olarak tarhana üretiminde kullanılmasıyla hem tüketici sağlığına katkıda bulunabilecek hem de kimyasal ve duyuşal özellikleri değışmeden reolojik özellikleri iyileştirilmiş fonksiyonel bir gıda elde etmektir. Bunun için tarhanaların mikrobiyolojik, fizikokimyasal, reolojik, renk ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. Mikrobiyolojik olarak tarhana grupları arasında fermantasyon günlerine bağılı olarak 0.gün haricinde fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Fermantasyonun 0.gününde kontrol gruplarında mikroorganizma sayılarının EPS üreticisi suş ilaveli tarhanalara göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Fizikokimyasal özellikler olan pH ve asitlik değeri bakımından da tarhana grupları arasında fark ( $p>0,05$ ) bulunamazken, her bir tarhana örneğinde fermantasyon günlerine bağılı olarak pH ve asitlik değeri fark ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Reolojik olarak EPS üreticisi suş kullanımının tarhananın akışkanlık katsayısının (K) değışimine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Reolojik ölçümlerde tarhananın K değeri en iyi EPS üreticisi suşların ikili kombinasyonlarının ( $p<0,05$ ) daha sonra tekli olarak kullanımının ( $p<0,05$ ) arttırdığı sonucuna varılmıştır. Renk analizinde tarhananın kendine has rengini kuru tarhana örneklerinde depolama boyunca en iyi muhafaza eden örnekler EPS üreticisi suşların ikili kombinasyonları şeklinde içeren tarhana örnekleri olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, tüm analizlerde öne çıkan PFC 309+310 ve PFC 310+311 tarhana örnekleri duyuşal analizde de renk, koku, tat-aroma, asitlik, kıvam ve genel beğeni parametreleri açısından panelistler tarafından kontrol grubundan sonra en çok beğenilen grup olmuştur. Tüm bu nedenlerden dolayı EPS üreticisi bu suşların tarhana üretimine yönelik fonksiyonel starter kültür özelliği taşıdıkları tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Laktik asit bakterileri, ekzopolisakkarit, fonksiyonel starter kültür, reoloji, tarhana

## ABSTRACT

### EFFECTS OF *Lactobacillus plantarum* PRODUCING EXOPOLYSACCHARIDE ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF TARHANA

MSC THESIS

ELIF TASDELEN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ÖMER ŞİMŞEK)

DENİZLİ, AUGUST 2018

Tarhana is one of the best preferred fermented traditional foods due to its easy preparation, nutritional value and its easy digestion. Especially Tarhana can be used at infant nutrition at high levels. Therefore functional starter cultures have to be produced as a demand for processing Tarhana at industrial scale as well as fulfilling the increasing consumer demand to this product. Exopolysaccharides (EPS) produced by Lactic Acid Bacteria (LAB) are important microbial metabolites that have multifunctional roles such as improving the rheological properties of food products and enhancing the human health. The purpose of this study was; to use EPS producer LAB as a starter culture in tarhana production, it is possible to obtain a functional food that can contribute to consumer health as well as improving rheological properties without changing chemical, sensory properties. For that reason, microbiological, chemical, rheological, color and sensory properties of tarhana were analyzed. There was no difference except for day 0 depending on fermentation days between tarhana groups ( $p>0,05$ ) for microbiological analysis. At the beginning fermentation, the microbiological burden of the control groups remained low compared to the EPS producer strain-added tarhana. Although there was no difference ( $p>0,05$ ) between tarhana groups in terms of physicochemical properties such as pH and acidity values and the pH and acidity values were found to be different ( $p<0,05$ ) according to fermentation days in each tarhana samples. In terms of rheological properties, it has been determined that the use of the EPS producer strains contributes to the change of the tarhana's flow coefficient (K). In rheological measurements, K value of tarhana increased with the dual combinations of EPS producer strains ( $p<0,05$ ) more than the single use ( $p<0,05$ ). In the color analysis, it was observed that tarhana's unique color was the best preserved samples during storage, as tarhana samples containing dual combinations of EPS producer strains ( $p<0,05$ ). As a result, tarhana samples produced by PFC 309+310 ve PFC 310+311 were the most preferred samples by the panelists after the control group in terms of color, smell, taste-aroma, acidity, consistency and general taste parameters in the sensory analysis. Therefore, it was understood that these EPS producer strains carries functional starter culture characteristics for tarhana production.

**KEYWORDS:** Lactic acid bacteria, exopolysaccharides, functional starter culture, rheology, tarhana

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
TABLO LİSTESİ .....	vi
SEMBOL LİSTESİ .....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	2
1.2 Literatür Özeti .....	2
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>16</b>
2.1 Materyal.....	16
2.2 Metot .....	18
2.2.1 Tarhana Hamurlarında Mikrobiyolojik Analizler.....	18
2.2.2 Tarhana Hamurlarında Fizikokimyasal Analizler.....	18
2.2.3 Tarhana Hamurlarının Organik Asit İçeriği Analizi.....	19
2.2.4 Tarhana Hamurlarında Mikroflora Analizi.....	21
2.2.5 Tarhana Hamurlarında EPS Üretimiyle İlişkili <i>epsA</i> Geni İfadesinin Belirlenmesi .....	22
2.2.6 Kuru Tarhana Örneklerinde Renk Tayini .....	23
2.2.7 Kuru Tarhana İle Hazırlanan Çorba Örneklerinin Reolojik Analizi .....	24
2.2.8 Tarhanalar İle Hazırlanan Çorbaların Duyusal Analizleri.....	24
2.2.9 İstatistiksel Analizler .....	25
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>26</b>
3.1 Tarhana Hamurlarının Mikrobiyolojik Özellikleri.....	26
3.2 Tarhana Hamurlarının Fizikokimyasal Özellikleri.....	31
3.3 Tarhana Hamurlarının Laktik ve Asetik Asit İçeriği.....	33
3.4 Tarhana Hamurlarının LAB Çeşililiği.....	36
3.5 Hazırlanan Tarhana Hamurlarında <i>epsA</i> Geninin İfadesi .....	38
3.6 Kurutulmuş Tarhanaların Renk Özellikleri ve Depolamadaki Değişimi .....	38
3.7 Kuru Tarhanalardan Hazırlanan Çorbaların Reolojik Özellikleri .....	42
3.8 Kuru Tarhanadan Hazırlanan Çorbaların Duyusal Özellikleri.....	45
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>47</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>50</b>
<b>6. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>61</b>



# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

<b>Şekil 1. 1:</b> Laktik asit bakterilerinde glikoz fermantasyonu için genelleştirilmiş şema .....	6
<b>Şekil 2. 1:</b> Laktik asit standart eğrisi. ....	20
<b>Şekil 2. 2:</b> Laktik asit (1000 ppm) kromatografik görüntüsü. ....	20
<b>Şekil 2. 3:</b> Asetik asit standart eğrisi. ....	20
<b>Şekil 2. 4:</b> Asetik asit (1000 ppm) kromatografik görüntüsü. ....	21
<b>Şekil 3. 1:</b> Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki TAMB (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri) sayısı.....	26
<b>Şekil 3. 2:</b> Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki MRS agar sayımı.....	27
<b>Şekil 3. 3:</b> Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki M17 agar sayımı.....	28
<b>Şekil 3. 4:</b> Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki <i>L. plantarum</i> sayısı.....	29
<b>Şekil 3. 5:</b> Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki Maya sayısı. ....	30
<b>Şekil 3. 6:</b> Fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen pH değişimi.....	31
<b>Şekil 3. 7:</b> Fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen asitlik değişimi. ....	32
<b>Şekil 3. 8:</b> Fermantasyonun 0, 3 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen laktik asit değişimi. ....	34
<b>Şekil 3. 9:</b> Fermantasyonun 0, 3 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen asetik asit değişimi. ....	35
<b>Şekil 3. 10:</b> PFC 310, PFC 311, PFC 309 ve PFC 310+311 tarhana hamuru örneklerinin 0, 3 ve 7. günlerdeki DGGE profili. ....	37
<b>Şekil 3. 11:</b> PFC 309+310, PFC 309+311 tarhana hamuru ve Kontrol 1 ve 2 tarhana hamuru örneklerinin 0, 3 ve 7. günlerdeki DGGE profili.....	37
<b>Şekil 3. 12:</b> Tarhana hamurlarına ait fermantasyonun 3. günündeki EPS üretimiyle ilişkili epsA geninin DNA fragmentleri.....	38
<b>Şekil 3. 13:</b> Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki L değeri. ....	39
<b>Şekil 3. 14:</b> Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki a değeri.....	40
<b>Şekil 3. 15:</b> Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki b değeri.....	41
<b>Şekil 3. 16:</b> Kurutulmuş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait üç farklı sıcaklıktaki (50, 60 ve 70°C) akışkanlık katsayıları (K). ....	43
<b>Şekil 3. 17:</b> Kurutulmuş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait üç farklı sıcaklıktaki (50, 60 ve 70°C) akış davranış indeksi (n) değerleri.....	44

<b>Şekil 3. 18:</b> Tarhana çorbalarının duyuşal analiz (renk, koku, tat-aroma ve genel beğeni) sonuçları.....	45
<b>Şekil 3. 19:</b> Tarhana çorbalarının duyuşal analiz (asitlilik ve kıvam) sonuçları.....	46

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1. 1:</b> Bazı fermente süt, et ve meyve-sebze ürünlerinden izole edilen LAB'ler.....	7
<b>Tablo 1. 2:</b> Ekzopolisakkarit retme yeteneğine sahip LAB .....	8
<b>Tablo 2. 1:</b> Tarhana hamurunun bileşimi (%) ve hammadde özellikleri.....	16
<b>Tablo 2. 2:</b> PZR-DGGE analizinde denatüre zltinin hazırlanmasında kullanılacak temel bileşenler ve oranları.....	21

## SEMBOL LİSTESİ

<b>nm</b>	:	Nanometre
<b>µm</b>	:	Mikrometre
<b>Da</b>	:	Dalton
<b>µg</b>	:	Mikrogram
<b>mg</b>	:	Miligram
<b>g</b>	:	Gram
<b>kg</b>	:	Kilogram
<b>µL</b>	:	Mikrolitre
<b>mL</b>	:	Mililitre
<b>L</b>	:	Litre
<b>mmol</b>	:	Milimol
<b>mM</b>	:	Milimolarite
<b>N</b>	:	Normalite
<b>kob</b>	:	Koloni oluşturan birim
<b>log</b>	:	logaritma
<b>ppm</b>	:	Milyonda bir birim
<b>sn</b>	:	Saniye
<b>dk</b>	:	dakika
<b>K</b>	:	Kıvam (Akışkanlık) Katsayısı
<b>n</b>	:	Akış davranış indeksi
<b>Pa</b>	:	Pascal
<b>V</b>	:	Volt
<b>bç</b>	:	Baz çifti
<b>°C</b>	:	Santigrat derece

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca bana değerli bilgileriyle, sonsuz hoş görüsü ve anlayışıyla çalışmalarım da yardımcı olan, akademik anlamda her türlü imkânı sağlayan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamın yürütülmesinde gerekli olanakları sağlayan Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, değerli fikirlerini benimle paylaşan sayın hocalarıma, ayrıca tez çalışmamı destekleyen üniversitemizin Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine katkılarından dolayı teşekkür ediyorum.

Deneysel çalışmalarım boyunca tecrübelerini ve bilgilerini esirgemeyen Araş. Gör. Halil İbrahim KAYA'ya ve aynı laboratuvar da çalışmalarımı yürütürken yardımlarını esirgemeyen, varlıklarını ve arkadaşlıklarını hep yanımda hissettiğim Gıda Müh. Tülin YILMAZ ve Öğr. Gör. Burcu ÖZEL'e teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca her türlü desteği veren, yetiştirip bugünlere getiren sevgili annem Ünzile TAŞDELEN ve babam Suat TAŞDELEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

# 1. GİRİŞ

Tarhana çabuk hazırlanabilmesi, besleyici değeri ve sindirimini kolay olması nedeniyle beğenilerek tüketilen geleneksel fermente gıdamızdır. Özellikle bebek ve çocuk beslenmesinde de tarhana önemli ölçüde tercih edilmektedir. Bu nedenle tarhananın tüketiminde arzu edilen kıvamın ve sağlığı koruyucu özelliklerin kazandırılması bu geleneksel ürünümüzün değerini artıracaktır. Nitekim tarhana insanların beslenirken sağlığının da geliştirilmesi için kullanılabilir gıda özelliğini taşımaktadır.

Tarhana, üretimi gereği önemli oranda un içermesinden dolayı nişasta bakımından zengindir. Tarhananın pişirilmesi esnasında nişasta çirilenip jelleşerek tarhananın reolojik özelliklerini oluşturur. Ancak pişirme sıcaklığının etkisinden dolayı zamanla jel stabilitesinin kaybedilmesi ile arzu edilen kıvam özellikleri olumsuz yönde etkilenir. Pişirme esnasında daha fazla miktarda tarhananın kullanılması ise arzu edilmeyen koyu kıvamlı ürünün elde edilmesine ve daha fazla nişasta tüketimine neden olur. Bu nedenle tarhananın tüketim sıcaklığında arzulanan reolojik özelliklerin minimum nişasta içeriği ile sürdürülmesi tüketici beğenisi ve sağlığı açısından önemli olacaktır.

Laktik asit bakterileri (LAB), nisin gibi doğal antimikrobiyal maddeleri, pekçok gıdaya kendine has tadı veren aroma bileşenlerini ve kolesterol düşürücü, antioksidan aktiviteye, viskos özelliklere sahip ekzopolisakkaritleri (EPS) üretebilmektedir. LAB'lerin GRAS kabul edilmelerinden dolayı önemli starter kültür potansiyeli olan bakterilerdir. LAB tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS), hem insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri hem de gıdaların yapısal ve tekstürel özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle çok yönlü fonksiyona sahip mikrobiyal bir metabolittir.

Tarhananın insan beslenmesinde önemli yer tutması ve çokça tüketilmesi, endüstriyel ölçekli üretiminde standardizasyonu sağlamak için ihtiyaç duyulan starter kültür olarak LAB'lerini işaret etmektedir. Dolayısıyla bu çalışma da LAB ilave

edilerek tarhana üretilmiş, EPS üretiminin tarhananın mikrobiyolojik, fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

## 1.1 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, geleneksel bir fermente gıda ürünümüz olan tarhananın tüketici sağlığını iyileştirecek ve aynı zamanda reolojik özelliklerine katkıda bulunabilecek tarhana kaynaklı en iyi EPS üreticisi LAB'leri belirlemek ve bu LAB ile üretilen tarhananın reolojik, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin belirlenmesidir.

## 1.2 Literatür Özeti

Fermente hububat ve yoğurt karışımları Ortadoğu, Asya, Afrika ve Avrupa'da birçok insanın diyetinde önemli bir rol oynamaktadır (Erkan ve diğ. 2006). Böyle bir ürün olan tarhana, güçlü bir ekşi maya lezzetine, aynı zamanda zengin protein, vitamin ve mineral içeriğine sahip olmasından dolayı, ülkemizde yaygın olarak tüketilmekte ve özellikle bebekler, küçük çocuklar ve yaşlıların diyetinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (İbanoğlu ve diğ. 1995, Ekinci ve Kadakal 2005). Tarhana, Türkler ve Moğollar'ın Orta Doğu'dan göç etmesiyle birlikte Anadolu'ya gelmiştir. Osmanlı imparatorluğu döneminde tarhana Irak, İran ve yakın komşuları dahil doğu ülkelerinde tanınmaya başlamış ve Rumeli üzerinden Yunanistan, Macaristan ve Finlandiya gibi batı ülkelerine ulaşmış ve yayılmıştır (Coşkun 2014). Ülkemizdeki tarhanaya benzer ürünler; Mısır, Suriye, Lübnan ve Ürdün'de *kishk*, Irak'ta *kushuk*, Yunanistan'da *trahana*, Macaristan ve Finlandiya'da *tahonya/talkuna* olarak adlandırılmaktadır (Bilgiçli ve diğ. 2006, Akbaş ve Coşkun 2006).

Tarhana, Türkiye'nin pek çok bölgesinde hazırlık aşamasında kullanılan hammaddelerdeki değişikliklere göre, Ege, Trakya, Gediz, Sivas, Maraş, Beyşehir, Kastamonu yaş, göce, göçmen, kiren (kızılıcık), hamur, et, süt, üzüm tarhanaları ve top, ak, kıymalı, şalgamlı ve pancarlı tarhanalar vb. olmak üzere farklılıklar göstermektedir (Coşkun 2014, Çekal ve Aslan 2017). Ancak Türk Standardları Enstitüsü (TS 2282) tarhanayı "un tarhanası, göce tarhanası, ırmik tarhanası ve karışık tarhana" şeklinde sınıflandırmıştır (Dağlıoğlu 2000). Yine Türk Standardları Enstitüsü (TS 2282)

tarafından tarhana, “buğday unu, kırmızı, irmik veya bu tahılların kombinasyonu ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat, koku verici, sağlığa zararsız bitkisel ürünlerin karıştırılması, yoğrulması ve fermente edilmesinden sonra kurutulup, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir gıdadır” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2004).

Tarhana bileşimi yönünden bölgeden bölgeye değişiklik göstermesine rağmen tahıllar ve yoğurt daima iki ana bileşeni olarak kalmaktadır. Fakat tarhana üretiminde kullanılan bileşenlerin miktarı ve türü beslenme içeriğini ve duyu özelliklerini değiştirebilmektedir (Erkan ve diğ. 2006). Tarhana fermente bir gıda olduğu için hamur genellikle 30-35°C'de 1-5 gün boyunca fermente edilmektedir. Fermantasyon sırasında mikroorganizmalar tarafından üretilen organik asit pH'ı düşürmekte ve fermantasyon işlemini takiben fazla nem kurutularak uzaklaştırılmaktadır. Böylece fermantasyonda üretilen organik asitler, düşük nem içeriği (% 6-10) ve düşük pH (3.3-5.0) patojen mikroorganizmalar üzerinde bakteriyostatik bir etki sağlamakta ve tarhananın raf ömrünü uzatmaktadır (Özdemir ve diğ. 2007). Böylelikle tarhananın bozulmadan 1-2 yıl stabil bir şekilde korunabildiği belirtilmiştir (İbanoğlu ve diğ. 1999, Tarakçı ve diğ. 2004). Yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan 134 kuru tarhana örneğinin bileşiminin, ortalama %10,2 nem, %16 protein, %60,9 karbonhidrat, %5,4 yağ, %1 ham lif, %3,8 tuz ve %6,2 kül olduğu belirtilmiştir (Erbaş ve diğ. 2005). TS 2282 tarhana standardında, tarhananın en çok %10 rutubet, kuru maddede en az %12 protein ve en çok %10 tuz içermesi, asitlik derecesinin de 10-35 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2004).

Tarhana hamurunun besleyici özellikleri, aroması ve lezzeti, üretiminin temel basamaklarından olan fermantasyon ile iyileştirilebilmektedir. Bu durum tarhana hamuru florasında yer alan homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri (LAB) ile mayaların metabolizmaları arasındaki uygun dengeden kaynaklanmaktadır (Erbaş ve diğ. 2006). Laktik asit bakterileri ve mayalar, fermantasyon sırasında asit oluşumundan sorumludur (İbanoğlu ve diğ. 1999). Bazı yörelerde ise bileşimine ayrıca ekme mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) eklenerek üretim yapılmaktadır. Mayalar etil alkol fermantasyonunu gerçekleştirmekte ve üründe etil alkol ile karbondioksit oluşmaktadır. Tarhanaya özgü tat ve aromayı veren laktik asit, etil alkol, karbondioksit ile diğer fermantasyon ürünleri LAB ile mayalar tarafından üretilmektedirler (Siyamoğlu 1961).



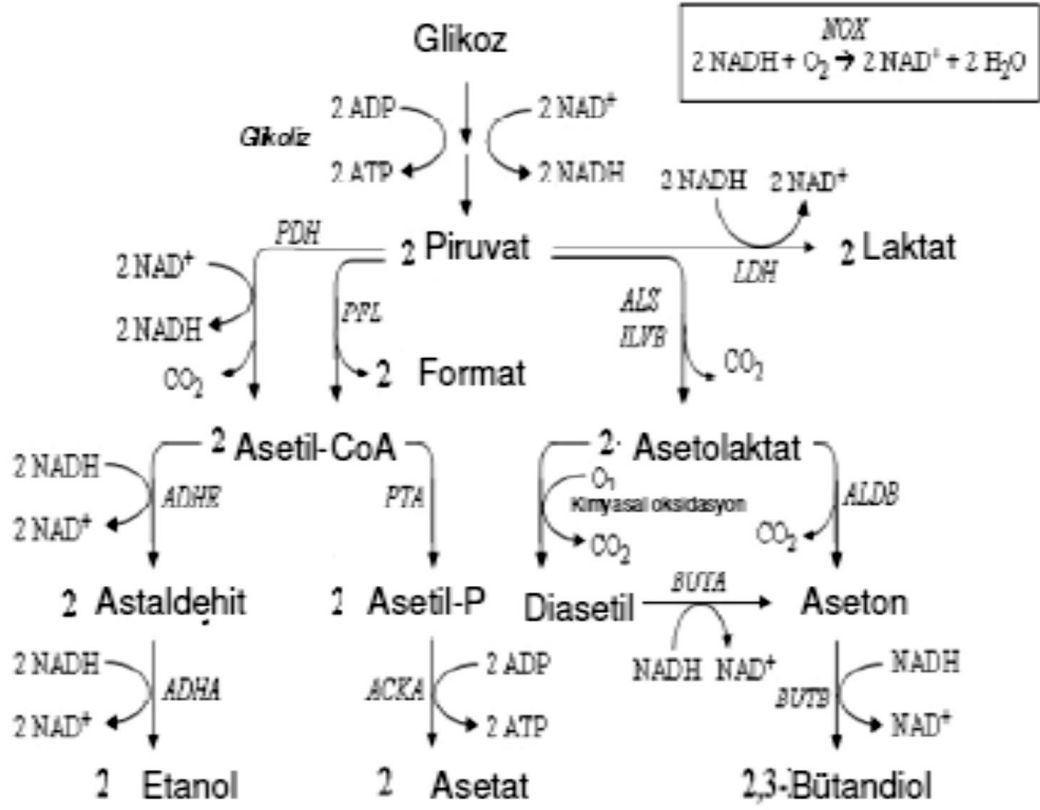
Tarhanada toplam mikroorganizma ve LAB sayısı, fermantasyonun 3. gününde hızlı bir şekilde artmakta ve tükenen substrat seviyesi ile çoğalma durmakta ve kısmen azalmaktadır (Temiz ve Pirkul 1991). Bunun sebebi LAB'lerin, organik asitler (laktik asit, asetik asit, formik asit, fenilaktik asit ve kaproik asit), karbon dioksit, hidrojen peroksit, diasetil, etanol, bakteriyosinler, reuterin ve reuterisiklin de dahil olmak üzere birçok doğal antimikrobiyal madde üretmesidir. Dolayısıyla fermantasyonun başında mikrobiyal çeşitlilik fazla olsa bile, daha sonraki florada asit ve antimikrobiyal üreticisi LAB ile aside toleranslı olan mayalar bulunmaktadır (Leroy ve De Vuyst 2004; Kaya 2013).

Tarhananın LAB mikroflorasının zenginliğini kanıtlar nitelikteki Şengün ve diğ. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada; geleneksel yöntemle üretilen tarhana örneklerinden fermantasyonun farklı zamanlarında örnekler toplanmıştır. Bu örneklerden izole edilen 226 grup, fenotipik ve genotipik gruplamaya dayanarak ve 16S rRNA geni analizi ile 11 kümeye ayrılmıştır. Bunların; %27'sinin *Pediococcus acidilactici*, %19'unun *Streptococcus thermophilus*, %19'unun *Lactobacillus fermentum*, %12'sinin *Enterococcus faecium*, %7'sinin *Pediococcus pentosaceus*, %5'inin *Leuconostoc pseudomesenteroides*, %4'ünün *Weissella cibaria*, %2'sinin *Lactobacillus plantarum*, %2'sinin *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, %2'sinin *Leuconostoc citreum*, %1'inin *Lactobacillus paraplantarum* ve % 0.5'inin *Lactobacillus casei*'den meydana geldiği tespit edilmiştir.

Özel (2012) tarafından ev ve işletme tipi tarhana hamurlarının mikroflorasının incelendiği başka bir çalışmada, tarhana hamurlarından farklı fermantasyon aşamalarında izole edilen LAB izolatlarının 16S rDNA ve *pheS* geninin DNA analiziyle tanımlama yapılmıştır. Bu tanımlamanın sonucunda, toplanan 43 adet farklı (GTG)<sub>5</sub> profiline sahip LAB'lerin; *Lactobacillus plantarum* (16), *Lactobacillus brevis* (7), *Leuconostoc mesenteroides* (2), *Leuconostoc pseudomesenteroides* (1), *Pediococcus acidilactici* (1), *Lactococcus lactis* (3), *Lactobacillus fabifermentas* (1), *Lactobacillus mindensis* (1), *Lactobacillus paralimentarius* (1), *Lactobacillus alimentarius* (1), *Lactobacillus namurensis* (3), *Lactobacillus casei* (1), *Lactobacillus pentosus* (1), *Lactobacillus farciminis* (3), *Leuconostoc citreum* (1) türlerinden oluştuğu belirlenmiştir.

Taksonomik olarak LAB, Gram pozitif, spor oluşturmeyen, katalaz negatif, sitokrom içermeyen, aerotolerant, aside dirençli, mutlak fermantatif, şekerleri fermente ederek laktik asit oluşturan, nitratları indirgemeyen, büyüme ve gelişimleri için glikoz ve amonyum yanında bazı vitamin ve aminoasitlere ihtiyaç duyan ve genellikle anaerob olan bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Wessels ve diğ. 2004, Hwanhlem ve diğ. 2014). Gıda fermantasyonlarındaki ortak LAB cins üyeleri; *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus* ve *Weissella*'dır (Stiles ve Holzapfel 1997). Gelişme sıcaklıkları bakımından LAB termofil ve mezofil olmak üzere iki farklı özellik gösterirler ve 10-45°C arası sıcaklıklarda gelişme gösterebilmektedirler. Yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişme gösterebildikleri gibi yüksek asit veya alkaliyi tolere edebilmektedirler ve heterotrof beslenme şekli gösterirler (Evren ve diğ. 2011).

LAB glikozu fermente etme şekillerine göre homofermantatif ve heterofermantatif LAB olarak iki gruba ayrılır. Homofermantatifler glikozu EMP (Embden Meyerhoff Parnas) yolu ile pirüvata indirgeyip laktik asit oluştururken, heterofermantatifler glikozu HMP (hekzozmonofosfat) yoluyla parçalayarak laktik asidin yanısıra etil alkol, asetik asit ve karbon dioksit gibi ek metabolitler de oluşturmaktadır (Dinçer ve diğ, 2009, Florou-Paneri ve diğ. 2013, Silve ve diğ. 2013). *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* homofermantatif ve *Weissella* ve *Leuconostoc* ise heterofermantatif olan laktik asit bakterileridir (Rattanachaiakunsopon ve Phumkhachorn, 2010). Laktik asit bakterilerinde glikoz fermantasyonu için genelleştirilmiş şema Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 1: Laktik asit bakterilerinde glüköz fermantasyonu için genelleştirilmiş şema (Karaca ve diğ. 2010).

LAB'ler, fermantasyon kabiliyetlerinin yanı sıra sağlık ve beslenme yararları bilinen endüstriyel olarak önemli mikroorganizmalardır. Gıda fermantasyonları için sıkça kullanılan türler, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*'tur. Bu mikroorganizmalar hububat, yeşil bitkiler, süt ve et ürünleri ile hayvanların mukozal yüzeylerinden izole edilmiştir. Bozulmaları geciktirdiği ve doğal fermantasyonlar yoluyla gıdaları koruduğu için LAB'lerinin süt, tahıl, et, sebze ve alkollü içki endüstrisinde starter kültür olarak ticari uygulamaları bulunmaktadır (Rattanachai-kunsopon ve Phumkachorn, 2010). LAB fermente gıdaların üretiminde uzun ve güvenilir bir geçmişe sahiptir. Tablo 1.1'de bazı fermente süt, et ve meyve-sebze ürünlerinden izole edilen LAB'leri verilmiştir.

**Tablo 1. 1:** Bazı fermente süt, et ve meyve-sebze ürünlerinden izole edilen LAB'ler (Şengün 2011).

Ürün Adı	LAB
Gözeneksiz sert peynirler	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
Küçük gözenekli peynirler	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
Tereyağı, yayık ayranı, yoğurt	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> <i>L. diacetylactis</i>
Fermente probiyotik süt	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
Kefir	<i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>L. lactis</i>
Fermente Sosis	<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. johsonii</i> , <i>Lb. rhamnosus</i>
Sucuk	<i>Lb. sake</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i>
Zeytin	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. pentosus</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Leu. pseudomesenteroides</i> , <i>P. pentosaceus</i>
Üzüm şırası	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. hilgardii</i> , <i>Leu. mesenteroides</i>
Lahana	<i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leu. citreum</i> , <i>Lb. paraplantarum</i>

Araştırmacılar son yıllarda, gıda fermantasyonlarında fonksiyonel starter kültürlerin kullanımı üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Fonksiyonel starter kültürler, en az bir doğal fonksiyonel özelliğe sahip olan suşlardır. Yani, fonksiyonel kültür kullanıldığı gıdaya, mikrobiyal güvenlik, teknolojik, beslenme, duyuşsal veya sağılık avantajlarından birkaçını veya hepsini sağılayan suşlar olarak tanımlanmaktadır. Örnek olarak antimikrobiyal maddeleri, tatlandırıcıları, aromatik bileşikleri, yararlı enzimleri veya şeker polimerlerini üretebilen, probiyotik suş da denilen LAB verilebilmektedir (Leroy ve De Vuyst 2004).

Bu durum kimyasal katkı maddelerinin yerine doğal bileşiklerin kullanılabilmesine olanak sağılamakta ve aynı zamanda tüketiciye yeni, çekici gıda ürünleri sunmaktadır (Leroy ve De Vuyst 2004). LAB'lerin antimikrobiyal olarak ürettikleri nisin, hidrojen peroksit, reuterin; sitrat metabolizmaları sonucunda

ürettikleri ve süt ürünlerinin (peynir, yoğurt, tereyağı, kefir, kımız) kendine özgü lezzet ve aromasını oluşturan diasetil ve aseton; LAB'lerini eklendikleri ürüne tekstürel ve probiyotik açıdan özellikler kazandırmasını sağlayan EPS'ler, bu mikroorganizmalara fonksiyonellik kazandıran en temel bileşenlerdir (Yüksekdağ ve Beyatlı 2003, Dinçer ve diğ. 2009, Feldmane ve diğ. 2013) .

Bu doğal bileşenler pek çok Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteri tarafından üretilmesine rağmen, LAB tarafından üretilenler gıda endüstrisi için daha önemlidir; çünkü bu bakteriler GRAS (Generally Regarded As Safe/Genellikle Güvenli Olarak Bilinen) statüsüne sahiptirler (Deegan ve diğ. 2006). Son yıllarda tüketiciye gerek sağlıklı, gerek güvenilir, gerekse teknolojik açıdan geliştirilmiş yeni ve çekici gıda ürünleri sunabilmek adına LAB'ler tarafından üretilen EPS'lerin (Tablo 1.2) kullanımı dikkat çekmektedir.

**Tablo 1. 2:** Ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip LAB (Kılıç 2001).

<i>Lactobacillus spp.</i>	<i>Streptococcus ve Lactococcus spp.</i>	<i>Leuconostoc spp.</i>
<i>Lb. delbrueckii ssp. lactis</i>	<i>Lc. lactis ssp. lactis</i>	<i>Leu. mesenteroides ssp. mesenteroides</i>
<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	<i>Lc. lactis ssp. cremoris</i>	<i>Leu. mesenteroides ssp. cremoris</i>
<i>Lb. hilgardii</i>	<i>S. thermophilus</i>	
<i>Lb. casei</i>	<i>S. mutans</i>	
<i>Lb. helveticus</i>	<i>S. sobrinus</i>	

EPS'nin, bakteriyel hücreleri, sıcaklık, ışık yoğunluğu, pH veya ozmotik stres dahil olmak üzere biyotik ve abiyotik stresler gibi kötü koşullara karşı koruduğu düşünülmektedir (Caggianiello ve diğ. 2016). EPS, bu olağanüstü fizyolojik özellikleriyle sağlık üzerine birçok farklı etkiye sahiptir (Ayyash ve diğ. 2018). Bazı LAB'lerin, özellikle de EPS üreticisi *Lactobacillus* cinsine ait üyelerin, gıdalarla alınmasının insan sağlığı için yararlı olduğu belirtilmiş ve sonuç olarak bu türler 'yeterli miktarda tüketildiğinde konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar' şeklinde tanımlanan probiyotikler olarak kabul edilmektedirler (Bengoa ve diğ. 2018).

EPS, yüzeylere yapışma ve biyofilm oluşturma, hücrelerin birbirine yapışması ve hücrelerin birbirini tanınması gibi mekanizmalara da dahil olabilmektedir (Caggianiello ve diğ. 2016). Ayrıca, EPS tabakasının, düşük pH, safra tuzları, mide ve pankreatik enzimler dahil olmak üzere, gastrointestinal sistemin (GIT) olumsuz koşullarına karşı probiyotik suşları koruduğu düşünülmektedir (Ryan ve diğ. 2015). Genellikle oral yolla alınan probiyotikler, insan bağırsağına ulaşmak ve bağırsakta kolonize olmak için gastrointestinal koşullardan kurtulabilmelidir ve bu amaç için bakterilerin etrafındaki EPS tabakasının varlığı avantaj sağlamaktadır (Amund 2016). EPS'nin mevcut bir başka önemli özelliği ise konakçının immün tepkisini modüle etme kapasiteleridir. Bu biyopolimerlere atfedilen faydalı etkiler arasında, antitümör ve antioksidan aktiviteleri, kolesterol düşürme kabiliyeti, antihipertansif aktiviteler, bağırsakta yer alan patojen mikroorganizmalara karşı epitel koruması da yer almaktadır (Bengoa ve diğ. 2018).

Kolesterol düzeyini düşürme yeteneği, potansiyel bir probiyotik seçmek için çok önemli bir kriterdir (Madani ve diğ. 2013). Yapılan çalışmalar *Lactobacillus* veya *Bifidobacterium* spp. ile takviye edilmiş fermente gıdaların tüketiminin kan kolesterolünü düşürme kabiliyetine sahip olduğunu göstermektedir. Kolesterol giderme aktivitesinin muhtemel mekanizmalarının safra tuzlarının varlığında kolesterol asimilasyonu, asidik koşullar altında meydana gelen kolesterol misellerinin destabilizasyonu ve birlikte çökeltilmesi şeklinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Khalil ve diğ. 2018).

LAB tarafından üretilen EPS'nin antioksidan aktivitesi, son yıllarda çalışmalara konu olan ve diyabetik, kardiyovasküler hastalıklar ve gastrointestinal ülser gibi hastalıkların önlenmesinde büyük rol oynayan önemli bir özelliktir (Kaushik ve diğ. 2009). İnsanların antioksidan savunma sistemine entegre olmuş birkaç antioksidatif bileşen, gıda maddelerinden elde edilmekte veya gastrointestinal sistemde LAB kolonize olduğunda ve çoğaldığında gastrointestinal mikrobiyota tarafından sağlanmaktadır (Mikelsaar ve Zilmer 2009). Yapılan bir çalışmada, izole edilen *Lactobacillus* suşlarının antioksidan aktivitelerinde (%32,29-73,36) belirgin bir farklılık olduğu ve bunun suşa ait spesifik bir özellik olduğu belirtilmiştir (Khalil ve diğ. 2018).

LAB, diğ er pek çok bakteri gibi, hücredeki konumlarına göre sınıflandırılan birkaç çeş it polisakarit üretebilirler (Ruas-Madiedo ve diğ. 2002). Bunlar intraselüler (depo) polisakaritler, ekstraselüler (EPS, ekzopolisakaritler) polisakaritler, ve yapısal formdaki polisakaritlerdir. EPS'ler hücre duvarı ile birleşerek kapsüler olarak veya fazla miktarlarda hücre duvarının dış kısmında biriken ve kültür ortamına yayılan bağımsız salgılar olarak üretilen maddelerdir (Milci ve Yaygın 2005, Yılmaz ve Çelik 2007, Behare ve diğ. 2009). Bunlar yüksek molekül ağırlığına sahip, geri dönüşebilen, çevre dostu, doğal ve oldukça yapışkan bir tabaka oluşturabilen polimerlerdir. Kapsüler polisakaritler olarak da adlandırılmaktadırlar. Bakteriyel EPS'ler üretici mikroorganizma tarafından enerji kaynağı olarak kullanılamamaktadırlar (Ruas-Madiedo ve diğ. 2002, Soyuçok ve diğ. 2016). EPS'lerin bakteri hücrelerini kurumadan, toksik metallerin nüfuz etmesinden, antibiyotiklerden, fagositozdan, faj saldırısından koruduğu ve biyofilmler ürettiğine inanılmaktadır (Kanmani ve diğ. 2011).

Ekzopolisakaritler (EPS) dallanmış tekrarlı şeker birimlerini ve şeker türevlerini içeren uzun zincirli polisakaritlerdir (Kleerebezem ve Hugenholtz 2003). LAB tarafından üretilen EPS'ler iki kategoriye ayrılırlar. Bunlardan ilki glikoz, fruktoz gibi tek tip monosakarit içeren,  $10^5-10^6$  Da moleküler ağırlıkta olan homopolisakaritler (HoPS)'dir. Diğ eri ise oligosakaritlerin çoklu kopyalarından oluş an ve her bir tekrarlı birimde iki ya da daha farklı monosakarit içeren  $1.0 \times 10^4$  ve  $6.0 \times 10^6$  Da moleküler ağırlıkta olan heteropolisakaritler (HePS)'dir (Welman ve Maddox 2003, Badel ve diğ 2011). Tekrar üniteleri yaygın olarak D-glikoz, D-galaktoz ve L-ramnoz şekerlerinden oluşmaktadır. Bunlara ilaveten fruktoz, N-asetil-D-glukozamin, N-asetil-D-galaktozamin ve poliolden de sentezlenebilirler. Dekstran, mutan ve levan, bazı *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Streptococcus* türlerinin ürettiği homopolisakaritlerin örnekleridir, bunların arasında *Leuc. dextranicum*, iyi bilinen bir dekstran üreticisidir (Behare ve diğ. 2009).

Mikroorganizmaların birçoğunun değış en kompozisyonlarda ekzopolisakarit ürettikleri bilinmektedir. Bu EPS'lerin çoğunun ne tür özellikler içerdiği araştırılmıştır. *Agrobacterium*, *Clavibacter*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Pantoea*, *Ralstonia* ve *Xanthomonas* gibi bitki patojeni olan cinslerin EPS üretimi gerçekleştirebildiği bildirilmiştir. Yine *Xanthomonas campestris*'in ksantan zankı,

*Sphingomonas paucimobilis*'in gellan, *Pseudomonas* türleri ve *Acetobacter chorococcum*'un alginatlar, *Acetobacter xylinium* bakterisinin bakteriyel selülozlar, *Streptococcus equii*'nin hiyaluronik asit ve *Rhizobium*'un süksinoglikan üretilebildiği bilinmektedir. Ayrıca 80'den fazla çeşitte EPS'nin *Escherichia coli* tarafından ve oldukça viskoz, üstün pseudoplastik özelliklere sahip EPS'lerin de *Bacillus* türleri tarafından üretildiği yapılan bazı çalışmalarda araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yılmaz ve Çelik 2007). Laktobasillerin yaklaşık 30 türü EPS üreticileri olarak tanımlanmaktadır. Bunlar arasında en iyi bilinenleri; *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. johnsonii*'dir (Badel ve diğ. 2011).

Besiyerine karbonhidrat, azot kaynağı, vitamin, tuz gibi maddelerin ilave edilmesi, inkübasyon sıcaklığı ve süresi, oksijen seviyesi, pH gibi etmenler bakteriyel gelişimi ve EPS üretimini etkilemektedir (De Vuyst ve Degeest 1999, Grosu-Tudor ve Zamfir 2014). EPS üretimi için en çok kullanılan karbon kaynakları glikoz ve sakkarozdur. EPS üretiminde en uygun karbon kaynağı sakkaroz olduğu için sıklıkla kullanılmaktadır (Liu ve diğ. 2009, Rafiqh ve diğ. 2014). Karbon kaynağı olarak sakkarozun kullanılmasının levan tipi EPS üretim verimini artırdığı son yıllarda yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Liu ve diğ. 2010).

Bir maddenin reolojisindeki değişiklik, ürünün oluşumunu sağlayan bileşenler ya da ortamda ekzopolisakkarit salgılanmasıyla doğrudan ilişkili olabilmektedir. Ekzopolisakkarit üretimi sırasında, ortamda non-Newton olmayan özellikler gelişmekte, kayma hızının azalmasıyla viskozitede artmakta ve psödoplastik akışkan özellikleri görülmektedir (Kumar ve diğ. 2007). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen EPS'lerin, fermente birçok ürünün reolojisi, dokusu ve duyuşal özelliklerini iyileştirmede önemli uygulamaları mevcuttur (Welman ve Maddox 2003).

Çözeltideki EPS'nin viskoz oluşturma kabiliyeti, iç viskozite, dağınık parçacıklar tarafından işgal edilen spesifik hacim ve parçalanmış polimer konsantrasyonu gibi bazı parametrelerle belirlenebilmektedir (Behare ve diğ. 2009). Çözeltideki EPS'nin spesifik hacmi, kendi moleküler kütlesi ve çözeltideki polimer boyutunun bir ölçüsü olan "dönme yarıçapı" tarafından belirlenmektedir. EPS'lerin polisakkarit zincir uzunluğu arttıkça viskozite artmaktadır. Dolayısıyla daha büyük zincir uzunluğuna sahip EPS üreten laktik suşlar daha fazla viskoz ürün



üretebilmektedir (Laws ve Marshall 2001). LAB'ler tarafından sentezlenen EPS'ler kimyasal kompozisyon, elektriksel yük, üçboyutlu yapı, rijidite ve proteinlerle interaksiyon yapabilme yetenekleri gibi birçok özellik bakımından pek çok değişkenlik gösterdiğinden dolayı, ürün viskozitesi ve ortamdaki EPS konsantrasyonu arasındaki ilişki tam olarak açıklanmış değildir (Schellaas ve Morris 1985, Doco ve diğ. 1990, Hassan ve diğ. 1996 Rawson ve Marshall 1997).

EPS'lerin buldukları ortamda istenilen viskoz yapıyı oluşturabilmeleri için ortam şartlarının optimum olmasına dikkat edilmelidir. Kanmani ve diğ. (2011)'nin *Streptococcus phocae* PI80 suşundan EPS üretimi için optimum kültür koşulları ve gerekli bileşenler üzerine yaptıkları çalışmada, EPS'lerin kimyasal niteliği, antioksidan, antibiofilm aktivitesi ve işlevselliği araştırılmıştır. İzole edilen EPS'nin %2 konsantrasyonunun farklı koşullarda Brookfield LVDV-3 ultra programlanabilir reometresinde yapılan viskozite analizleri sonucunda; ortamın sıcaklığı 45°C'den 25 °C'ye, pH'ı 6'dan 3'e düştükçe ve iyonik hal aldıkça EPS'lerin viskozitesinde artış meydana geldiği belirlenmiştir.

LAB'ler tarafından üretilen EPS'ler gıda endüstrisi açısından vizkoziteyi artırıcı, stabilize ve emulsifiye edici özelliklerinden dolayı son derece önemlidirler (Behare ve diğ. 2009, Kanmani ve diğ. 2011). GRAS statüsündeki LAB tarafından üretilen EPS'ler gıda sanayisinde başta süt olmak üzere, et ve sebze gibi işlem görmemiş gıda ürünlerinin fermantasyonu sırasında endüstriyel ölçekte kullanılmaktadır (Leroy ve diğ. 2002, Ryan ve diğ. 2015). Örneğin yoğurt veya meyveli yoğurt üretimlerinde EPS üreticisi LAB'lerin starter kültür olarak kullanılması durumunda kontrol gruplarına kıyasla su tutma kapasitesi artmış ve vizkozitesi iyileşmiştir. Bu sonuç özellikle bu ürünlerde hidrokolloidlerin kullanımına ihtiyacın ortadan kaldırılmasını sağlamış böylece tüketicilerin doğal ürünlere ulaşma isteği karşılanabilmiştir (Broadbent ve diğ. 2001, Hassan 2008).

Akalın ve Gönç (1999), viskoz starter kültür kullanımıyla üretilen katı kıvamlı yoğurdun duyusal ve reolojik özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada viskoz olmayan bir kültür (A) ve viskoz özellik gösteren iki farklı kültür (B ve C) kullanmışlardır. Bu kültürleri hem ayrı ayrı hem de kombine olarak kullanarak ürettikleri yoğurtlarda depolamanın 1., 7., ve 14. günlerinde analizleri gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, en yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılması

C viskoz kültürü ilave edilen yoğurtlarda tespit edilmiştir. En iyi yapı, tekstür ve görünüş değerlerinin duyuşal özellikler bakımından kombine kültürlerle elde edildiği ve depolama sırasında bu değerlerin azalma göstermediği belirlenmiştir.

Ruas-Madiedo ve diğ. (2005) tarafından yapılan başka bir çalışmada, viskoz olan ve olmayan kültürlerin ayrı ayrı kullanımıyla elde edilen yoğurtlarda su aktivitesi değerinin yapışkan koloni fenotipi gösteren kültürle üretilen yoğurt örneklerinden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun yapışkan koloni fenotipi gösteren kültürün sentezlediği EPS'lerin serum fazdaki serbest suyu yapılarına bağlanmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir.

Korkmaz (2005), yağ içeriğinin düşmesiyle ortaya çıkan tekstürel ve duyuşal kusurların EPS üreten kültürlerin kullanıldığı yoğurt örneklerinde daha az olduğunu bildirmiştir. Özellikle yağ içeriği % 1,5'e ayarlanan ve EPS üreten kültürlerle yapılan yoğurtların duyuşal özelliklerinin tam yağlı (% 3) örneklere yakın olduğu ve panelistler tarafından daha çok beğenildiği bildirilmiştir.

EPS üreten LAB'ler diğer fermente süt ürünlerinde de kullanılmaktadır (Petersen ve diğ. 2000). Özellikle yağ oranı azaltılarak yapılan peynirlerin üretiminde ortaya çıkan sert ve lastiğimsi yapıya, EPS üreticisi LAB'lerin kullanılması durumunda rastlanılmamıştır (Broadbent ve diğ. 2001, Hassan 2008). Yine Perry ve diğ. (1998), *S. thermophilus* MR-1C ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* MR-1R suşlarını içeren EPS üretici starter kültür kullanılarak az yağlı mozzarella peyniri üretmişlerdir. Kontrol peynirinde ise *S. thermophilus* TA-061 ve *Lactobacillus helveticus* LH 100 suşlarını içeren EPS üretmeyen starter kültür kullanmışlardır. Sonuçlar diğer çalışmayla benzerlik göstermiş ve EPS üretici kültürle elde edilen peynirlerin nem içeriği kontrol örneğinden % 2 daha yüksek bulunmuştur.

Moreira ve diğ. (2003), EPS üreten ve üretmeyen *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* 'tan oluşan iki farklı starter kültür ile yumuşak bir Arjantin peyniri olan quartirolo üreterek, peynirlerin nem içeriği ve tekstürel özelliklerini karşılaştırmışlardır. EPS üretmeyen kültürle hazırlanan kontrol grubuna göre, EPS üreten kültürle hazırlanan peynirlerde su oranı ve eriyebilirliğin arttığını, tekstürel özellikler de olumlu yönde değişiklik meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Tosun (2016) tarafından yapılan çalışmada, LAB'ler tarafından üretilen EPS'lerin yoğurt ve peynirlerde olduğu gibi tereyağı, yayık tereyağı ve kaymağın tekstür, aroma ve diğer kalite özellikleri üzerine etkisi olup olmadığını ve biyokayganlaştırıcı olarak doğal bir gıda katkı maddesi gibi kullanılıp kullanılmayacağını belirlemeyi amaçlamıştır. Bunun için hazırlanan tereyağı, yayık tereyağı ve kaymaklar da tekstür, aroma, % KM, % yağ, erime noktası ve % asitlik gibi analizler gerçekleştirilmiştir. EPS üreticisi starter kültür kullanılarak üretilen ürünlerin % KM, % yağ içeriğinin kontrol gruplarına göre EPS'nin su tutma özelliğinden dolayı daha az olduğu tespit edilmiştir. EPS üreten kültür ilave tereyağı ve kaymak örneklerinin mukoz ve yapışkan özelliği nedeniyle daha sürülebilir nitelikte oldukları tekstür ve duyu analizlerle de belirlenmiştir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ekşi hamurlarda LAB türleri tarafından üretilen EPS'lerin ekmek üretiminde kullanılan bitkisel kaynaklı polisakkaritlerin ikame edilmesi yönünde araştırmalar yapılmaktadır. *L. sanfranciscensis* tarafından üretilen fruktan tip EPS'nin hamur reolojisi ve ekmek tekstürünü olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Brandt 2014). Bu nedenle ekmek üretiminde starter nitelikteki EPS üreticisi LAB türlerinin kullanılması ekmek üretimindeki pahalı hidrokolloidlerin kullanımını azaltıp ekmek kalitesini artırması açısından önem arz etmektedir.

Brandt ve diğ. (2003) tarafından yapılan bir başka çalışmada, ekmek kalitesi ve hamurun reolojik parametreleri üzerine EPS'nin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonunda laktobasiller tarafından üretilen EPS'lerin; hamurun su absorpsiyonunu arttırdığını, hamur reolojisi ve işlenebilirliğini iyileştirdiğini, ekmek hacmi ve ekmeğin bayatlamaması gibi hamurun ve ekmeğin teknolojik özelliklerini olumlu şekilde etkilediğini bildirmişlerdir.

Doğan ve diğ. (2012)'nin yaptığı bir çalışmada ise % 25-100 oranlarında değişen yağ miktarı ve % 9.25-37 oranlarında değişen EPS içeren çözeltiler kullanılarak yağ oranı azaltılmış kek üretilmiştir. Yapılan tüm analizler göz önünde bulundurulduğunda yağ ve EPS interaksiyonunun üretilen keklerin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerini önemli seviyede etkilediği, yağ ve EPS oranının artmasıyla beğenilirlik değerinin arttığı gözlenmiştir.

LAB, binlerce yıldır gıda fermantasyonlarında kullanılmaktadır. LAB'lere yeni bakış açıları, yeni nesil starter kültür uygulamaları için perspektifler sunmaktadır. LAB fonksiyonel starter kültürleri sağlık, pazarlama ve teknoloji üzerine pekçok avantaj sağlamaktadır. LAB fonksiyonel starter kültür metabolitlerinin analizi, gıda ortamı ve bakteriyel işlevsellik arasındaki ilişki hakkında değerli bilgiler vermekte ve optimum suş seçimi ve proses tasarımına katkıda bulunmaktadır. Bu durum, proses kontrolünün daha iyi yapılmasını, gıda güvenliğinin artmasını, kalite ve ekonomik kayıpların azaltılmasını sağlamaktadır. LAB'lerin fonksiyonellikleri hakkında yapılan ve yapılacak olan bu tarz çalışmalar zamanla artan endüstrileşme ve kentleşme çabasıyla tarhana gibi pekçok geleneksel gıdanın yok olmasını önleyerek, mevcut değerini arttıracaktır (Wessels ve dig. 2004, Leroy ve De Vuyst 2004, Şengün 2011).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Materyal

EPS üretim miktarına ve karakteristik özelliklerine göre tarhananın tüketim sıcaklığında reolojik özellikler açısından fonksiyonel olan EPS'yi üreten LAB (Laktik Asit Bakterisi) suşları starter kültür olarak kullanılarak tarhana üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Kültür Koleksiyonundan (PUFECC) tarhana izolatu olan *L. plantarum* PFC 309, *L. plantarum* PFC 310 ve *L. plantarum* PFC 311 suşları kullanılmıştır. EPS üreticisi LAB suşlarını tekli ve ikili kombinasyonları şeklinde içeren (Deney Hamuru), hiçbir şekilde starter kültür içermeyen (Kontrol1 Hamuru) ve ekşi hamur (%200 verimli) içeren (Kontrol2 Hamuru) tarhana hamurları hazırlanmıştır. Tarhana hamurlarının hazırlanması için Tablo 2.1’de verilen bileşenler ve oranlar kullanılmıştır.

**Tablo 2. 1:** Tarhana hamurunun bileşimi (%) ve hammadde özellikleri.

HAMMADDE	%	HAMMADDE ÖZELLİKLERİ
Un	46,5	Tip 550, Ticari Buğday Unu, Söke Un, Aydın, Türkiye
Yoğurt	20	Kuru madde oranı %13, Tam yağlı, Pınar Yoğurt, İzmir, Türkiye
Kırmızı biber	20	( <i>Capsicum annuum</i> L.) Mevsim sebzesidir ve semt pazarından temin edilmiştir.
Soğan	10	Mevsim sebzesidir ve semt pazarından temin edilmiştir
Kuru nane	0,5	Bağdat Baharat , Ankara, Türkiye
Tuz	1	Horoz Tuz,Denizli,Türkiye
Kültür Ekşihamur	veya 2	Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Kültür Koleksiyonu (PUFECC)

Buna göre kırmızıbiber ve soğan iyice yıkayıp temizlendikten sonra küçük parçalar halinde doğranmış ve yoğurt ile karıştırılmıştır. Bu şekilde hazırlanan tarhana ezesi daha sonra buğday unu, nane ve tuz ilavesi ile orta sertlikte hamur haline

getirilinceye kadar yoğrulmuştur. Sıralanan tarhana hamuru bileşenleri konularak hazırlanmış hamur ardından eşit miktarlarda (2 kg) deney ve kontrol hamurları olarak bölünmüştür. Kontrol 1 hamuru starter kültür ilavesi yapılmadan kendi florası ile kontrol 2 hamuru ekşi hamur ilavesi ile hazırlanmıştır. Ekşi hamur (%200 verimli), 100 gr una 100 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılmış ve 24 saat 30°C'de fermantasyona bırakılarak hazırlanmıştır. Elde edilen ekşi hamur tarhana hamuruna %2 oranında ilave edilmiştir. Deney hamurlarına ise sırasıyla EPS üreticisi LAB olan *L. plantarum* PFC 309, *L. plantarum* PFC 310 ve *L. plantarum* PFC 311 suşlarından yalnızca birini ve ikili kombinasyonlarını (PFC 309+310, PFC 309+311 ve PFC 310+311) ihtiva edecek şekilde aşılanmıştır. Hazırlanan 8 tarhana örneği aynı zamanda 25°C'de 7 gün fermantasyona bırakılmıştır.

Deney hamurlarına starter kültür ilavesi gramında  $10^7$  kob EPS üreticisi LAB suşu içerecek şekilde yapılmıştır. Buna göre EPS üreticisi LAB suşları 5 mL MRS ortamında geliştirildikten sonra 20 mL MRS (Merck) ortamında 18 saat geliştirilmiş ve ardından hücreler 6000 g'de 15 dk çöktürülerek PBS tamponunda iki kez yıkanmıştır. Ardından 10 mL steril saf su içerisinde hücreler yeniden çözündürülerek tarhana hamurlarına ilave edilmiş ve hamur karıştırılarak iyice homojenize edilmiştir. Tarhana hamurlarına belirtilen sayıda bakteri aşılmasının kontrolünün sağlanması için öncesinde MRS ortamında sayım yapılarak optimize edilmiştir.

Hazırlanan tarhana hamurlarından aseptik şartlarda fermantasyon süresi boyunca 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerde mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizler için yeterli miktarlarda örnekleme gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonu tamamlanmış tarhana hamurları incelti olarak temiz bir bez üzerine serilmiş ve kurutma kabini içinde 40°C'de 12 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutma sürecinde tarhana hamurları küçültülerek kurumunun etkinliği artırılmıştır. Kurutma işlemine tarhanaların nem miktarı %10'un altına düştüğünde son verilmiştir. Kurutulan tarhanalar bir blender yardımıyla toz haline getirilmiştir. Son aşamada kurumuş ve öğütülmüş tarhanalardan da örnek alınarak pişirilmiş, reolojik ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

## **2.2 Metot**

### **2.2.1 Tarhana Hamurlarında Mikrobiyolojik Analizler**

Örneklerdeki mikrobiyolojik sayımların gerçekleştirilmesi amacıyla fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde 10 g tarhana hamuru steril stomacher poşetlerine tartılmıştır. Daha sonra üzerine 90 mL peptonlu fizyolojik su ilave edilerek stomacherde (Seward Medical, London, UK) 1,5 dakika homojenize edilmiş ve ardışık dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu dilüsyonlardan % 0,4 saproflaksasin ilaveli LPSM agar (Bujalance ve diğ. 2006), MRS agar ve M17 G agar besiyerlerinde LAB sayısı, Plate Count Agar (PCA) ortamında da Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayısı, yayma usülü ekim yöntemiyle iki tekerrürlü olacak şekilde 30 °C’de 48 saat inkübasyon sonunda belirlenmiştir. Tarhana hamurundaki maya ve küf sayısı ise Dichloran Rose Bengal Chlortetracycline Agarda (DRBC agar) yine aynı yöntemle 30°C’de 48 saat inkübasyon sonunda belirlenmiştir.

### **2.2.2 Tarhana Hamurlarında Fizikokimyasal Analizler**

Tarhana hamurlarının asitlik derecesi ve pH tayini hazırlandığı gün ve fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde Türk Tarhana Standardı’na (TSE 2282) göre gerçekleştirilmiştir.

Asitlik derecesi ölçümü için 10 g örnek tartılmış ve üzerine 50 mL %67’lik etanol ilave edilerek homojenizatör yardımıyla homojenize edilmiştir. Ardından oluşan homojen karışım kaba filtre kağıdı yardımıyla süzümüştür. Süzüntüden 5 mL alınmış ve titrasyon sırasında renk değişiminin gözlenebilmesi için 15 mL saf su ile tamamlanmıştır. Üzerine 2-3 damla taze hazırlanan fenolftalein belirteç çözeltisi damlatılmıştır. Daha sonra sabit pembe renk oluşuncaya kadar 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir. Asitlik derecesi tayininde 10 g tarhanadaki serbest asitleri nötralize etmek için kullanılan 0.1 N NaOH’ın hacmi (mL) 5 ile çarpılarak “asitlik sayısı” olarak ifade edilmiştir.

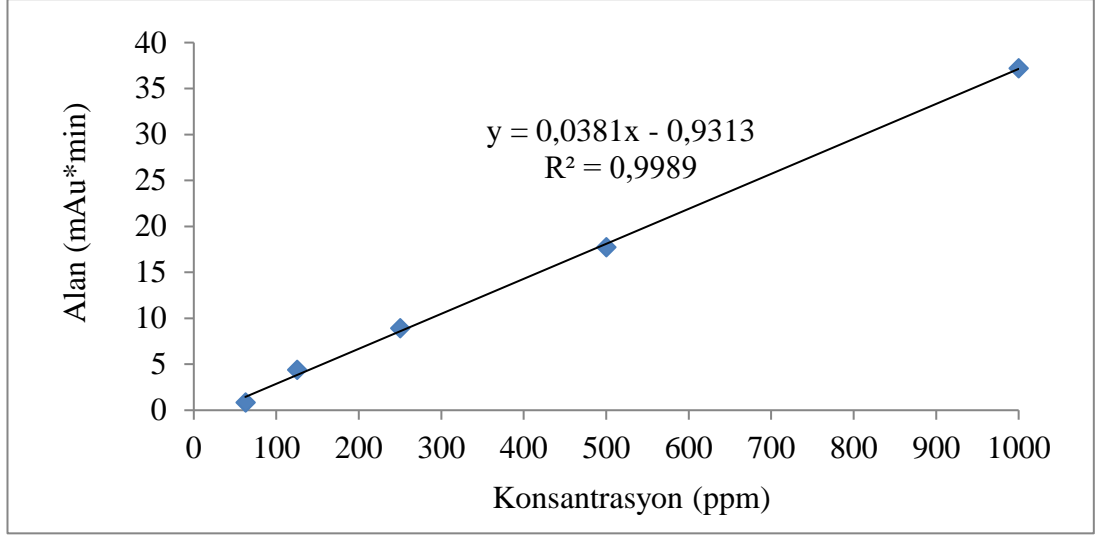
Bir behere 5'er g tartılan tarhana hamurlarına pH metrede ölçüm yapılabilmesi amacıyla önce 25 mL saf su ilave edilmiş ve bir homojenizatör yardımıyla homojenize edilerek akışkan hale getirilmiştir. Daha sonra beher 50 mL'ye kadar saf suyla tamamlanıp bir spatül ile iyice karıştırılmıştır. Oluşan tarhana hamuru – su karışımına dijital pH metrenin (Hanna Instruments HI 8314) probu daldırılarak pH değerleri tespit edilmiştir. Bu analiz iki tekerrürlü olacak şekilde oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir.

### **2.2.3 Tarhana Hamurlarının Organik Asit İçeriği Analizi**

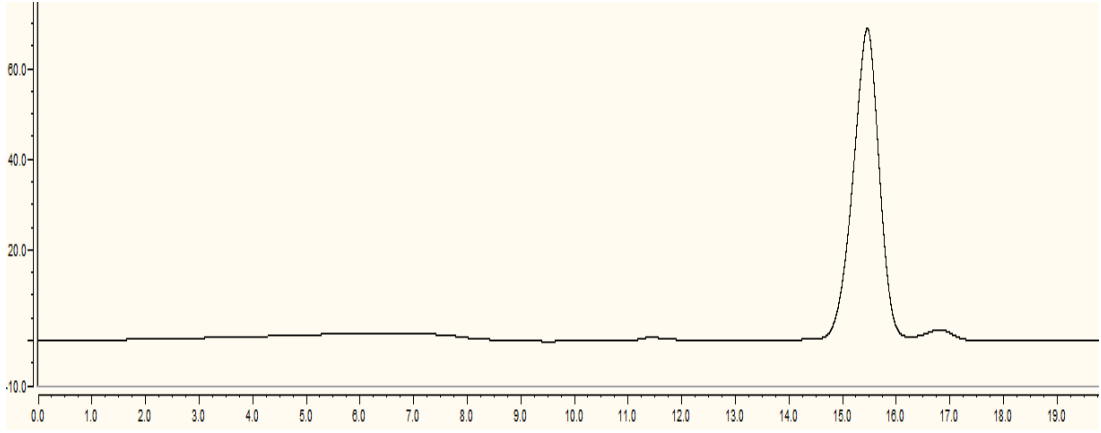
Tarhana hamurlarının organik asit içeriği Kezer (2013) tarafından önerilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre tarhana hamurlarından organik asitlerin ekstraksiyonu için 10 g örnek tartılmış ve 90 mL destile su ile stomacherde 180 saniye boyunca homojenize edilmiştir. Oluşan homojen karışımdan bir falkona 10 mL alınarak üzerine 5 mL 0.1 mM HClO<sub>4</sub> çözeltisinden ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Karışım 4000 g'de 15 °C'de 15 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatanttan bir şırınga yardımıyla 2 mL alınmış ve 0.45 µm selüloz filtreden geçirilmiştir. Elde edilen numuneler sırayla iki tekerrürlü olacak şekilde yüksek basınçlı sıvı kromatografisine (HPLC) yüklenmiştir. DAD dedektörüne sahip HPLC (Thermo Scientific UltiMate 3000)'de çalışma koşulları olarak; izokratik akış hızı (0.3 mL/dk), 45°C fırın sıcaklığı, 210-280 nm dalga boyu, intersil iç çapı 4,6mm ve 250mm olan ODS-3 kolonu (Gl Sciences), ve 20 µL örnek enjeksiyon hacmi kullanılmıştır.

Örneklerdeki organik asit miktarlarını belirlemek için laktik ve asetik asidin 5 farklı konsantrasyonda (62.5, 125, 250, 500, 1000 ppm) standart çözeltileri hazırlanmış ve standart eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

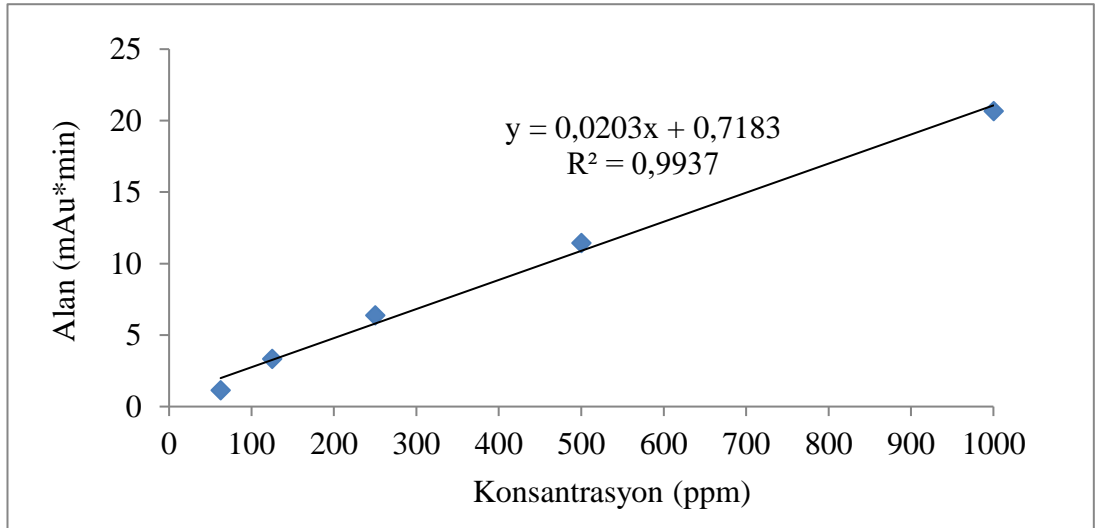




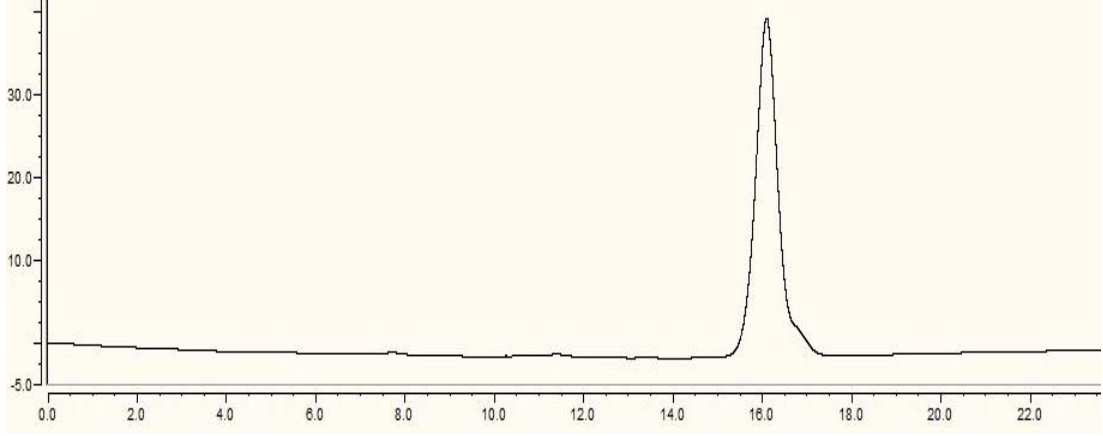
Şekil 2. 1: Laktik asit standart eğrisi.



Şekil 2. 2: Laktik asit (1000 ppm) kromatografik görüntüsü.



Şekil 2. 3: Asetik asit standart eğrisi.



Şekil 2. 4: Asetik asit (1000 ppm) kromatografik görüntüsü.

#### 2.2.4 Tarhana Hamurlarında Mikroflora Analizi

Çalışmada, kültürden bağımsız yöntem olan PZR-DGGE analizi EPS üreticisi LAB suşlarının tarhana hamurunda gelişimlerini ve bu suşların kullanılmasından dolayı hamurdaki mikroflora değişimini araştırmak için gerçekleştirilmiştir (Meroth et al., 2003). PZR-DGGE analizinde, %25-50 üre-formamid içeren gradient poliakrilamid jel starter kültürlerin ayırımı için kullanılmıştır. Bu oranlardaki poliakrilamid jellerin hazırlanmasında kullanılacak temel bileşenlerin 100 mL'si için kullanılacak miktarlar Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2: PZR-DGGE analizinde denatüre çözeltinin hazırlanmasında kullanılacak temel bileşenler ve oranları.

BİLEŞENLER	DENATÜRE ÇÖZELTİNİN ORANLARI	
	%30	%60
%40 Akrilamid (mL)	20	20
50*TAE Tampon (mL)	2	2
Formamid (mL)	12	24
Üre (g)	12,6	25,2
Steril Saf Su (mL)	53,4	28,8
<b>Toplam Hacim(mL)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

100 mL olarak hazırlanan çözeltinin jelleşmesi için Tablo 2.2'de belirtilen bileşenler kullanılmıştır. Buna göre jelleşme ajanı TEMED'den 63 µl, bir diğer jelleşme ajanı olan 0,1g/mL'lik Amonyum Persülfat'dan (APS) 815 µl ilave edilmiştir.

Hazırlanan karışım gradient poliakrilamid jel hazırlama sisteminin (Gradient Former Bio Rad) haznesine donmadan önce hızlı bir şekilde yüklenmiştir. Polimerleşen jeller sıcaklık kontrollü dikey elektroforez (Thermo) sisteminde kullanılmadan önce +4°C’de bir gece bekletilmiştir.

Hamurdan bakteriyel DNA’nın izolasyonu için 10 g tarhana örneği 90 mL peptonlu fizyolojik suda iyice homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homjenizattan 50 mL alınarak 1000 g’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Oluşan süpernatant başka bir tüpe alınarak ve 5000 g’de 15 dakika santrifüj işlemi uygulanarak üst faz uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan hücre pelletleri yıkanmış ve genomik DNA ekstraksiyon kiti (Invitrogen) ile genomik DNA elde edilmiştir.

PZR-DGGE analizinde nükleotit farklılıkları jelde inceleyebilmek için bakteri hücrelerin ribozomal bölgesine homolog olan F338 ön primeri (5- ACTCCTACGGGAGGCAGCAG-3’) 3’ terminal ucuna GC DNA kıskacı (5’- CGCCCGCCGCGCGGGCGGGGCGGGG CACGGGGG-3’) takılarak ve 518R geri yöndeki primer (5’-ATTACCGCGGCTGCTGG-3’) ile birlikte kullanılarak bakterilerin ribozomunun V3 bölgesi çoğaltılmıştır.

PZR karışımı için 8 µl master mix (5\*FIREPol<sup>R</sup> Master Mix/ SOLIS Bio Dyne), 1’er µl primerler, 2µl örnek DNA’sı kullanılarak toplamda 40 µl hacim olacak şekilde steril ultra saf su ile tamamlanmıştır. Bakteriler için, ön denatürasyon 95°C 5 dk; 30 çevrim 95°C 30 sn, 55°C 45 sn, 72°C 1 dk ve son olarak 72°C 10 dk olacak şekilde PZR programı uygulanmıştır. 16S rDNA PZR ürünleri sırasıyla %25-50 denaturant (7M üre ve %40 formadit) içeren % 8’lik poliakrilamid jel de 15 dk 50 V ve 4 saat 150 V akımda 60°C sıcaklıkta yürütülmüştür. Jeller son aşamada Ethidium Bromide (50 µL/1000 mL) ile boyanarak UV altında görüntülenmiştir.

### **2.2.5 Tarhana Hamurlarında EPS Üretimiyle İlişkili *epsA* Geni İfadesinin Belirlenmesi**

EPS üreticisi LAB suşlarının EPS üretiminden sorumlu *epsA* geninin tarhana hamurunun fermantasyonundaki ifadesi izlenmiştir. Bu analiz için öncelikle RNA

izolasyonu gerçekleştirilmiş daha sonra RNA'dan cDNA elde edilmiş ve takiben PZR ile cDNA'lar çoğaltılmıştır.

Hamurdan bakteriyel RNA'nın izolasyonu için 10 g tarhana örneği 90 mL peptonlu fizyolojik suda iyice homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homjenizattan 50 mL alınarak 1000 g'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Oluşan süpernatant başka bir tüpe alınmış ve 5000 g'de 15 dakika santrifüj işlemi uygulanarak üst faz uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan hücre pelletleri yıkanmış ve genomik RNA ekstraksiyon kitindeki (Invitrogen) protokole bağlı kalınarak hücresel RNA elde edilmiştir.

Hücresel RNA tek zincirli ve çevresel faktörlerden çok çabuk etkilenip kaybedilebilen bir yapı olduğu için cDNA formuna dönüştürülmüştür. cDNA'da bulunan EPS üretiminden sorumlu *epsA* genlerini çoğaltmak için *epsA-F* (TAGTGACAACGGTTGTACTG) ve *epsA-R* (GATCATTATGGACTGTCAC) primer çifti kullanılmıştır. Bunun için cDNA kitindeki (Invitrogen) protokol kullanılmıştır. cDNA PZR'a yüklenmeden önce PZR karışımına dahil edilmiştir. Bu karışım 5 µl buffer, 2 µl dNTP mix., 2 µl *epsA* primer F, 2 µl *epsA* primer R, 4 µl MgCl<sub>2</sub>, 1 µl tag polimeraz, 3 µl cDNA eklenerek toplam hacim 50 µl olacak şekilde steril ultra saf su ilave edilmesiyle hazırlanmıştır. cDNA için uygulanan PZR programında; 95°C 5 dk ön denatürasyon, 30 çevrim 95°C 1 dk, 50°C 30 sn, 72°C 1 dk ve son olarak 72°C 5 dk program uygulanmıştır. PZR ürünleri Ethidium Bromür (5 µL /100mL) içeren %1'lik agaroz jelde 20 dk 150 V akımda yürütülerek jel görüntüleme sisteminde (Vilber Lourmat) oluşan bantlar izlenmiştir.

### 2.2.6 Kuru Tarhana Örneklerinde Renk Tayini

Renk ölçümleri; Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, USA) ile gerçekleştirilmiştir. Hunter Lab renk skalasına göre L = 0 (siyah), L = 100 (beyaz); -a (yeşillik), +a (kırmızılık); -b (mavilik), +b (sarılık) değerleri kuru tarhanaların depolaması sırasında belirli zaman aralıklarında (0, 7, 14, 21 ve 90.gün) iki tekerrürlü olarak belirlenmiştir.

### 2.2.7 Kuru Tarhana İle Hazırlanan Çorba Örneklerinin Reolojik Analizi

Kurutulmuş tarhana örneklerinden (<%10 nem) 10 g tartılmış ve üzerine 90 mL saf su ilave edilmiştir. Oluşan % 10'luk (w/v) tarhana-su karışımı manyetik karıştırıcı ısıtıcıda (Velp Scientifica) ısıtıcısı 200°C'ye ayarlanarak geri soğutmalı sistemde 20 dakika kaynatılmıştır. Hazırlanan çorba örneklerinin reolojik özellikleri Brookfield DV-III programlanabilir reometre'de (Brookfield Engineering Lab. USA) S18 no'lu başlık kullanılarak analiz edilmiştir. Farklı sıcaklıkların reolojik özelliklere etkisi çorba sıcaklığı 50, 60 ve 70°C olmak üzere üç farklı sıcaklığa ayarlanarak belirlenmiştir. Her bir ölçümde hız kademeli olarak artırılmış (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 180, 200 rpm) ve böylece farklı kayma hızlarına ( $\dot{\gamma}$ ) karşılık kayma gerilimi ( $\tau$ ) değerlerinin belirlenmesi ve akış eğrilerinin oluşturulması sağlanmıştır. Oluşturulan akış eğrilerinin psödoplastik akışkanların akış davranışını ifade etmek için kullanılan üs yasası (power law) modeline " $\tau = K \dot{\gamma}^n$ " uygunluğunu araştırmak için hesaplamalar yapılarak kıvam katsayısı ( $K$ ) ve akış davranış indeksi ( $n$ ) değerleri belirlenmiştir.

### 2.2.8 Tarhanalar İle Hazırlanan Çorbaların Duyusal Analizleri

Tarhana çorbaları, EPS üreticisi LAB suşları ilave edilerek ve edilmeden üretilen, kurutulmuş tarhana örnekleri kullanılarak hazırlanmıştır. Tarhana çorbalarının hazırlanmasında % 4,5 tarhana tozu, % 88 su, % 5 mısırözü yağı, % 2 domates salçası ve % 0,5 tuz içeren reçete kullanılmıştır. Bu formülasyon ile hazırlanan çorbalar duyusal analize tabi tutulmuştur. Analiz 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve toplamda 47 kadın 17 erkek olmak üzere 64 panelist katılmıştır. Panelistler değerlendirmelerini renk, koku, tat-aroma, ve genel kabul özellikleri açısından hedonik skalada 1'den 5 puana kadar olan aralıkta gerçekleştirirken, asitlik ve kıvam özellikleri -2'den +2 puana kadar olan aralıkta gerçekleştirmiştir.

Tarhana çorbaları rastgele seçilen 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır. Analiz boyunca ağız tadının nötre dönmesi için her bir tadımından sonra tuzsuz etimek ve su panelistlere sunulmuştur. Panelistlerin birbirlerinden etkilenmemeleri için paravan ile bölünmüş, birbirinden bağımsız bölümlerde analizler gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.9 İstatistiksel Analizler

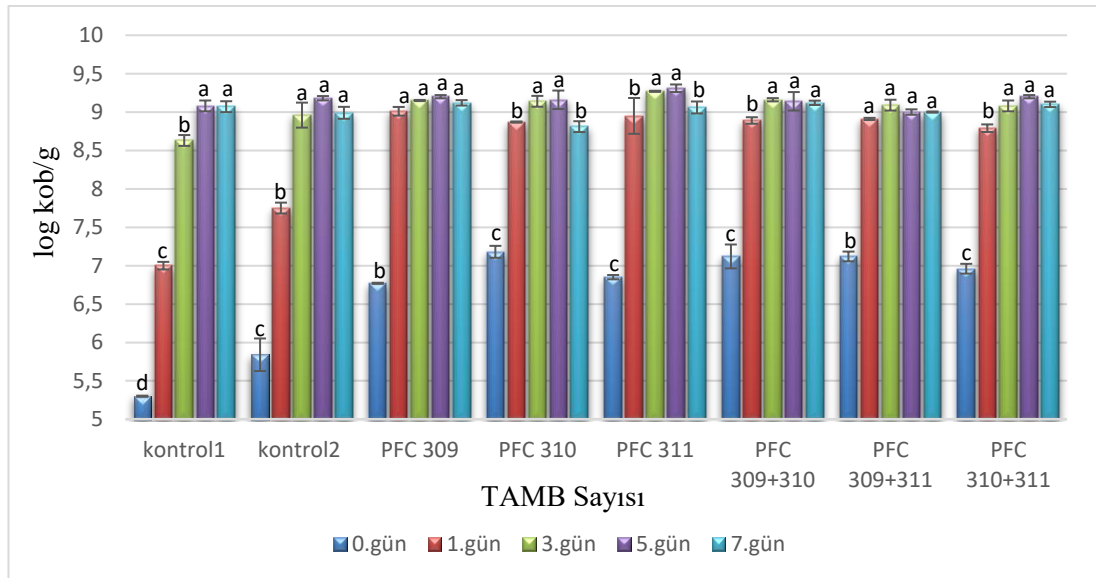
Çalışmada, tarhananın ekşi maya veya EPS üreticisi suş ilavesi ile üretilmesiyle tarhananın mikrobiyolojik, fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel analiz sonuçlarında meydana gelen istatistiksel farklılıkları belirlemek amacıyla 'MINITAB 16 Statistical Software' programı kullanılmıştır. Elde edilen verilere tek yönlü ANOVA varyans analizi uygulanmıştır. Gruplara ait veri ortalamalarının karşılaştırılması Tukey testiyle belirlenmiş ve karşılaştırma gruplarına ait veriler  $\alpha = 0.05$  güven aralığına göre test edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Tarhana Hamurlarının Mikrobiyolojik Özellikleri

Hazırlanan tarhana hamurlarında 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Tarhana örneklerinin hepsinde fermantasyonun ilerleyen günlerinde LAB, TAMB ve maya-küf sayılarında artış meydana gelmiştir.

Kontrol tarhana hamurlarının TAMB sayısı, 0. günde, suş ilavesi yapılan tarhana hamurlarındaki sayılarına göre yaklaşık 2 log kob/g düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). TAMB sayıları sırasıyla 5,30-5,84 log kob/g olan Kontrol 1 ve Kontrol 2 hamurlarında fermantasyonun ilerleyen günlerinde bu sayılar artarak, diğer tarhana hamurlarıyla birlikte TAMB sayıları yaklaşık 9 log kob/g'a ulaşmıştır (Şekil 3.1). Fermantasyonun son gününde TAMB sayıları bakımından tarhana hamuru grupları arasında fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). TAMB sayısındaki en hızlı artış ( $p<0,05$ ) bütün tarhana hamurlarında fermantasyonun 1. gününde gerçekleşmiştir.

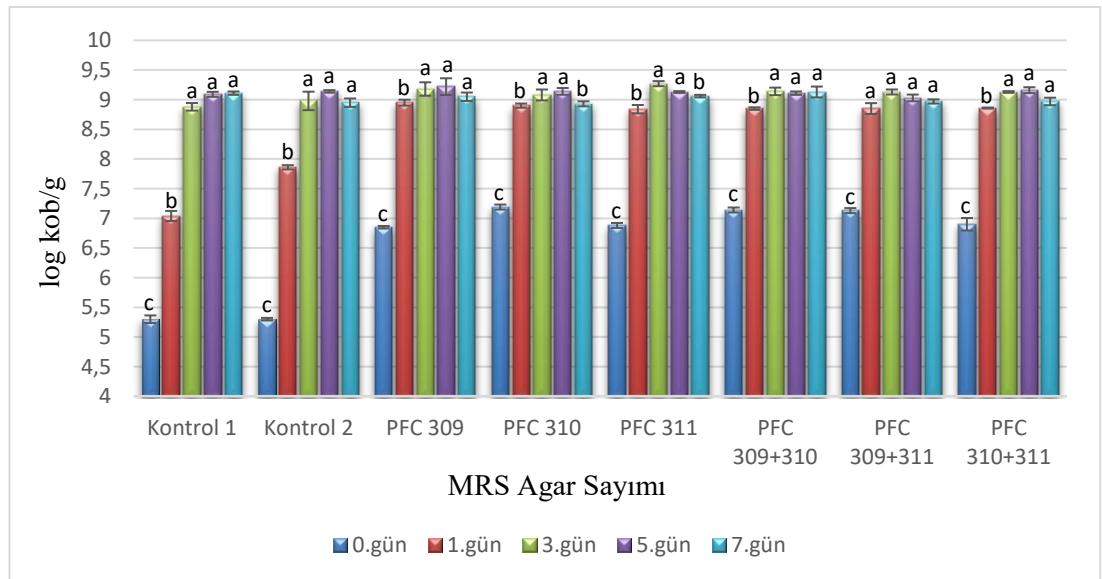


-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 1:** Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki TAMB (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri) sayısı.

Özdemir (2016) tarafından yapılan çalışmada, tek starter kültürlü uşak tarhanalarında TAMB sayılarını 0. günde ortalama 7,66 log kob/g, 1. günde ortalama 8,72 log kob/g, 3. günde ortalama 8,67 log kob/g, 5. günde ortalama 8,63 log kob/g ve 10. günde ortalama 8,39 log kob/g olarak tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada karışık starter kültür kullanılarak üretilen Uşak tarhanalarında TAMB sayılarının tek starter kültür kullanılarak üretilen tarhanalarla benzer olduğu belirlenmiştir. Soyyiğit (2004), Isparta yöresindeki ev yapımı tarhanalarda TAMB sayısını ortalama 6,17 log kob/g olarak bildirmiştir. Özel (2012) tarafından yapılan çalışmada ev tipi tarhanaların fermantasyonunun 0. gününe ait TAMB sayısı bu çalışmadaki kontrol grubu tarhanaların 0. günündeki TAMB sayılarına göre yüksek bulunmuştur.

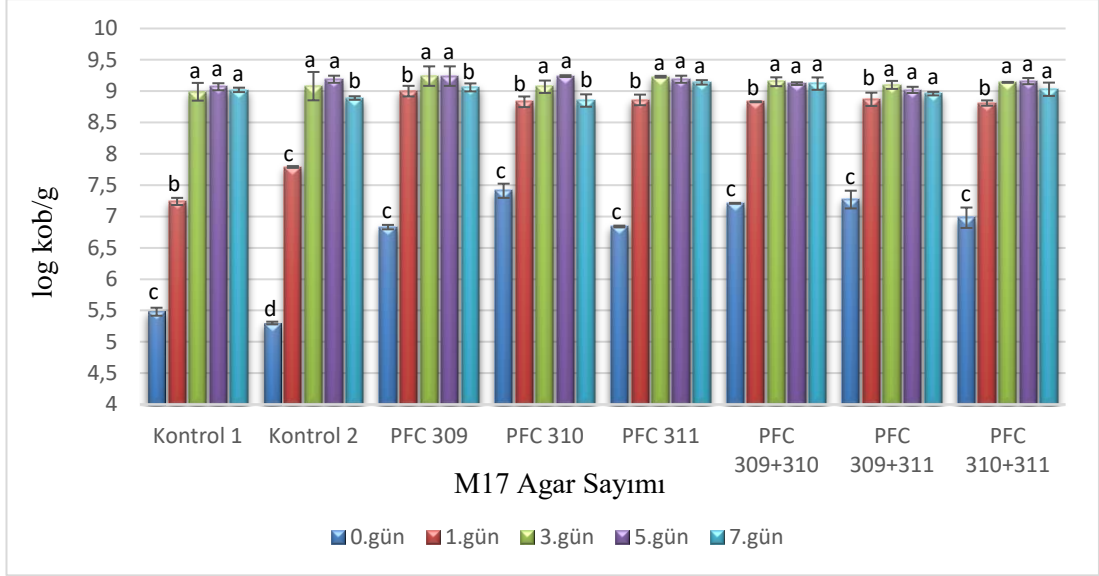
MRS ve M17 agar besiyerlerinde yapılan mikrobiyolojik sayımlar sonucunda TAMB' dekine benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3). Tarhana hamurlarının herbirinde fermantasyon günleri arasında istatistiksel fark ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Fermantasyonun 0. gününde kontrol grupları yaklaşık 5,40 log kob/g iken bu sayılar fermantasyonun ilerleyen günlerinde artmış ve sonuncu güne kadar toplamda 4 logaritmik bir artış göstermişlerdir ( $p > 0,05$ ). Suş ilaveli tarhana hamurlarındaki sayımlarda ise fermantasyonun ilk gününden son gününe kadar 3 logaritmik bir artış gerçekleşmiştir ( $p > 0,05$ ). Tüm tarhana örneklerinde MRS ve M17 agar besiyelerindeki sayımlarda en hızlı artışın 1. günde olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).



-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p < 0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Şekil 3. 2: Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki MRS agar sayımı.





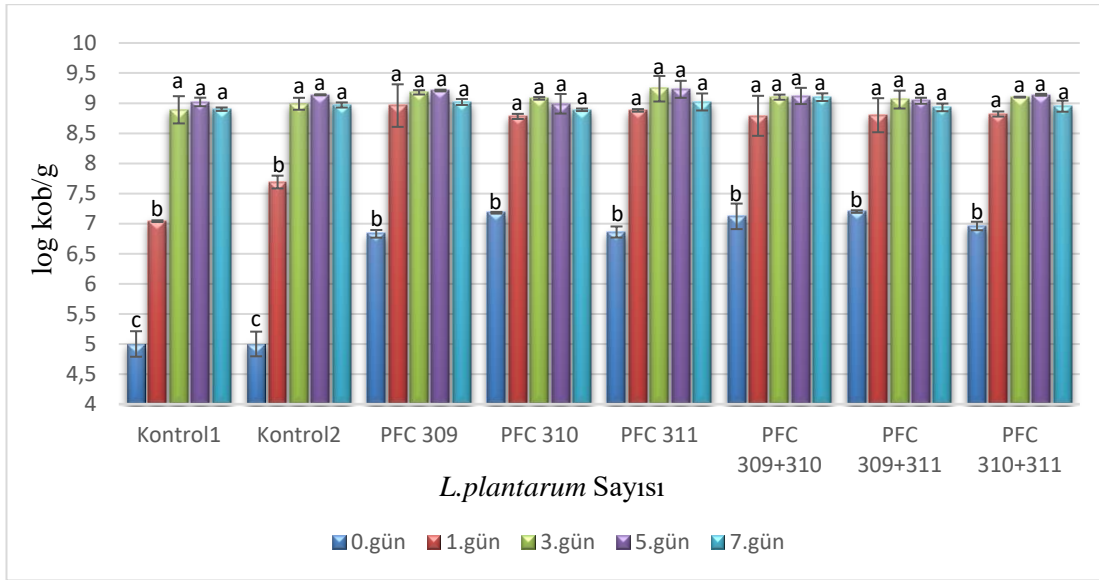
-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p < 0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 3:** Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki M17 agar sayımı.

EPS üretici suşlar olan *L. plantarum*'ların gelişebildiği seçici besiyeri LPSM agarda yapılan mikrobiyolojik sayımlarda fermantasyonun başlangıç gününde diğer tarhana hamurlarına nazaran en düşük sonuç Kontrol 1 ve 2 hamurlarında tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). *L. plantarum* gelişimi bakımından Kontrol 1 ve Kontrol 2 hamur gruplarında birbirine oldukça benzer sonuçlar tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ). Bunun sebebi, *L. plantarum* sayısı  $10^7$  kob/g olacak şekilde suş ilavesi yapılan tarhana gruplarına göre kontrol gruplarının kendi doğal mikrofloralarında *L. plantarum* bakterisininin daha az sayıda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fermantasyonun başında Kontrol 1 ve 2 hamurlarının *L. plantarum* sayısı 5 log kob/g iken fermantasyon sonuna kadar sayıca artış göstererek TAMB sayısında olduğu gibi fermantasyon sonunda diğer tarhana hamurlarının *L. plantarum* sayılarına benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3.4) ( $p > 0,05$ ).

Özdemir (2016) tarafından yapılan çalışmada, tek kültür kullanılan tarhana hamurlarında LAB sayısı 0. günde 6,79-8,32 log kob/g arasında ortalama 7,54 log kob/g; 1. günde e 8,07-8,95 log kob/g arasında ortalama 8,60 log kob/g; 10. günde 7,99-8,88 log kob/g arasında ortalama 8,39 log kob/g olarak tespit edilmiş ve LAB sayısında en önemli artışın fermantasyonun 1. gününde meydana geldiğini belirtilmiştir. Karışık starter kültür kullanılarak üretilen Uşak tarhanalarında LAB sayılarının tek starter kültür kullanılarak üretilen tarhanalarla uyumlu olduğu bu

tarhanalardaki LAB sayılarının da fermantasyonun 1. gününde ciddi bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Funda (2009), ev yapımı tarhanaların LAB sayısının ilk gün 1,53 log kob/g olduğunu belirtirken fermantasyon süresince bu değerin ilk günlerde artış eğiliminde olduğunu ve 5. günden itibaren düşmeye başladığını bildirmiştir. Fermantasyonun 7. gününde ise 4,49 log kob/g olarak tespit etmiştir. Özel (2012) tarafından yapılan çalışmada ev tipi tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, ve 5. günlerindeki LAB sayıları ile bu çalışmadaki tekli ve ikili kombinasyon şeklinde suş ilaveli tarhanaların LAB sayıları arasında benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

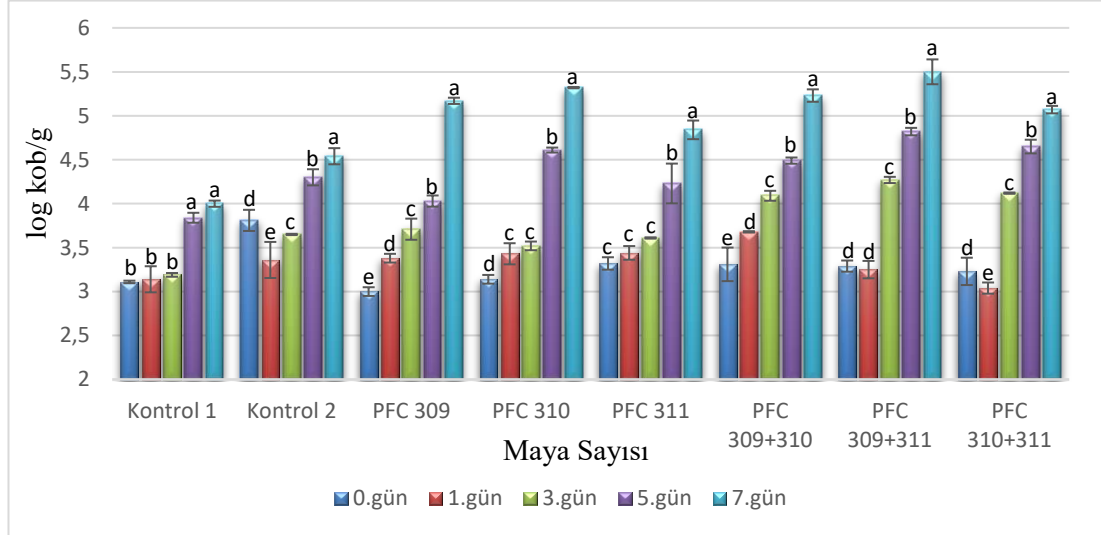


-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p < 0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 4:** Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki *L. plantarum* sayısı.

Tüm tarhana örneklerinde fermantasyonun ilerleyen günlerinde DRBC agarda yapılan maya-küf sayımında maya sayısında artış meydana geldiği belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Maya-küf sayımlarında fermantasyon boyunca besiyerinde küf gelişimi gözlenmemiştir. Örnekler arasında maya sayısında artış en fazla fermantasyonun 3. gününde meydana gelmiştir. Fermantasyonun başında en düşük maya sayısı 3,00 log kob/g ile PFC 309 ilave edilen tarhana hamurunda, en yüksek ise sayı 3,81 log kob/g ile Kontrol 2 hamurunda tespit edilmiştir. Bu durumun Kontrol 2 grubu tarhana hamurunun üretimi sırasında kullanılan ekşi hamurun (%200 verimli) florasından gelen mayalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Maya sayısı fermantasyon sırasında Kontrol 1 ve 2 hamur gruplarında sırasıyla 3,11 log kob/g ve 3,81 log kob/g ile başlayıp 4,00 log kob/g ve 4,54 log kob/g'a ulaşırken bu durum suş ilaveli gruplarda

yaklaşık 3,20 log kob/g ile başlayıp yaklaşık 5,30 log kob/g ile sonlanmaktadır (Şekil 3.5). Hazırlanan tarhana hamuru maya sayımlarında fermantasyonun son gününde suşlar arasında istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Suş ilaveli tarhana hamurlarının maya sayılarının fermantasyonun son gününde kontrol hamur gruplarından fazla olduğu gözlenmiştir.



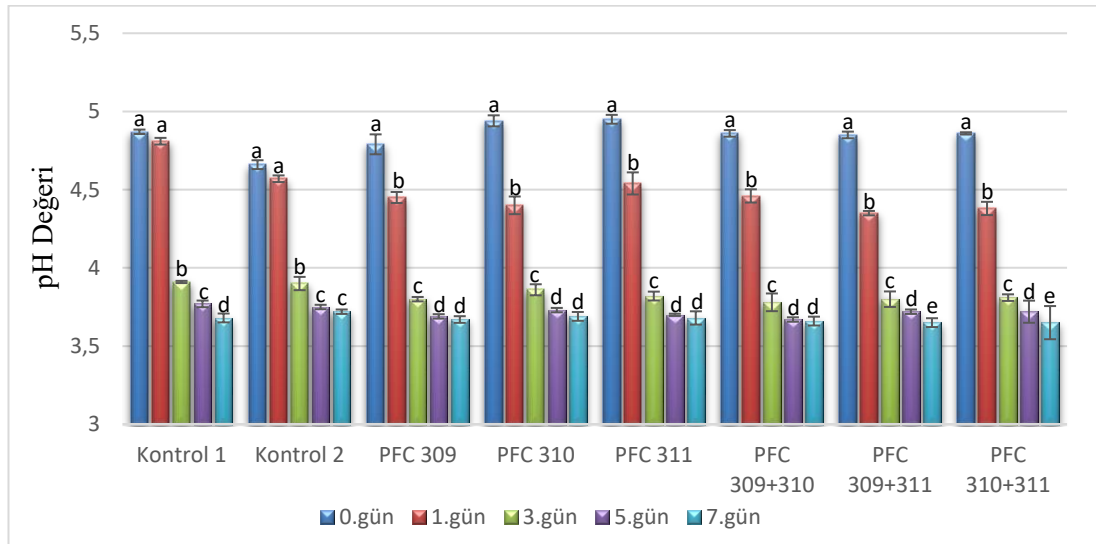
-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Şekil 3. 5: Tarhana hamurlarının fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerindeki Maya sayısı.

Özdemir (2016) tarafından yapılan çalışmada, tek starter kullanımıyla ürettiği tarhana hamurlarının maya-küf sayılarında fermantasyonun 5. gününe kadar artış, karışık starter kullanımıyla ürettiği tarhana hamurlarının maya-küf sayılarında 3. gününe kadar artış meydana geldiğini belirtmiştir. Her iki türden üretilen tarhana hamurlarına ait maya-küf sayıları bu çalışmadaki değerlerle uyumaktadır. Herken ve Çon (2012) yaptığı çalışmada *L. plantarum* ve *L. brevis* suşlarının kullanımıyla üretilen tarhana hamurlarının maya-küf sayısının fermantasyon boyunca 5,2-6,8 log kob/g arasında bulunduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızdaki tarhana hamurlarının maya-küf sayısı fermantasyonun 7. gününde bu değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Funda (2009), tarhana hamurlarında maya sayısını fermantasyonun ilk gününde 2,30 log kob/g olarak tespit etmiş ve fermantasyonun 5. gününe kadar artış meydana geldiğini, 5. günden itibaren ise düşmeye başladığını bildirmiştir.

### 3.2 Tarhana Hamurlarının Fizikokimyasal Özellikleri

Çalışmada hazırlanan tarhana hamurlarının fermantasyon boyunca pH ve asitlik değerleri belirlenmiştir. EPS üreticisi suş ilave edilerek üretilen tarhana hamurlarının fermantasyon süresince pH değişimi Kontrol 1 (katkısız) ve Kontrol 2 (eşki hamur ilaveli) hamur gruplarıyla benzer olduğu tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Fermantasyonun ilk gününde 4,66 - 4,95 aralığında olan tarhana hamuru örneklerinin pH değerleri 7 günlük fermantasyon boyunca düşmüştür. Fermantasyonun sonunda bu değerlerin en yüksek 3,72 ve en düşük 3,65'e ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.6). Bu sonuçlara göre her bir tarhana hamurunun sadece fermantasyon günlerindeki pH değerleri arasında istatistiksel fark bulunduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).



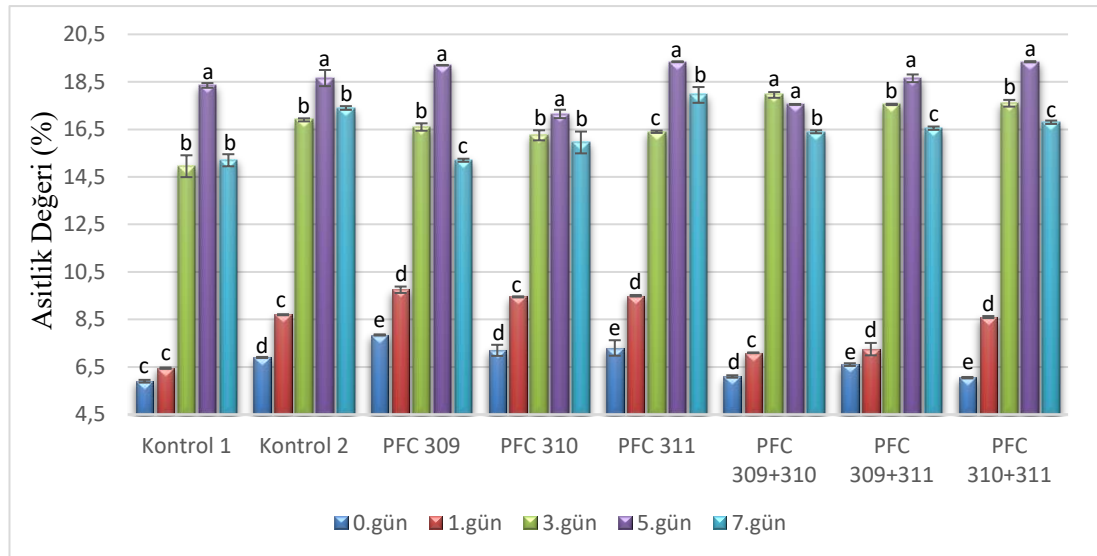
-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 6:** Fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen pH değişimi.

pH değerindeki en hızlı düşüş tüm tarhana hamuru örneklerinde fermantasyonun 3.gününde meydana gelmiştir. Settanni ve diğ. (2011) çalışmalarında A örneğinin pH değerinin fermantasyonun 0. gününde 4,49 olduğunu ve 8. günde 3,62'ye kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Kitan (2017) tarafından yapılan çalışmada kontrol tarhana hamurlarının pH değerleri fermantasyonun 0. gününde 5,09; 1. gününde 4,89; 3.gününde 4,81 olmak üzere tarafımızdan yapılan çalışmadaki tüm tarhana örneklerinin pH değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tarhana hamuru örneklerine hem laktik suş ve ekşi hamur ilavesi yapılmasından hem de yoğurt ile birlikte mikroflorasından gelen LAB sayesinde laktik asit fermantasyonu gerçekleşmiştir. Bu fermantasyon sonucunda ortaya çıkan ve baskın karakterde olan laktik asit tarhanaların pH'sının düşmesine ve asitlik değerlerinin artmasına sebep olmuştur. Fermantasyon boyunca tarhana hamurlarının asitlik içeriklerinde benzer değişimler söz konusu olmuştur ( $p>0,05$ ). Fermantasyonun başında tarhana hamurlarının asitlik içeriği 5,90 – 7,85 aralığında iken fermantasyonun sonunda en düşük asitlik değerinin 15,20 ile Kontrol 1 ve PFC 309 grubu tarhana hamurları; en yüksek asitlik değerinin ise 17,40 – 17,95 asit içeriğiyle Kontrol 2 ve PFC 311 grubu tarhana hamurlarında olduğu tespit edilmiştir.

Tüm tarhana hamurlarının asitlik değerlerinde fermantasyon günlerine bağlı olarak bir değişim meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ). Bu değişimler PFC 309+310 grubu tarhana hamurlarının asitlik değerlerinin 3. güne kadar artış ve bu günden sonra kademeli olarak azalış göstermesi, diğer tarhana gruplarının asitlik değerlerinin ise 5. güne kadar artış ve bu günden sonra azalması şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.7).



-Küçük harfler her bir tarhana hamurunun fermantasyon günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyindeki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 7:** Fermantasyonun 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen asitlik değişimi.

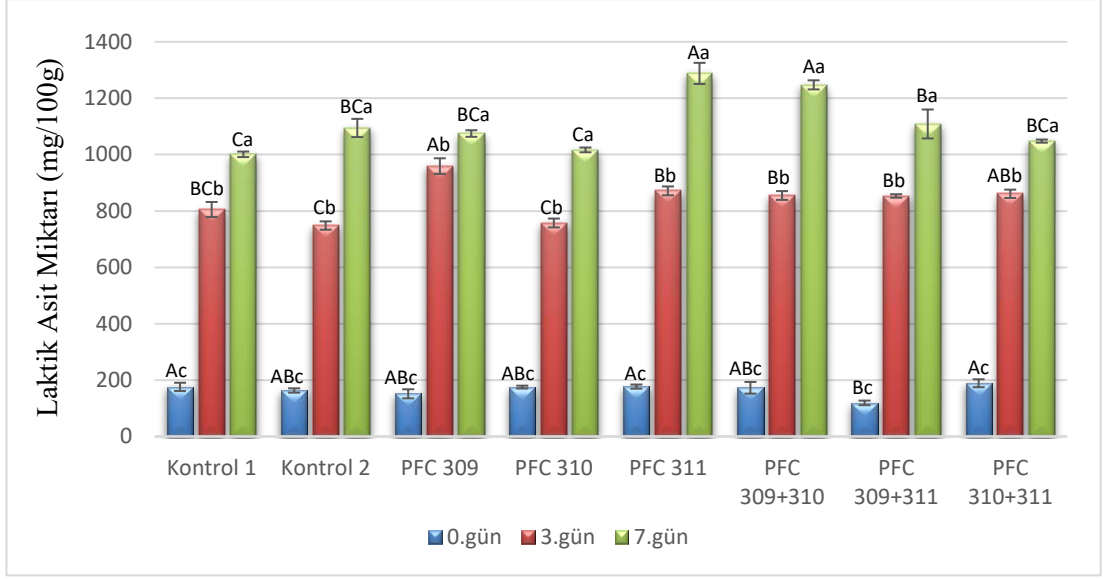
Asitlik değerindeki en hızlı artış tüm tarhana örneklerinde fermantasyonun 3. gününde meydana gelmiştir. Şimşek ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmada ev tipi Uşak tarhanalarının ortalama asitlik değerleri fermantasyona tabi tutulmadan önce

8,79 iken fermantasyonun 1. gününde 9,22; 3. gününde 12,34; 5. gününde 15 olduğu tespit edilmiştir. Çelik ve diğ (2005) tarafından yapılan çalışmada tarhana örneklerinin asitlik değerleri fermantasyonun ilk gününde yaklaşık 7 iken fermantasyonun 5. gününde 15'e ve 15. gününde 20'ye ulaştığı bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada bulunan asitlik değerleri bu çalışmalardaki asitlik değerleriyle birbirine yakın ve benzer bulunmuştur.

### **3.3 Tarhana Hamurlarının Laktik ve Asetik Asit İçeriği**

Tarhananın asidik fermente gıda olması fermantasyonunda yoğun laktik ve asetik asit içermesinden ileri gelmektedir. Yapılan çalışmalarda, laktik asit seviyesinin, asetik, propiyonik, sitrik ve piruvik asitler gibi diğer organik asitlerden üç kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Bozkurt ve Gürbüz 2008). Bu çalışmada, EPS üreticisi suş ilavesiyle üretilen tarhana hamurları ile Kontrol 1 ve 2 tarhana hamurlarına ait laktik ve asetik asit içeriği ve bu asitlerin fermantasyon günlerine göre değişimi Şekil 3.8 ve 3.9'da verilmiştir.

Tarhana hamurlarının hepsinde laktik asit konsantrasyonu fermantasyonun ilerlemesiyle birlikte artmıştır ( $p<0,05$ ). Fermantasyon süresince laktik asit konsantrasyonundaki en fazla artış 3. günde tespit edilmiştir. Tarhana hamurlarının fermantasyonunun 7. gününde laktik asit miktarı en yüksek 1287 mg/100 g ile PFC 311 grubu tarhana hamuru örneğinde, en düşük ise 1000 mg/100g ile Kontrol 1 tarhana hamuru örneğinde tespit edilmiştir. Tarhana hamurlarının başlangıç laktik asit miktarlarının ise 119-188 mg/100g aralığında olduğu bulunmuştur (Şekil 3.8). Fermantasyonun ilk günü dışındaki diğer günlerde tarhana hamurlarının laktik asit içeriği bakımından birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Buna göre 3. günde PFC 309 suşu ilave edilen hamurda ve 7. günde ise PFC 310 ve PFC 309+311 suşlarının kullanıldığı hamur örnekleri laktik asit içeriği bakımından istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



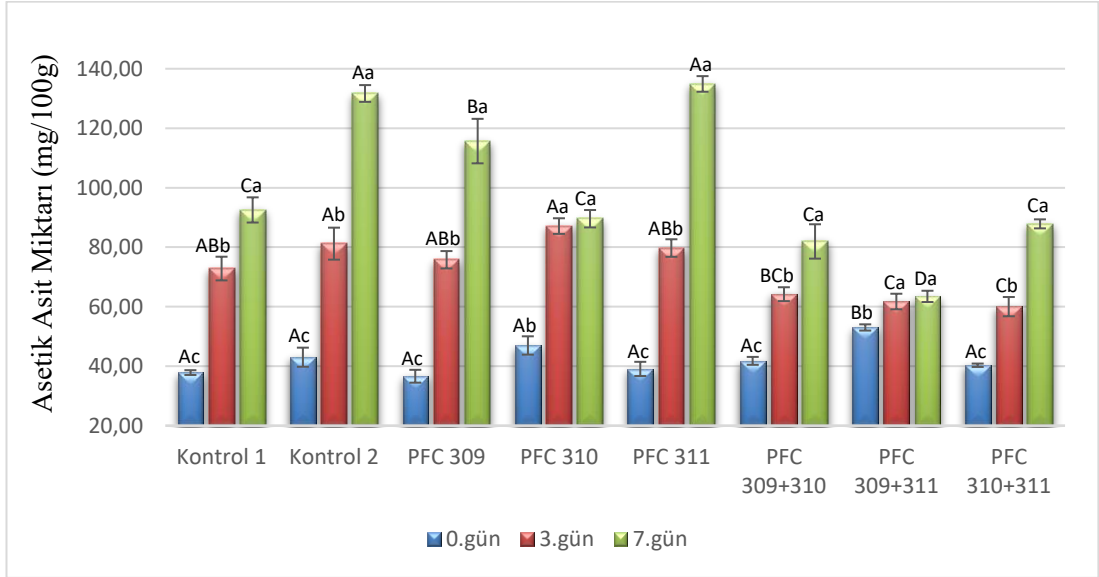
-Büyük harfler her bir fermantasyon gününde hamurlar arasında, küçük harfler ise her bir hamurun fermantasyon günleri arasındaki  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 8:** Fermantasyonun 0, 3 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen laktik asit değişimi.

Yazıcı (2016) tarafından yapılan çalışma verilerine göre toplanan ev tipi uşak tarhanalarının ortalama 994 mg/100 g, işletme tipi hamurların ise ortalama 856 mg/100 g laktik asit içerdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki ev tipi uşak tarhanalarına ait sonuçlar, gerek fermantasyona bağlı olarak laktik asit miktarının artması gerek fermantasyon günlerinde laktik asit değerlerinin benzerliğiyle bizim çalışmamızdaki sonuçları desteklemiştir. Bozkurt ve Gürbüz (2008) tarafından yapılan, kurutulmuş ve dondurulmuş tarhanaların laktik asit içeriklerinin karşılaştırıldığı çalışmada tarhana hamurlarının fermantasyonun 4. gününde laktik asit içeriklerinin çalışmamızdaki PFC 311 ve PFC 309+310 grubu tarhana hamurlarının 7. gündeki laktik asit içerikleriyle benzerlik göstermiştir. Bu çalışmada fermantasyonun başında tespit edilen laktik asit miktarlarının çalışmamızda tespit edilen laktik asit miktarlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Kumral (2015) tarafından yapılan çalışmada buğday unuyla hazırlanan tarhanalarda laktik asit miktarlarının fermantasyonun 0, 1, 2 ve 3. günlerinde sırasıyla 410, 480, 450 ve 420 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki tarhana hamur gruplarının fermantasyonun 0. gününde laktik asit içerikleri, söz konusu çalışmadaki değerlere göre düşük olduğu, 3.gün laktik asit içeriklerinin ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tarhana hamurlarında asetik asit miktarlarının, laktik asit miktarlarına kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. Asetik asit birikimi fermantasyon günlerine ve tarhana

gruplarına bağlı olarak değişim göstermiştir ( $p<0,05$ ). Tarhana hamurlarında fermantasyonun ilerleyen günlerinde asetik asit içeriğinin arttığı görülmüştür. Fermantasyonun başında 37-53 mg/100g aralığında olan asetik asit miktarları fermantasyonun sonunda en yüksek 131-134 mg/100 g olarak sırasıyla Kontrol 2 ve PFC 311 grubu tarhana örneklerinde, en düşük ise 63 mg/100 g PFC 309+311 grubu tarhana hamuru örneklerinde tespit edilmiştir. PFC 309+311 gurubu tarhana hamurunun asetik asit içeriği fermantasyon boyunca çok az artış göstermiştir. Tarhana hamurlarındaki asetik asitin büyük bir kısmı PFC 309, PFC 311 ve Kontrol 2 grubu tarhana hamuru örneklerinde 7. günde üretilirken, diğer örneklerde 3. günde üretildiği tespit edilmiştir (Şekil 3.9).



-Büyük harfler her bir fermantasyon gününde hamurlar arasında, küçük harfler ise her bir hamurun fermantasyon günleri arasındaki  $P<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 9:** Fermantasyonun 0, 3 ve 7. günlerinde tarhana hamurlarında meydana gelen asetik asit değişimi.

Magala ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu tarhana hamurlarının 6 günlük fermantasyonunda asetik asit miktarı bu çalışmadaki gibi fermantasyonun 3.gününe kadar artış göstermiştir. Fakat fermantasyon boyunca ölçülen asetik asit miktarları 0. günde 4,6 mg/100g ve 3. günde 11,8 mg/100g şeklinde olduğu için çalışmamızdaki sonuçlara göre çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Kumral (2015) tarafından yapılan çalışmada fermantasyonun ilerleyen günlerinde asetik asit artışı çalışmamızla uyumlu bulunurken, tarhanalara ait asetik asit miktarlarının bu çalışmanın sonuçlarından yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Yazıcı (2016) tarafından yapılan çalışmada Uşak tarhanası hamurlarında asetik asit miktarının, laktik

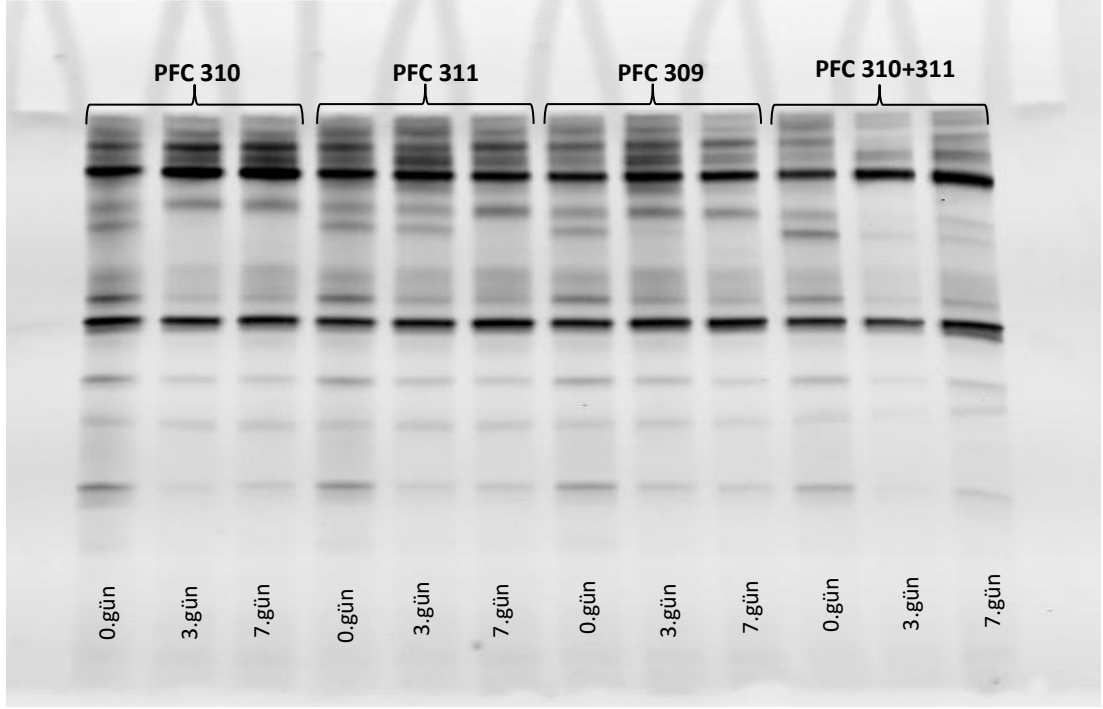


asit miktarlarına kıyasla düşük olduğunu ve fermantasyonun sonunda en düşük asetik asit içeriğinin 144 mg/100 g ile ticari ölçekli üretilen G örneğine ait olduğu bildirilmiştir.

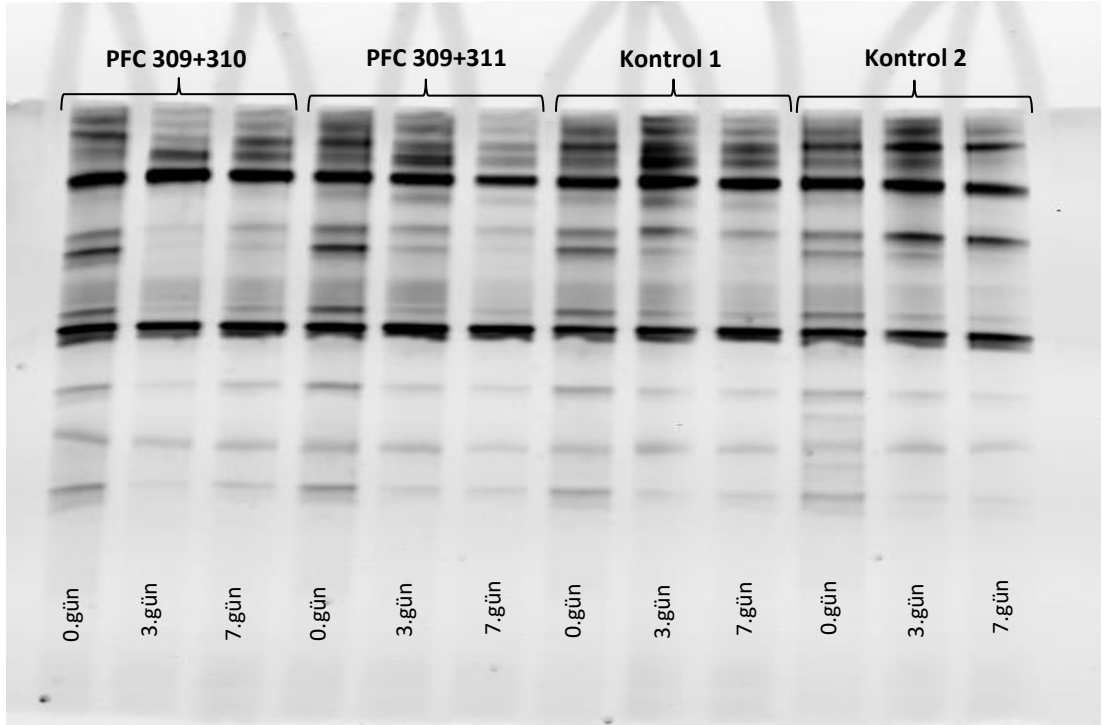
### 3.4 Tarhana Hamurlarının LAB Çeşitliliği

Çalışmada Denatüre Gradyent Jel Elektroföresi (DGGE) yardımı ile tarhana hamurlarının 0, 3 ve 7. fermantasyon günlerinde LAB çeşitliliğinin değişimi izlenmiştir. Belirtilen fermantasyon günlerinde alınan hamur örneklerinden bakteri genomik DNA'ları izole edilmiş ve 16S rDNA V3 bölgesi çoğaltılmıştır. %25-50 oranında denaturant içerecek şekilde hazırlanan %8'lik poliakrilamid jelde yürütülerek görüntülenmiştir. Tarhana hamurlarından fermantasyonun 0, 3 ve 7. günlerinde alınan örneklerden izole edilen bakteri genomik DNA'larının 16S rDNA V3 bölgesi PZR ürünlerinin gradient jel üzerindeki göç yerleri Şekil 3.10 ve 3.11'de gösterilmiştir.

Şekil 3.10 ve 3.11 incelendiğinde, fermantasyonun 0. gününde tüm hamur gruplarının LAB tür çeşitliliğinin en fazla olduğu, fermantasyonun ilerleyen günlerinde ise hamurda artan asitliğe bağlı olarak LAB tür çeşitliliğinin azaldığı gözlenmiştir. Kontrol 1 ve 2 tarhana gruplarının LAB flora çeşitliliğinin suş ilaveli tarhana gruplarına göre benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu benzerlik göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda tarhana üretiminde kullanılan suşların tarhananın doğal LAB florasında bir değişime neden olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç çalışmada kullanılan *L. plantarum* suşlarının refekatçi floradaki diğer suşların gelişimini baskılamadığına işaret etmiştir.



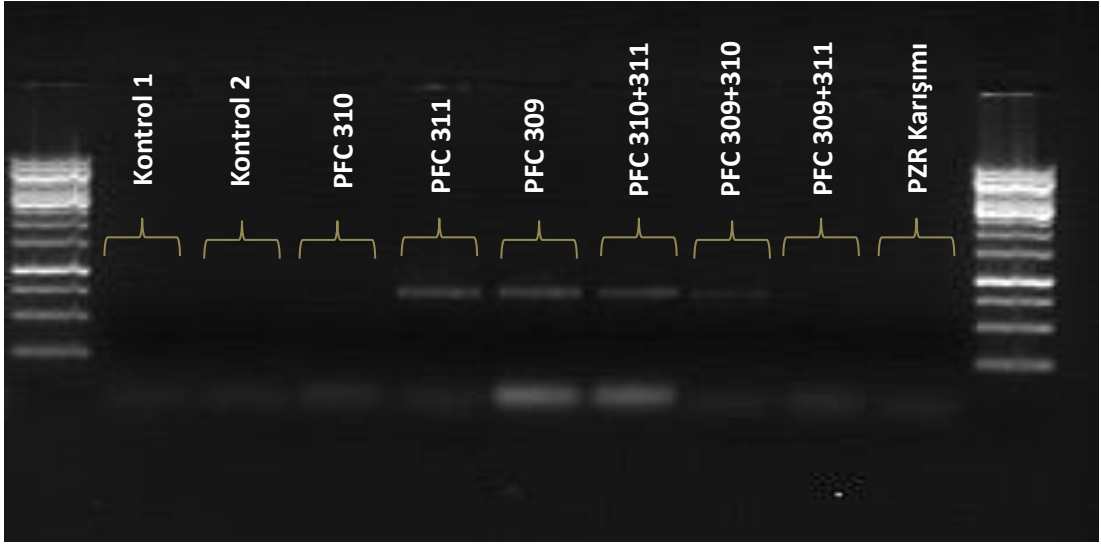
**Şekil 3. 10:** PFC 310, PFC 311, PFC 309 ve PFC 310+311 tarhana hamuru örneklerinin 0, 3 ve 7. günlerdeki DGGE profili.



**Şekil 3. 11:** PFC 309+310, PFC 309+311 tarhana hamuru ve Kontrol 1 ve 2 tarhana hamuru örneklerinin 0, 3 ve 7. günlerdeki DGGE profili.

### 3.5 Hazırlanan Tarhana Hamurlarında *epsA* Geninin İfadesi

Çalışmada kapsamında EPS üreticisi *L. plantarum* suşlarının tarhana hamuru ortamında EPS üretimiyle ilişkili genlerinin ifadesi Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Herbir hamurun 3. Gününde alınan Kontrol 1, Kontrol 2, PFC 310 ve PFC 309+311 örneklerde *epsA* genin ifadesine ilişkin bir DNA bandı izlenmemiştir. PFC 311, PFC 309, PFC 310+311 ve PFC 309+310 örneklerinde ise *epsA* geninin tarhana hamuru ortamında ifade edildiğini gösteren yaklaşık 750 bp büyüklüğünde DNA bandı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar PFC 311 ve PFC 309 suşlarının hamur ortamında EPS üretebildiklerini kanıtlamıştır.



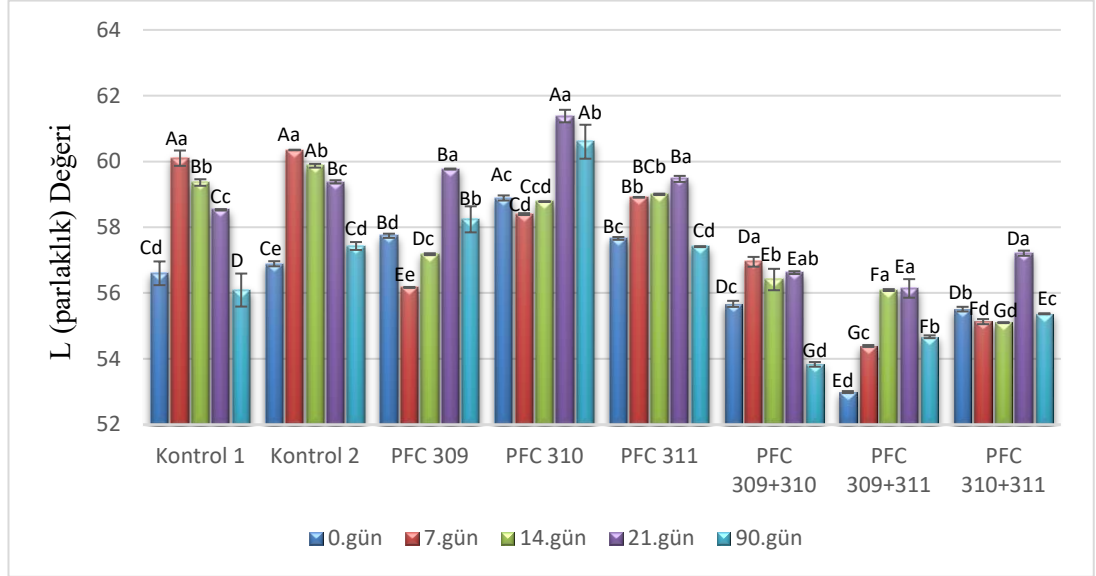
Şekil 3. 12: Tarhana hamurlarına ait fermantasyonun 3. günündeki EPS üretimiyle ilişkili *epsA* geninin DNA fragmentleri.

### 3.6 Kurutulmuş Tarhanaların Renk Özellikleri ve Depolamadaki Değişimi

EPS üreticisi *L. plantarum* suşlarının kurutulmuş ve öğütülmüş tarhana örneklerinin depolama boyunca renk özelliklerine etkisi de araştırılmıştır. Bunun için depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerinde alınan kuru tarhana örneklerinin L, a ve b değerleri belirlenmiştir. Ulaşılan sonuçlar Şekil 3.13, 3.14 ve 3.15’de gösterilmiştir.

Depolama boyunca tüm kuru tarhana örneklerinin L (parlaklık) değerinde genel olarak artış olmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolamanın ilk gününde en düşük L değeri PFC

309+311 tarhana örneğinde; en yüksek L değeri PFC 310 tarhana örneklerinde tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama sonunda ise yine en yüksek L değeri PFC 310 tarhana örneğinde ölçülmüştür. Bu sonuç PFC 310 grubu tarhana örneğinin depolamanın sonunda diğer tarhana örneklerine göre en açık renge sahip tarhana örneği olduğunu göstermiştir ( $p<0,05$ ).



-Büyük harfler her bir depolama gününde kuru tarhana örnekleri arasında, küçük harfler ise her bir tarhana örneğinin depolama günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

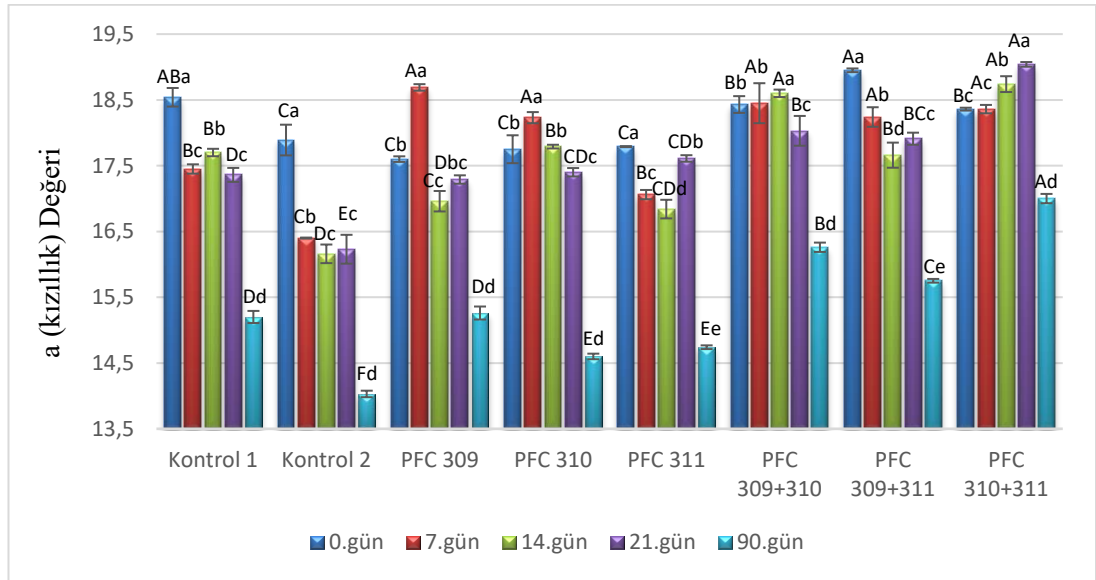
**Şekil 3. 13:** Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki L değeri.

Depolamanın sonunda en düşük L değerine sahip PFC 309+310, PFC 309+311 ve PFC 310+311 grubu tarhanaların en koyu renge sahip tarhanalar olduğu gözlenmiştir. Kontrol 1 ve 2 tarhana örneklerinin L değerinde depolamanın 7. gününde hızlı bir artış olmakla beraber 14, 21 ve 90. günlerde düşüş gözlenmiştir. (Şekil 3.13). Kontrol gruplarının L değeri tek suş ilaveli tarhanalardan düşük, çift suş kombinasyonlarıyla üretilen tarhana gruplarından yüksek bulunmuştur.

Tosun (2016) tarafından yapılan çalışmada EPS üreticisi ve ticari tereyağı kültürleriyle gerçekleştirdiği tereyağ üretiminde en düşük L değerinin yani en koyu rengin EPS üreticisi suş ilaveli tereyağına ait olduğunu tespit etmiştir. Esimek (2010) tarafından yapılan çalışmada 12 numaralı ev üretimi tarhanaya ait L değeri 60,6 olup çalışmamızdaki L değerlerine en yakın değer olduğu belirlenmiştir. Öney (2015) tarafından yapılan bayat ekmeklerle instant tarhana üretiminin amaçlandığı çalışmada

ölçülen ortalama L değeri 76,06 ile çalışmamızdaki değerlere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tarhana örneklerinde depolama süresine ve tarhana gruplarına bağlı olarak a (kızılılık) değerleri bakımından fark tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Depolama boyunca PFC 310+311 grubu tarhana örneğinin a değerinde bir artış söz konusuken diğer tarhana örneklerinde genel olarak bir azalma meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ). PFC 310+311 grubu tarhana örneğinin depolamanın 90. gününde 17,00 ile en yüksek a değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç depolamanın sonunda en kırmızı renge PFC 310+311 grubu tarhananın sahip olduğunu göstermiştir.



-Büyük harfler her bir depolama gününde kuru tarhana örnekleri arasında, küçük harfler ise her bir tarhana örneğinin depolama günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

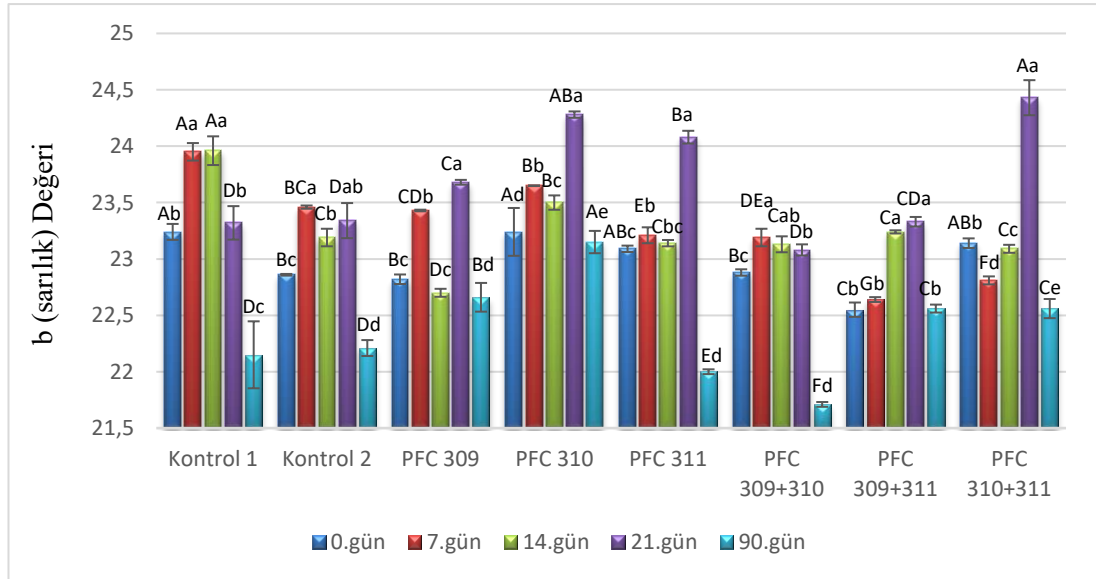
**Şekil 3. 14:** Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki a değeri.

Kontrol 2 grubu tarhana örneğinin a değeri depolama boyunca en hızlı düşüşü gösteren tarhana olup depolamanın başında 17,89 olan a değeri 90.günde 14,03'e kadar düştüğü tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). PFC 309 suş ilaveli tarhana örneğinde ise a değeri depolamanın 7.gününde artış göstererek 18,69 ulaştıktan sonra 14.günden itibaren düşmeye başlamış ve 90.günün sonunda a değeri 15,26 olarak tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ) (Şekil 3.14).

Taşoğulları (2017) tarafından kurutulmuş ve paketlenmiş tarhanaların kalitesine ışınlamanın etkisi üzerine yürüttüğü çalışmada kontrol grubu tarhanalarının

a değerleri depolamaya bağlı olarak depolamanın 0. ayında 15,84, 2. ayında ise 17,66 olarak tespit edilmiştir.

Tarhana örneklerinin hepsinde depolama sürelerine bağlı olarak b (sarılık) değerinde genel olarak artış meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ). Tarhana gruplarında 90. günde b değerleri 21,71-23,15 aralığında olup ( $p<0,05$ ) en yüksek b değerinin PFC 310 grubu tarhana örneğine ait olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3.15). Depolamanın sonunda en az sarılığa sahip PFC 309+310 grubu tarhananın olduğu, gerek a değerleri gerekse L değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde, PFC 309+310 ve PFC 310+311 tarhana gruplarının en koyu ve en kırmızı tarhana özelliğine sahip tarhanalar olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar EPS üreticisi *L. plantarum* suşlarının tarhananın depolanması sürecindeki renk kayıplarını engellediğine işaret etmiştir. Özellikle EPS üreticilerinin birlikte kullanıldığı tarhanalarda rengin bariz bir şekilde korunduğu görülmüştür. Muhtemelen tarhana hamuru ortamında üretilen EPS'ler renk pigmentleri üzerinde oksijen ve ışık gibi çevresel faktörlerin olumsuz etkisini azaltmıştır.



-Büyük harfler her bir depolama gününde kuru tarhana örnekleri arasında, küçük harfler ise her bir tarhana örneğinin depolama günleri arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Şekil 3. 15: Kurutulmuş tarhana örneklerin depolamanın 0, 7, 14, 21 ve 90. günlerindeki b değeri.

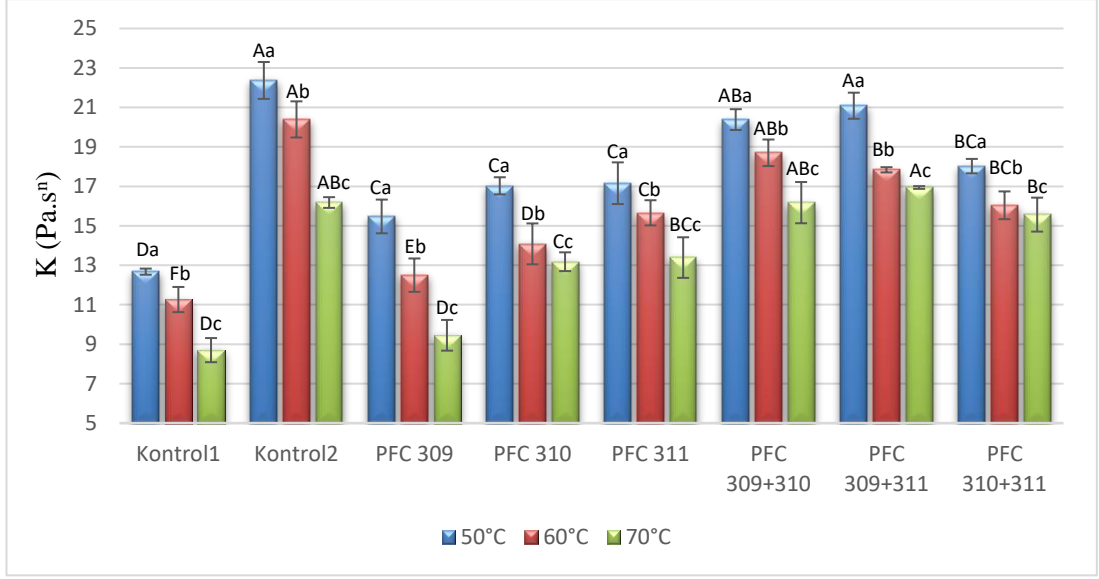
Taçoğulları (2017) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu tarhanaların b değerleri depolamanın 0 ve 2. aylarında sırasıyla 19,92-20,80 olduğu bildirilmiş ve çalışmamızdaki kontrol grupları dahil tüm grupların b değerleri bu çalışmaya göre

yüksek olduğu tespit edilmiştir. Esimek (2010) tarafından yapılan çalışmada ev üretimi ve ticari ölçekli üretilmiş tarhana örneklerinden 5, 7, 8, 14, T1, T2 ve T3 kodlu olanların b değerlerinin bu çalışmadaki b değerleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Kıtan (2017) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu tarhananın b değeri 22,6 ile çalışmamızda yer alan PFC 309+311 grubu tarhananın depolamanın 0. günündeki b değerine oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir.

### **3.7 Kuru Tarhanalardan Hazırlanan Çorbaların Reolojik Özellikleri**

Kurutulmuş ve öğütülmüş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait üç farklı analiz sıcaklığında (50, 60 ve 70°C) Brookfield programmable DV-II+ (Middleboro, Massachusetts, USA) viskozimetreyle ölçülen akışkanlık katsayıları (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri tespit edilmiştir.

Tarhana örneklerinde K (Pa.s<sup>n</sup>) değerlerinin uygulanan analiz sıcaklıklarına göre değişim gösterdikleri belirlenmiştir (p<0,05). Nitekim çorbalara uygulanan analiz sıcaklığı arttıkça tarhana çorbalarının akışkanlık katsayı değerlerinde bir azalma meydana gelmiştir. Ayrıca her bir analiz sıcaklığında tarhana çorbaları arasında K değerleri bakımından önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Genel olarak incelendiğinde üç farklı analiz sıcaklığında da (50, 60 ve 70 °C) en yüksek K (Pa.s<sup>n</sup>) değerine Kontrol 2 örneği; en düşük K (Pa.s<sup>n</sup>) değerine ise Kontrol 1 örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer tarhana çorbalarının K değeri ise bu iki grubun K değerleri arasında yer almıştır (p<0,05). İki farklı suşun kombinasyonu şeklinde suş ilavesi ile hazırlanan tarhana çorbalarının K değerleri tekli suş ilavesi ile hazırlanan tarhana çorbalarının K değerlerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 3.16). Bu durumun EPS üreticisi suşlarla üretilen tarhanalarda LAB tarafından üretilen EPS'lerin miktarlarına bağlı olarak su tutma kapasiteleri ve viskoziteyi arttırmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



-Büyük harfler her bir analiz sıcaklığındaki tarhana çorbaları arasında, küçük harfler ise her bir tarhana çorbasının analiz sıcaklıkları arasındaki  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

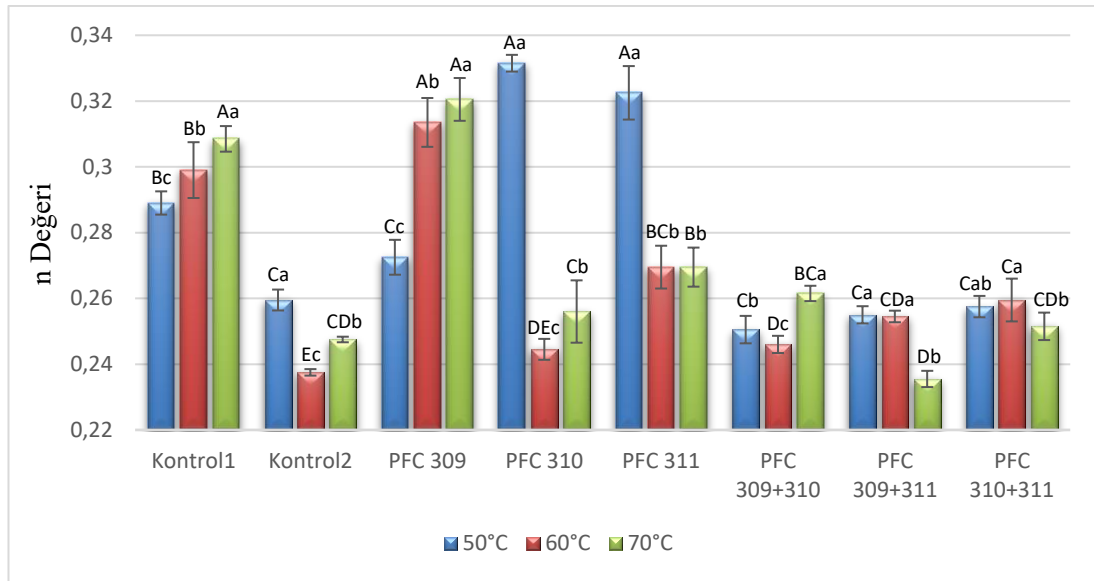
**Şekil 3. 16:** Kurutulmuş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait üç farklı sıcaklıktaki (50, 60 ve 70°C) akışkanlık katsayıları (K).

Serin (2016) tarafından yapılan çalışmada EPS üretici suşlardan elde ettiği EPS'leri buğday suyu ve distile suyun viskozitesine etkisini araştırmış ve EPS içeren buğday suyu ve distile suyun kontrol gruplarına göre daha viskoz olduğunu bildirmiştir. Dağ (2016) tarafından buğday suyuyla yapılan çalışmada, *Lactococcus lactis* (A47) suşu eklenmiş buğday suyunun viskozitesi 0,018 Pa.s, *Leuconostoc citreum* (A31), *Lactobacillus paracasei* (E8), *Lactobacillus coryniformis* (C55) ve *Pediococcus parvulus* (E42) suşları eklenmiş buğday suyu örneklerinde de benzer viskozite değerleri elde edildiğini ve 0,003 Pa.s viskozite değeri ile EPS eklenmemiş buğday suyunun en düşük viskoziteye sahip olduğunu rapor etmiştir. Li ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada *L. plantarum* 70810 suş ilavesinin soya sütünün viskozitesini, *L. rhamnosus* 6005 ve bir ticari yoğurt kültürü olan DVS YC-X11'na göre daha çok arttırdığını ve en düşük viskoziteye katkısız soya sütünün sahip olduğunu tespit etmiştir.

Işık (2013) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu tarhananın 70°C analiz sıcaklığında K değerinin 4,53 Pa.s<sup>n</sup> olduğu tespit edilmiştir. Bu değer çalışmamızdaki katkısız Kontrol 1 grubu tarhananın K değerinden oldukça düşüktür. Çelik ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışmada maya ilaveli tarhana hamurlarının viskozitesinin diğer tarhanalara göre daha yüksek olduğunu rapor edilmiş ve bu sonuç



çalışmamızdaki ekşi hamur ilaveli tarhananın viskozitesinin diğer tarhana gruplarından yüksek bulunmasını desteklemiştir.



-Büyük harfler her bir analiz sıcaklığındaki tarhana çorbaları arasında, küçük harfler ise her bir tarhana çorbasının analiz sıcaklıkları arasındaki  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

**Şekil 3. 17:** Kurutulmuş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait üç farklı sıcaklıktaki (50, 60 ve 70°C) akış davranış indeksi (n) değerleri.

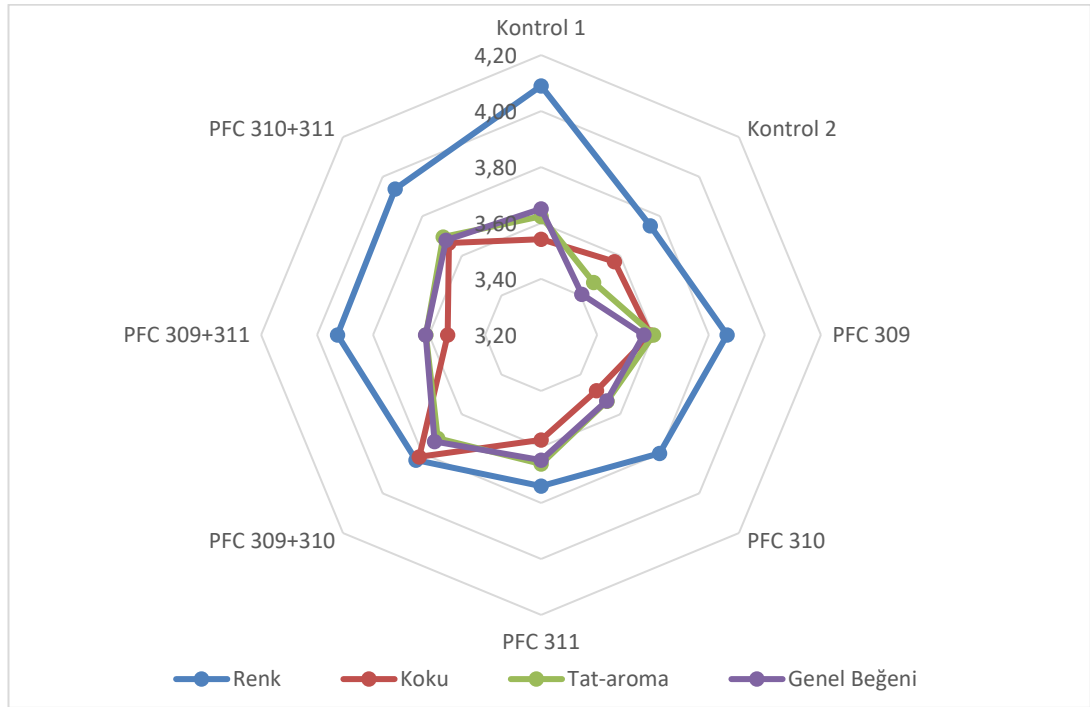
Tüm tarhana gruplarının akış davranış indekslerinin (n) sayısal olarak birbirlerine yakın değerlerde olduğu ancak hem analiz sıcaklığına hem de tarhana gruplarına bağlı olarak istatistiksel farklılıklara ( $p < 0,05$ ) sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışmada tarhanaların n değerleri 1'den küçük olduğu için psödoplastik davranış özelliği göstermektedir. Uygulanan tüm sıcaklık değerlerinde tarhana hamurları arasında en düşük n değeri *L. plantarum* suşlarının ikili kombinasyonla kullanıldığı PFC 309+310, PFC 309+311 ve PFC 310+311 tarhana örneklerinde saptanmıştır. Tarhana örneklerinin n değerinde sıcaklığa bağlı olarak anlamlı bir değişim bulunamıştır (Şekil 3.17).

Dağ (2016) çalışmasında katkısız buğday suyunun 0,0025 ile en düşük n değerine sahip olduğunu ve 0,466 n değeriyle en yüksek değere sahip A47 suş ilaveli buğday suyunun olduğunu, EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun akış davranış indekslerinin 1'den küçük bulunmasının da psödoplastik davranışı desteklediğini bildirmiştir.

### 3.8 Kuru Tarhanadan Hazırlanan Çorbaların Duyusal Özellikleri

64 panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal analize ait renk, koku, tat-aroma ve genel beğeni parametrelerinin sonuçları Şekil 3.18’de, asitlik ve kıvam parametrelerinin sonuçları Şekil 3.19’da verilmiştir.

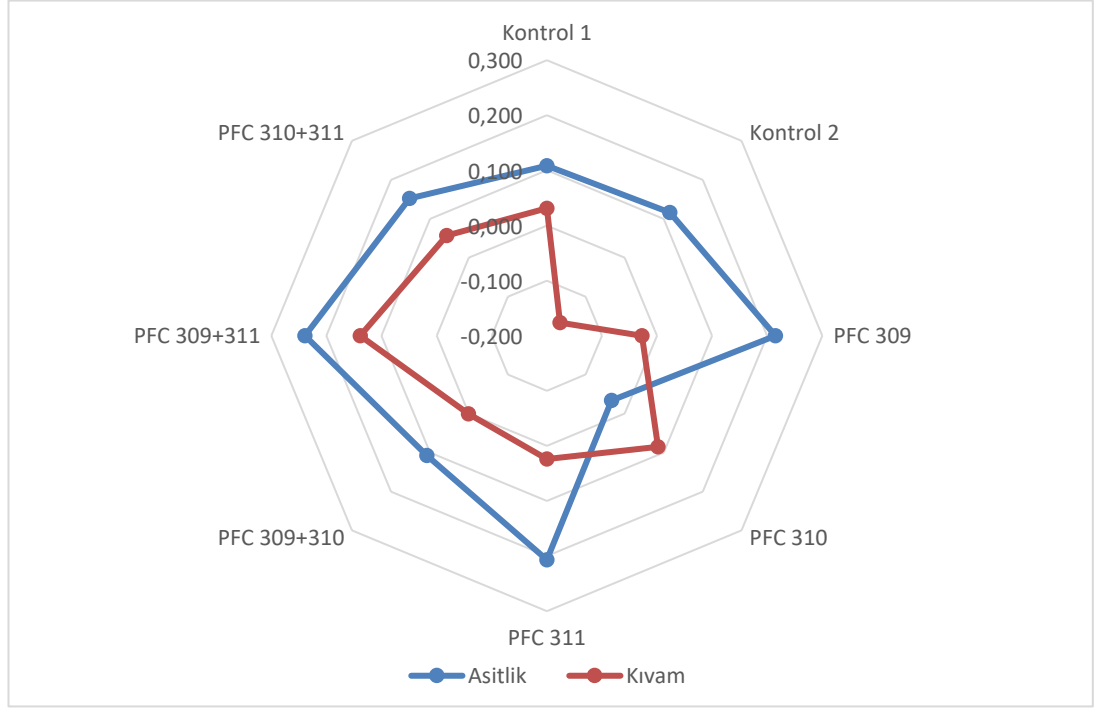
Panelistler renk, koku, tat-aroma ve genel beğeni duyusal parametrelerine 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (iyi) ve 5 (çok iyi) şeklinde puanlama yapmıştır. Panelistlerin gerçekleştirdiği duyusal analizde duyusal parametrelere göre tarhana grupları arasında istatistiksel fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Renk bakımından Kontrol 1 örneği en fazla beğenilmiş, bunu PFC 309+311 ve PFC 310+311 örnekleri takip etmiştir. Koku ve tat-aroma bakımından en yüksek puanlar sırasıyla PFC 309+310 ve PFC 310+311 tarhana çorbalarına verilmiştir ( $p>0,05$ ). Tat-aroma bakımından Kontrol 2, koku bakımından ise PFC 310 en az beğenilen tarhana çorbası örnekleri olmuştur.



Şekil 3. 18: Tarhana çorbalarının duyusal analiz (renk, koku, tat-aroma ve genel beğeni) sonuçları.

Panelistler asitlik ve kıvam duyusal parametrelerine -2’den +2’ye kadar puan vermiştir ve sıfıra en yakın puanı alan tarhana çorbaları ideale yakın olarak kabul edilmiştir. Asitlik ve kıvam bakımından tarhana çorbaları arasında istatistiksel fark

bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Asitlik bakımından en ideal tarhana çorbası PFC 310 olarak değerlendirilirken, diğer örneklerin asitlik özellikleri kısmen fazla bulunmuştur. Diğer taraftan kıvam açısından PFC 309, PFC 311 ve PFC 309+310 tarhana çorbaları ideale yakın bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Panelistlerin genel beğenisi sorgulandığında, PFC 309+310 ve PFC 310+311 örnekleri en fazla beğenilmiştir.



**Şekil 3. 19:** Tarhana çorbalarının duyu analizi (asitlilik ve kıvam) sonuçları.

Duyu analizi sonuçları topluca değerlendirildiğinde PFC 309+310 ve PFC 310+311 tarhana çorbaları en fazla beğenilmiştir. Bu sonuç söz konusu suşların tarhana hamurunda EPS üretebildiklerini ve panelistler tarafından duyu olarak algılandığını göstermiştir.

PFC 309+310 ve PFC 310+311 çorbaları diğer duyu özellikleri bakımından en yüksek puanları alması nedeniyle söz konusu çorbaların hazırlanmasında kullanılan *L. plantarum* PFC 309, PFC 310 ve PFC 311 suşlarının kombine olarak üretimde kullanılması duyu özellikleri bakımından beğenilen tarhanaların üretilmesini sağlayacaktır.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tarhanadan izole edilen laktik asit bakterileri (LAB) arasından en iyi ekzopolisakkarit (EPS) üreticisi olduğu belirlenen üç farklı *L. plantarum* suşuyla tarhana üretimi gerçekleştirilmiş ve EPS'nin sağlık ve kıvam özelliklerinden faydalanarak fonksiyonel bir gıda üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla iyi EPS üreticisi olduğu tespit edilmiş olan Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Kültür Koleksiyonundan seçilen suşlarla üretimi gerçekleştirilen tarhana hamuru örnekleri, fermantasyon boyunca temel mikrobiyolojik analizler, pH ve asitlik gibi fizikokimyasal analizler, organik asit miktarı, mikroflora, EPS üretimiyle ilgili gen varlığı gibi analizler ile kurutulduktan ve öğütüldükten sonra renk, reoloji ve duyu analizlere tabi tutulmuştur.

- 1) Bu çalışmada elde edilen mikrobiyolojik bulgulara göre ekşi hamur ilaveli ve katkısız kontrol grubu tarhana hamurlarının TAMB ve LAB sayıları fermantasyonun 0. gününde ortalama 5,30 log kob/g, suş ilaveli tarhana hamuru gruplarının ise ortalama 7,10 log kob/ g olarak tespit edilmiştir. Kontrol gruplarının daha düşük TAMB ve LAB içeriğine sahip olmasının nedeni doğal mikrofloralarındaki mikroorganizma yükünün,  $10^7$  kob olacak şekilde suş ilave ettiğimiz tarhana hamurlarından daha az olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Fermantasyonun son günündeki maya-küf sayısında, tarhanaya ekşi hamur ilavesinin 0,5 logaritma ve suş ilavesinin yaklaşık 1 logaritma artışa neden olduğu belirlenmiştir.
- 2) Tarhana hamuru örneklerine ekşi hamur ve suş ilavesiyle kontrol grubuna göre diğer tarhana hamurlarının pH ve asitlik değerlerinde bir değişiklik söz konusu olmamıştır. Tarhana hamurlarının hepsinin pH değerleri, laktik asit fermantasyonundan dolayı meydana gelen laktik asit nedeniyle fermantasyon boyunca 4,66-4,95 aralığındaki değerlerden 3,66-3,72 aralığındaki değerlere düştüğü tespit edilmiştir. Yine bu nedenle tarhanaların asitlik değerlerinde artış meydana gelmiş ve fermantasyon boyunca 5,90-7,20 aralığında olan asitlik sayısı değerleri 15-20-17,95 değerlerine kadar yükselmiştir. Tarhanadaki LAB ve diğer mikroorganizmalar tarafından üretilen laktik asit ve asetik asit miktarı en yüksek PFC 311 suş ilaveli tarhana hamurunda tespit edilmiştir. Bu durumun toplam asitliğe yansımaması, tarhanada bulunan diğer organik

asitlerin miktarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. pH ve asitlik değerlerinin tüm tarhana hamuru örneklerinde benzer olması, suş ilavesinin tarhana örneklerinin fizikokimyasal özellikleri üzerinde etkili olmadığı ve tarhana üretiminde bu suşların kullanılmasının bu açıdan uygun olabileceği düşünülmektedir.

- 3) Bu çalışmada en dikkat çekici sonuçlar reolojik analizlerde elde edilmiş olup bunun sebebinin EPS üreticisi suş ilavesinin tarhana hamurunun viskozitesini arttırdığı yönündeki bulgulardan kaynaklanmaktadır. Her bir tarhana örneğinin akışkanlık katsayısı (K) değeri reoloji analiz sıcaklığının artışıyla azalsa da, EPS üreticisi suşların ikili kombinasyonlar şeklinde kullanılması sonucu tarhananın K değeri yaklaşık 1,5 kat artmıştır. Üretimde tek başına kullanılan EPS üreticisi suşlar ise yaklaşık 1 kat K değerini arttırmıştır. Ekşi hamur ilavesinin tarhananın K değerinde 1,8 kat arttırmasının sebebi ise ekşi hamurun doğası gereği doğal mikroflorasıyla beraber çok farklı sayıda ve çeşitlilikte EPS üreticisi laktik suş getirmesiyle açıklanabilmektedir. EPS üreticisi laktik suşların kullanımının tarhananın kıvamını arttırırken fizikokimyasal özellikleri üzerine etki etmemesi, ileride tarhananın endüstriyel ölçekli üretimlerinde çirşlenmeyle tarhananın kıvamına katkı sağlayan unun kullanım miktarlarının azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
- 4) Kuru tarhananın depolama boyunca kendine özgü rengini kaybetmesi tüketiciler tarafından arzu edilmeyen bir durumdur. Oldukça viskoz ve yapışkan özellikteki EPS'lerin tarhanadaki renk pigmentlerine tutunarak, kuru tarhanaların depolanması boyunca kendine has renginin korunmasına çözüm olabilecektir. Bu bağlamda gerçekleştirilen renk analizlerinde EPS üreticisi suşların ikili kombinasyon şeklindeki ilavesi tarhananın L (parlaklık) değerlerini düşürdüğü; fakat tarhana için önemli olan a (kıızılık) değerinin depolama boyunca korunmasına yardımcı olduğu belirlenmiştir. Tarhanaların b (sarılık) değerleri depolama boyunca birbirinden çok farklı değerlerde seyretmiştir.
- 5) Mikroflora analizi ile tarhanaların laktik asit bakterisi mikroçeşitliliği izlenmiş ve EPS üretimiyle ilişkili eps A gen varlığı analizi ile PFC 309, PFC 311, PFC 309+310 ve PFC 310+311 suş ve suş kombinasyonlarının ilave edildiği tarhanalarda fermantasyonun 3. gününe kadar EPS üretimi için önem arz eden eps A geninin korunduğu ve ilerleyen günlerde de varlığı tespit edilmiştir.

- 6) PFC 309+310 ve PFC 310+311 tarhanalarının duyusal parametreler bakımından en çok beğenilen örnekler olduğu görülmüştür. Buna göre *L. plantarum* PFC 309, PFC 310 ve PFC 311 suşları tarhana üretiminde duyusal özelliklerin geliştirilmesi yönünde starter kültür olarak kullanılabilceği önerilebilir.

Son olarak, bu çalışmadaki tüm analiz sonuçları göz önünde bulundurularak; EPS üreticisi suşların ürettiği EPS'lerin tarhanaya sağladığı kıvam, koku, tat-aroma, asitlik özellikleri sayesinde endüstriyel üretiminde de bu suşların kombine starter kültür olarak kullanılabilceği ve son ürünün tüketiciler tarafından beğenilerek tüketilebileceği sonucuna varılmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

Akalın, S. A., Ve Gönç, S., “Katı Kıvamlı Yoğurdun Reolojik Ve Duyusal Özellikleri, Aroma Maddeleri Ve Starter Bakteri Sayıları Üzerine Viskoz Kültürlerin Etkisi”, *Gıda Dergisi*, 24, 319-325, (1999).

Akbaş, Ş., Coşkun, H., “Tarhana Üretimi Ve Özellikleri Üzerine Bir Değerlendirme” Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, (2006).

Amund, O.D., “Exploring The Relationship Between Exposure To Technological And Gastrointestinal Stress And Probiotic Functional Properties Of *Lactobacilli* and *Bifidobacteria*”, *Can. J. Microbiol*, 62, 715-725, (2016).

Anonim, TS 2282 Tarhana Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2004).

Ayyash, M., Abu-Jdayil, B., Hamed, F., Shaker, R., “Rheological, Textural, Microstructural And Sensory İmpact Of Exopolysaccharide-Producing *Lactobacillus plantarum* Isolated From Camel Milk On Low-Fat Akawi Cheese”, *LWT - Food Science and Technology*, 87, 423-431, (2018).

Badel, S., Bernardi, T., Michaud, P., “New Perspectives For *Lactobacilli* Exopolysaccharides”, *Biotechnology Advances*, 29, 54–66, (2011).

Behare, P.V., Rameshwar, S., Kumar, M., Prajapati, J.B., Singh, R.P., “Exopolysaccharides Of Lactic Acid Bacteria: A Review”, *J Food Sci Technol*, 46(1), 1–11, (2009).

Bengoa, A.A., Llamas, M.G., Iraporda, C., Duenas, M.T., Abraham, A.G., Garrote, G.L., “İmpact Of Growth Temperature On Exopolysaccharide Production And Probiotic Properties Of *Lactobacillus paracasei* Strains Isolated From Kefir Grains”, *Food Microbiology*, 69, 212-218, (2018).

Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E.N., Türker, S., Ertaş, N., İbanoğlu, S., “Effect Of Wheat Germ/Bran Addition On The Chemical, Nutritional And Sensory

Quality Of Tarhana, A Fermented Wheat Flour-Yoghurt Product”, *Journal Of Food Engineering*, 77, 680–686, (2006).

Bozkurt, O., Gürbüz, O., “Comparison Of Lactic Acid Contents Between Dried And Frozen Tarhana”, *Food Chemistry*, 108, 198–204, (2008).

Brandt, M., Roth, J.K., Hammes, W.P., “Effect Of An Exopolysaccharide Produced By *Lactobacillus sanfranciscensis* LTH1729 On Dough And Bread Quality”, in L De Vuyst Sourdough From Fundamentals To Applications (P 80), Brussels, Vrije Universiteit Brussel, (2003).

Brandt, M.J., “Starter cultures for cereal based foods”, *Food Microbiol*, 37, 41-3, (2014).

Broadbent, J.R., McMahan, D.J., Oberg, C.J., Welker, D.L., “Use Of Exopolysaccharide-Producing Culture To Improve The Functionality Of Low Fat Cheese”, *Int Dairy J*, 11, 433-439, (2001).

Bujalance, C., Jiménez-Valera, M., Moreno, E., Ruiz-Bravo, A., “A Selective Differential Medium For *Lactobacillus plantarum*”, *Journal of Microbiological Methods*, 66, 572–575, (2006).

Caggianiello, G., Kleerebezem, M., Spano, G., “Exopolysaccharides Produced By Lactic Acid Bacteria: From Health-Promoting Benefits To Stress Tolerance Mechanisms”, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 3877-3886, (2016).

Coşkun, F., “Tarhananın Tarihi Ve Türkiye’de Tarhana Çeşitleri”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3), 69-79, (2014).

Çekal, N., Aslan B., “Gastronomik Bir Değer Olarak Tarhana Ve Coğrafi İşaretlemede Tarhananın Yeri Ve Önemi”, *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 124-135, (2017).

Çelik, I., Işık, F., Şimşek, Ö., Gürsoy, O., “The Effects Of The Addition Of Baker’s Yeast On The Functional Properties And Quality Of Tarhana, A Traditional Fermented Food”, *Czech Journal Food Science*, 23 (5), 190-195, (2005).



Dağ, S., “Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen Ekzopolisakkaritlerin Buğday Suyu Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bölüm Dalı, İstanbul, (2016).

Dağlıoğlu, O., “Tarhana As A Traditional Turkish Fermented Cereal Food”, *Its Recipe, Production and Composition. Nahrung.* 44, 85 – 88, (2000).

Deegan, L.H., Cotter, P.D., Hill, C., Ross, P., “Bacteriocins: Biological Tools For Bio-Preservation And Shelf-Life Extension”, *International Dairy Journal*, 16, 1058–1071, (2006).

De Vuyst, L., Degeest, B., “Heteropolysaccharides From Lactic Acid Bacteria”, *FEMS Microbiology Reviews*, 23, 153-177, (1999).

Dinçer, E., Kıvanç, M., Karaca, H., “Biyokoruyucu Olarak Laktik Asit Bakterileri ve Bakteriyosinler”, *Gıda Dergisi*, 35, 55-62, (2009).

Doco, T., Wieruszkeski, J. M., Fournet, B., Carcano, D., Ramos, P., Loones, A., “Structure Of An Exocellular Polysaccharide Produce By *Streptococcus thermophilus*”, *Carbohydrate Research*, 198, 313-321, (1990).

Doğan İ.S., Akbaş Ö., Tunçtürk Y., “Yağı Azaltılmış Kek Üretiminde Ekzopolisakkarit Kullanımı”, *Gıda Dergisi*, 37(3), 141- 148, (2012).

Ekinci, R., Kadakal, Ç., “Determination Of Seven Water-Soluble Vitamins In Tarhana, A Traditional Turkish Cereal Food, By High-Performance Liquid Chromatography”, *Acta Chromatographica*, 15, (2005).

Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M.K., “Microbiological And Chemical Propertiesof Tarhana During Fermentation And Storage As Wet Sensorial Propertiesof Tarhana Soup”, *Lebensm-Wiss.U-Technol*, 38, 409-416, (2005).

Erbaş, M., Uslu, M.K., Erbaş, M.O., And Certel, M., “Effects Of Fermentation And Storage On The Organic And Fatty Acid Contents Of Tarhana, A Turkish Fermented Cereal Food”, *Journal Of Food Composition And Analysis*, 19, 294–301, (2006).

Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., Köksel, H., “A New Approach For The Utilization Of Barley İn Food Products: Barley Tarhana”, *Food Chemistry*, 97, 12-18, (2006).

Esimek, H. “Determination Of Dietary Fiber Content And Antioxidant Properties Of Tarhana”, M.Sc. Thesis, İnönü University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, (2010).

Evren, M., Apan, M., Tutkun, E., Evren, S., “Geleneksel Fermente Gıdalarda Bulunan Laktik Asit Bakterileri”, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 9 (1), 11-17, (2011).

Feldmane, J., Semjonovs, P., Ciprovica, I., “Potential of Exopolysaccharides in Yoghurt Production”, *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 7(8), (2013).

Florou-Paneri, P., Christaki, E., Bonos, E., “Lactic Acid Bacteria As Source Of Functional İngredients. Lactic Acid Bacteria”, R & D For Food, Health And Livestock Purposes, Intechopen, Rijeka, Croatia, 589–614, (2013).

Funda, E.G., “Ülkemizde Tüketilen Tarhanaların Mikrobiyolojik Ve Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, (2009).

Grosu-Tudor, S.S., Zamfir, M., “Exopolysaccharide Production By Selected Lactic Acid Bacteria İsolated From Fermented Vegetables”, *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 18, 2285-1364, (2014).

Hassan, A.N., “Possibilities And Challenges Of Exopolysaccharide-Producing Lactic Cultures İn Dairy Foods”, *J. Dairy Sci*, 91, 1282-1298, (2008).

Hassan, A. N., Frank, J. F., Schmidt, K. A., And Shalabi, S. I., “Rheological Properties Of Yoghurt Made With Capsulated Non Ropy Lactic Cultures”, *Journal Of Dairy Science*, 79, 2091-2097, (1996).

Herken, E.N., Çon, A.H., “Use Of Different Lactic Starter Cultures In The Production Of Tarhana”, *Journal of Food Processing and Preservation ISSN*, 1745-4549, (2012).

Hwanhlem, N., Chobert, J.M., H-Kittikun, A., “Bacteriocin-Producing Lactic Acid Bacteria Isolated From Mangrove Forests In Southern Thailand As Potential Bio-Control Agents In Food: Isolation, Screening And Optimization”, *Food Control*, 41, 202-211, (2014).

Işık, F., “Salça Üretim Atıklarının Tarhana Üretiminde Kullanımı”, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2013).

İbanoğlu, Ş., Ainsworth, P., Wilson, G., Hayes, G.D., “The Effect Of Fermentation Conditions On The Nutrients And Acceptability Of Tarhana”, *Food Chemistry*, 53, 143-147, (1995).

İbanoğlu, Ş., İbanoğlu, E., Ainsworth, P., “Effect Of Different Ingredients On The Fermentation Activity In Tarhana”, *Food Chemistry*, 64, 103-106, (1999).

Kanmani, P., Satish Kumar, R., Yuvaraj, N., Paari, K.A., Pattukumar, V., Arul, V., “Production And Purification Of A Novel Exopolysaccharide From Lactic Acid Bacterium *Streptococcus phocae* PI80 And Its Functional Characteristics Activity In Vitro”, *Bioresour Technol*, 102, 4827–4833, (2011).

Karaca, H., Dinçer, E., Kıvanç, M., “Metabolik Mühendisliğinde Laktik Asit Bakterileri”, *Akademik Gıda*, 8 (1), 32-38, (2010).

Kaushik, J.K., Kumar, A., Duary, R.K., Mohanty, A.K., Grover, S., Batish, V.K., “Functional And Probiotic Attributes of An Indigenous Isolate Of *Lactobacillus plantarum*”, *Plos One*, 4, 8099, (2009).

Kaya, H.İ., “Tarhana İzolatı Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Bakteriyosinleri ve Fermantasyonda Patojen Bakteriler Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli (2013).

Kezer, G., “İnek ve Keçi Sütü karışımından Yapılan Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Yağ İkame Maddelerinin Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, (2013).

Khalil, E.S., Manap, M.Y.A., Mustafa, S., Alhelli, A.M., Shokryazdan, P., “Probiotic Properties of Exopolysaccharide-Producing *Lactobacillus* Strains Isolated from Tempoyak”, *Molecules*, 23, 398, (2018).

Kılıç, S., “Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri”, Ege Üni. Ziraat Fak Yayınları No: 542, İzmir, (2001).

Kıtan, S., “Glutensiz Tarhana Üretiminde Kinoa (*Chenopodium Quinoa*) Kullanımı” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, (2017).

Kleerebezem, M., Hugenholtz, J., “Metabolic Pathway Engineering İn Lactic Acid Bacteria”, *Current Opinion İn Biotechnology*, 14, 232-237, (2003).

Korkmaz, A., “Yağ İçeriği Ayarlanmış Sütlerden Ekzopolisakkarit Üreten Kültürlerle Üretilen Stirred Yoğurtların Bazı Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, (2005).

Kumar, A.S., Mody, K., Jha, B., “Bacterial Exopolysaccharides – A Perception”, *Journal Of Basic Microbiology*, 47, 103–117, (2007).

Kumral, A., “Nutritional, Chemical And Microbiological Changes During Fermentation Of Tarhana Formulated With Different Flours”, *Chemistry Central Journal*, 9, 16, (2015).

Laws, A.P., Marshall, V.M., “The Relevance Of Exopolysaccharides To The Rheological Properties İn Milk Fermented With Ropy Strains Of Lactic Acid Bacteria”, *Int Dairy J*, 11, 709-722, (2001).

Leroy, F., Degeest, B., De Vuyst, L., “A Novel Area Of Predictive Modelling: Describing The Functionality Of Beneficial Microorganisms İn Foods”, *International Journal Of Food Microbiology*, 73(2), 251-259, (2002).

Leroy, F., De Vuyst, L., “Lactic Acid Bacteria As Functional Starter Cultures For The Food Fermentation Industry”, *Trends In Food Science & Technology*, 15(2), 67-78, (2004).

Li, C., Li, W., Chen, X., Feng, M., Rui, X., Jiang, M., Dong, M., “Microbiological, Physicochemical And Rheological Properties Of Fermented Soymilk Produced With Exopolysaccharide (EPS) Producing Lactic Acid Bacteria Strains”, *LWT - Food Science And Technology*, 57, 477-485, (2014).

Liu, J., Luo, J., Ye, H., Sun, Y., Lu, Z., Zeng, X., “Production, Characterization And Antioxidant Activities In Vitro Of Exopolysaccharides From Endophytic Bacterium *Paenibacillus polymyxa* EJS-3”, *Carbohydrate Polymers*, 78, 275-281, (2009).

Liu, J., Luo, J., Ye, H., Sun, Y., Lu, Z., Zeng, X., “Medium Optimization And Structural Characterization Of Exopolysaccharides From Endophytic Bacterium *Paenibacillus polymyxa* EJS-3”, *Carbohydrate Polymers*, 79, 206-213, (2010).

Madani, G., Mirlohi, M., Yahay, M., Hassanzadeh, A., “How Much In Vitro Cholesterol Reducing Activity Of Lactobacilli Predicts Their In Vivo Cholesterol Function”, *Int. J. Prev. Med.*, 4, 401–413, (2013).

Magala, M., Kohajdova, Z., Karovicova, J., “Preparation of Lactic Acid Bacteria Fermented Wheat-Yoghurt Mixtures”, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 12(3), 295-302, (2013).

Meroth, C.B., Walter, J., Hertel, C., Brandt, M.J., Hammes, W.P., “Monitoring The Bacterial Population Dynamics In Sourdough Fermentation Processes By Using PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis”, *Applied Environ Microbiol*, 69, 475-82, (2003).

Mikelsaar, M., Zilmer, M., “*Lactobacillus fermentum* ME-3—An Antimicrobial And Antioxidative Probiotic”, *Microb. Ecol. Health Dis.*, 21, 1–27, (2009).

Milci, S., Yaygın, H., “Laktik Asit Bakterileri Tarafından Üretilen Ekzopolisakkaritler Ve Süt Ürünlerindeki Fonksiyonları”, *Gıda Dergisi*, 30(2), 123-129, (2005).

Moreira, M., Bevilacqua, A., Antoni, G.D., “Manufacture Of Quattrolo Cheese Using Exopolysaccharide-Producing Starter Cultures”, *Milchwissenschaft*, 58(5), 301-304, (2003).

Temiz, A., Pirkul, T., “Tarhana-Tion Which Is Produced Even In Different Shims”, *Chemical And Sensory Basics Food*, 16, 7-13, (1991).

Öney, A., “Bayat Ekmeklerin İstant Tarhana Çorbası Üretiminde Kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, (2015).

Özel, S., “Tarhana Hamuru Fermantasyonunun Mikrobiyal Taksonomik Yapısının Ve Populasyon Dinamiğinin Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2012).

Özdemir, N., “Uşak Tarhanasının Aroma Bileşimi Ve Mikroflorası İle İlişkisinin Belirlenmesi” Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, (2016).

Özdemir, S., Göçmen, D., And Kumral, A.Y., “A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana”, *Food Rev. Int.*, 23, 107–121, (2007).

Perry, D.B., McMahon, D.J. And Oberg, C.J. “Manufacture Of Low Fat Mozzarella Cheese Using Exopolysaccharideproducing Cultures”, *J. Dairy Sci.*, 81, 563-566, (1998).

Petersen, B.L., Dave, R.I., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Broadbent, J.R. “Influence Of Capsular And Ropy Exopolysaccharide-Producing *Streptococcus thermophilus* On Mozzarella Cheese And Cheese Whey”, *J Dairy Sci*, 83, 1952-6, (2000).

Rafigh, S.M., Yazdi, A.V., Vossoughi, M., Safekordi, A.A., Ardjmand, M., “Optimization Of Culture Medium And Modeling Of Curdlan Production From *Paenibacillus polymyxa* By RSM And ANN”, *International Journal Of Biological Macromolecules*, 70, 463–473, (2014).

Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P., “Lactic Acid Bacteria: Their Antimicrobial Compounds And Their Uses In Food Production”, *Annals Of Biological Research*, 1(4), 218-228, (2010).

Rawson, H. L., And Marshall, V. M., “Effect Of Ropy Strain Of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* On Rheology Of Stirred Yoghurt”, *International Journal Of Food Science And Technology*, 32, 213-220, (1997).

Ruas-Madiedo, P., Hugenholtz, J., Zoon, P., “An Overview Of The Functionality Of Exopolysaccharides Produced By Lactic Acid Bacteria”, *International Dairy Journal*, 12, 163–171, (2002).

Ruas-Madiedo, P., Altung, C. A., And Zoon, P., “Effects Of Exopolysaccharides And Proteolytic Activity Of *Lactobacillus lactis* spp. *cremoris* Strains On The Viskosity And Structure Of Fermented Milks”, *International Dairy Journal*, 15, 155-164, (2005).

Ryan, P. M., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Caplice, N. M., Stanton, C., “Sugar-Coated: Exopolysaccharide Producing Lactic Acid Bacteria For Food And Human Health Applications”, *Food & Function*, 6(3), 679-693, (2015).

Serin, Y., “Bakteri Kaynaklı Ekzopolisakkaritlerin Viskoziteye Etkisinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bölüm Dalı, İstanbul, (2016).

Schellaas, S. M., Morris, H. A., “Rheological And Scanning Electron Microscopic Examination Of Skim Milk Gels Obtained By Fermenting With Ropy And Non -Ropy Strain Of Lactic Acid Bacteria”, *Food Microstructure*, 4, 279-287, (1985).

Silve, N., Taniwaki, M.H., Junqueira, V., Silveria, N., Nascimento, M., Gomes, R., “Microbiological Examination Methods Of Food And Water: A Laboratory Manual”, *CRC Press*, 151-167, (2013).

Siyamoğlu, B., “Türk Tahanelarının Yapılışı Ve Terkibi Üzerine Araştırma”, *Ziraat Fakültesi Yayınları*, No.44, Ege Üniversitesi, İzmir, (1961).

Soyuçok, A., Ekiz, T., Kılıç, G.B., “Ekzopolisakkaritlerin Önemi Ve Gıda Sanayindeki Önemi”, *Nevşehir Bilim Ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, Özel Sayı, 332-344, (2016).

Soyyigit, H., “Isparta Ve Yöresinde Üretilen Ev Yapımı Tarhanaların Mikrobiyolojik Ve Teknolojik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Isparta, (2004).

Stiles, M.E., Holzappel, W.H., “Lactic Acid Bacteria Of Foods And Their Current Taxonomy”, *International Journal Of Food Microbiology*, 36, 1–29, (1997).

Settanni, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V., Erten, H., “Evolution Of Fermenting Microbiota In Tarhana Produced Under Controlled Technological Conditions”, *Food Microbiol*, 28, 1367-1373, (2011).

Şengün, I.Y., “Lactic Acid Bacteria Used In The Production Of Fermented Foods”, *Biological Diversity And Conservation*, 4(1), 42-53, (2011).

Şengün, I. Y., Nielsen, D. S., Karapınar, M. And Jakopsen, M., “Identification Of Lactic Acid Bacteria Isolated From Tarhana, A Traditional Turkish Fermented Food”, *International Journal Of Food Microbiology*. 135, 105–111, (2009).

Şimşek, Ö., Özel, S., Çon, A.H., “Ev ve İşletme Tipi Uşak Tarhanası Hamurlarında Fermantasyon Sürecine Ait Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması”, *Gıda Dergisi*, 37(6), (2012).



Tarakçı, Z., Doğan, İ.S., Koca, A.F., “A Traditional Fermented Turkish Soup, Tarhana, Formulated With Corn Flour And Whey”, *International Journal Of Food Science And Technology*, 39, 455–458, (2004).

Taşoğulları, N., “Kurutulmuş Ve Ambalajlanmış Tarhananın Kalite Özellikleri Üzerine Işınlamanın Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2017).

Tosun, F., “Ekzopolisakkarit Üreten Laktik Kültürlerin Tereyağı, Yayıık Tereyağı Ve Kaymağın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi” Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, (2016).

Yazıcı, G., “Uşak Tarhanasının Organik Asit İçeriğinin Ve Laktik Asit Bakteri Çeşitliliği İle İlişkisinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2016).

Yılmaz, M., Çelik, G.Y., “Bakteriyel Ekstraselüler Polisakkaritler (EPS)”, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 7-13, (2007).

Yüksekdağ, Z.N., Beyatlı, Y., “Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri”, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(2), 49-69, (2003).

Welman, A.D., Maddox, S., “Exopolysaccharides From Lactic Acid Bacteria: Perspectives And Challenges”, *Trends In Biotechnology*, 21, 269-274, (2003).

Wessels, S., Axelsson, L., Hansen, E.B., De Vuyst, L., Laulund, S., Lahteenmaki, L., Lindgren, S., Mollet, B., Salminen, S., Von Wright, A., “The Lactic Acid Bacteria, The Food Chain And Their Regulation”, *Trends Food Sci Technol*, 15, 498–505, (2004).

## 6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif TAŞDELEN

Doğum Yeri ve Tarihi : Isparta/04.07.1992

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : etasdelen10@posta.pau.edu.tr

İletişim Adresi : Gerzele Mah. Sok No: 510 Servergazi/DENİZLİ

**Yayın Listesi** :

• **Taşdelen, E.**, Yılmaz, T., Şimşek, Ö. ve Özkal, S.G., “The Effect of Exopolysaccharide Producer *Leuconostoc mesenteroides* PFC66 on the Quality Characteristics of Tarhana” *The 4th International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, 19-21 April, Kyrenia, Northern Cyprus, (2018).

• Kaya, H.İ., Demiray, E., Yılmaz, T., **Taşdelen, E.**, “The Modeling of the Effect of Different Drying Methods and Pretreatment on the Antimicrobial Activity of Cauliflower” *International Conference on Forest, Food Sciences and Technologies*, 15-17 May, Cappadocia, Turkey, (2017).