

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**BOZA KAYNAKLI BAZI BAKTERİLERİN FARKLI TAHIL
SÜTLERİNDE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu ÖZGÜR SEVENCAN

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

TEMMUZ, 2023

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**BOZA KAYNAKLI BAZI BAKTERİLERİN FARKLI TAHİL
SÜTLERİNDE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu ÖZGÜR SEVENCAN

(Y2013.040008)

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zeynep Dilek HEPERKAN

TEMMUZ, 2023

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Boza Kaynaklı Bazı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.
(15/06/2023)

Duygu ÖZGÜR SEVENCAN

ÖNSÖZ

Tez danışmanım Prof. Dr. Zeynep Dilek HEPERKAN'a tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam için yaptığım LABORATUVAR analizlerinde destek veren İstanbul Aydın Üniversitesi ve Anton Paar çalışanları Yusuf TANUĞUR ile Tuğba EROL'a teşekkür ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Meral YILDIRIM YALÇIN'a ve Doç.Dr. Banu METİN'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgili Abdullatif ÖZTÜRK, sayın Bünyamin YAVUZ ve aileme desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Temmuz, 2023

Duygu ÖZGÜR SEVENCAN

BOZA KAYNAKLI BAZI BAKTERİLERİN FARKLI TAHIL SÜTLERİNDE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Boza, geleneksel bir Türk içeceğidir. Orta Asya, Kafkasya ve Balkanlara uzanan geniş bir coğrafyada farklı yöntemlerle üretilmektedir. Boza, darı, arpa, pirinç, buğday, mısır, yulaf ve bulgur gibi öğütülmüş tahılların suda kaynatılmasının ardından laktik asit bakterileri ve maya ile fermente edilmesiyle üretilen koyu kıvamlı, ekşimsi tatta bir içecektir. . Boza özellikle sonbahar ve kış aylarında tüketilir. Fermente içecek olan boza, tahılın cinsine bağlı olmakla beraber protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, lif ve fenolik maddeler içeriği açısından zengin bir gıdadır.

Laktik asit bakterilerinin (LAB) bazı üyeleri boza fermentasyonunda görev alarak, karakteristik tat, aroma ve tekstür gibi özelliklerin iyileşmesini sağlar. Özellikle *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* cinsi bakteriler aktif olarak görev alır. Bu grup bakterilerin büyüme ve gelişimi için gerekli olan besin maddeleri bakımından tahıl ve tahıl bazlı ürünler zengin kaynaktır.

Bu çalışmanın amacı, yerel bir üreticiden temin edilen yedi farklı boza örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinin, reolojik parametrelerinin, fonksiyonel gruplarının, mikroorganizma yükünün ve mikrobiyotasının belirlenmesinin ardından izole edilen boza kaynaklı bakterilerin (*Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lactocaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum*) farklı tahıl (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) sütlerine aşılınması, bakterilerin faaliyeti sonucu tahıl sütlerinin asitlik değerlerinin, fonksiyonel gruplarının ve reolojik parametrelerinin belirlenmesidir.

Boza kaynaklı bakterilerin gelişiminin tahıl sütlerindeki reolojik parametrelere etkisi belirlenmesi amacıyla yedi farklı boza örneğinin 100s⁻¹'deki görünür viskozite değerleri incelenmiştir ve 0,11 Pa.sⁿ ile 0,58 Pa.sⁿ arasında

değişmektedir ($p < 0.05$). Boza örneklerinin Zamandan bağımsız Newton tipi olmayan psödoplastik akış davranışı sergilediği belirlenmiştir. Bozadan izole edilen ve bozanın reolojik özelliklerini etkilediği öngörülen bakteriler belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmada *Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum* bakterileri kullanılmıştır. Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç ve yulafı tahıl:su oranı 1:15 olacak şekilde kaynatılması ardından hacmen MRS agar ilave edilip sterilizasyon işleminden sonra belirli oranlarda aşılama yapılarak 37 °C’de 72 saat inkübe edildikten sonra oda sıcaklığına gelen bakteri aşılansız tahıl sütleri ve kontrol tahıl sütlerinin reolojik özellikleri Paralel Plate Sensör teknolojisi kullanılarak 0 s⁻¹ ile 200 s⁻¹’e kadar farklı kayma hızlarında kayma gerilimi değerleri elde edilmiş ve görünür viskozite değerleri 100 s⁻¹’de bir güç yasası modeli ile belirlenmiştir. Bakteri aşılansız buğday sütünde 100 s⁻¹’de görünür viskozite değerleri 1,18 Pa.sⁿ ile 1,57 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *Leu. citreum* aşılansız örnekte 1,57 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bulgur sütünde 1,35 Pa.sⁿ ile 1,78 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansız örnekte 1,78 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Darı sütünde 0,26 Pa.sⁿ ile 0,34 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşılansız örnekte 0,34 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Mısır sütünde 0,47 Pa.sⁿ ile 0,64 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansız örnekte 0,64 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Pirinç sütünde 0,39 Pa.sⁿ ile 0,49 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *Leu. citreum* aşılansız örnekte 0,49 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Yulaf sütünde 0,25 Pa.sⁿ ile 0,32 Pa.sⁿ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansız örnekte 0,32 Pa.sⁿ olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Sonuç olarak aşılansız bakteriler arasında *A. fabarum* ve *Leu. citreum* bakterilerinin tahıl sütlerinin reolojisine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir, potansiyel starter kültür olarak boza üretiminde kullanılması mümkün olduğu belirlenmiştir. *L. plantarum*, *L. paracasei* bakterilerinin tahıl sütlerinin reolojisine etki göstermemiştir ve probiyotik boza üretiminde kullanılması mümkün olduğu belirlenmiştir. *L. lactis* bakterisi boza üretiminde darı, mısır, pirinç ve yulaf kullanılması durumunda reolojisine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. *L. fermentum* bakterisinin tahıl sütlerinin reolojisine önemli etki göstermemiştir.

Anahtar Kelimeler: A. fabarum, boza, laktik asit bakterileri, tahıl sütü, viskozite

INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SOME BACTERIA FROM BOZA IN DIFFERENT CEREAL MILKS

ABSTRACT

Boza is a traditional Turkish beverage produced through various methods across a vast geographical area spanning from Central Asia and the Caucasus to the Balkans. Boza is a thick, tangy beverage made by boiling ground grains such as millet, barley, rice, wheat, corn, oats, and bulgur in water, followed by fermentation with lactic acid bacteria and yeast. It is particularly consumed during the autumn and winter months. As a fermented beverage, boza's nutritional content, including protein, carbohydrates, fat, vitamins, fiber, and phenolic compounds, is rich and varies depending on the type of grain used.

Some members of lactic acid bacteria (LAB) play a role in boza fermentation, contributing to the improvement of characteristic taste, aroma, and texture. Specifically, bacteria from the genera *Lactobacillus*, *Lactococcus*, and *Leuconostoc* are actively involved. Grains and grain-based products are rich sources of nutrients necessary for the growth and development of these bacterial groups.

The objective of this study is to determine the physicochemical properties, rheological parameters, functional groups, microbial load, and microbiota of seven different boza samples obtained from a local producer. Subsequently, isolated boza-derived bacteria (*Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum*) will be inoculated into various grain milks (wheat, bulgur, millet, corn, rice, oats). The study aims to assess the acidity values, functional groups, and rheological parameters of grain milks following bacterial activity.

The visible viscosity values at 100 s⁻¹ of seven different boza samples were examined to determine the impact of boza-derived bacteria on the rheological

parameters of grain milks. The values ranged between 0.11 Pa.sⁿ and 0.58 Pa.sⁿ (p<0.05). It was determined that boza samples exhibited time-independent, non-Newtonian pseudoplastic flow behavior. Bacteria isolated from boza, including *Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, and *Leuconostoc citreum*, were identified as potentially influencing the rheological properties of boza. Wheat, bulgur, millet, corn, rice, and oats were boiled at a grain-to-water ratio of 1:15. After boiling, MRS agar was volumetrically added, and following the sterilization process, specific inoculations were made. The inoculated grain milks, as well as control grain milks, were incubated at 37 °C for 72 hours. Subsequently, the rheological properties of the bacterial-inoculated grain milks and control grain milks, which had reached room temperature, were assessed using the Parallel Plate Sensor technology. Shear stress values at different shear rates ranging from 0 s⁻¹ to 200 s⁻¹ were obtained, and the apparent viscosity values were determined at 100 s⁻¹ using a power-law model. In the bacterially inoculated wheat milk, the apparent viscosity values at 100 s⁻¹ ranged between 1.18 Pa.sⁿ and 1.57 Pa.sⁿ, with the highest value observed in the sample inoculated with *Leu. citreum* at 1.57 Pa.sⁿ (p<0.05). For bulgur milk, the values ranged between 1.35 Pa.sⁿ and 1.78 Pa.sⁿ, with the highest value found in the sample inoculated with *A. fabarum* at 1.78 Pa.sⁿ (p<0.05). In millet milk, the values ranged between 0.26 Pa.sⁿ and 0.34 Pa.sⁿ, with the highest value determined in the sample inoculated with both *A. fabarum* and *Leu. citreum* at 0.34 Pa.sⁿ (p<0.05). In corn milk, the apparent viscosity values at 100 s⁻¹ ranged between 0.47 Pa.sⁿ and 0.64 Pa.sⁿ, with the highest value determined in the sample inoculated with *A. fabarum* at 0.64 Pa.sⁿ (p<0.05). For rice milk, the values ranged between 0.39 Pa.sⁿ and 0.49 Pa.sⁿ, with the highest value found in the sample inoculated with *Leu. citreum* at 0.49 Pa.sⁿ (p<0.05). In oat milk, the values ranged between 0.25 Pa.sⁿ and 0.32 Pa.sⁿ, with the highest value determined in the sample inoculated with *A. fabarum* at 0.32 Pa.sⁿ (p<0.05). As a result, it has been determined that among the inoculated bacteria, *A. fabarum* and *Leu. citreum* significantly affect the rheology of grain milks. These bacteria have been identified as potential starter cultures for boza production. *L. plantarum* and *L. paracasei* bacteria did not influence the rheology of grain milks, suggesting their potential use in probiotic boza production. Additionally, it has been

observed that *L. lactis* bacteria have a significant impact on the rheology of boza production when using millet, corn, rice, and oats. However, *L. fermentum* bacteria did not show a pronounced effect on the rheology of grain milks.

Keywords: *A. fabarum*, boza, lactic acid bacteria, cereal milk, viscosity

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xxi
I. GİRİŞ	1
A. Fonksiyonel Gıdalar.....	1
1. Gıda İşleme Proseslerinde Fermantasyon Teknolojisinin Yeri	2
2. Bozanın Tarihçesi ve Tanımı	5
a. Bozanın üretim aşamaları	7
b. Bozanın besin değeri ve kimyasal kompozisyonu.....	10
c. Bozanın Mikrobiyolojik Kompozisyonu	13
B. Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) Genel Özellikleri.....	18
1. Gıda Endüstrisinde Laktik Asit Bakterilerinin Kullanımı	20
2. <i>Lactobacillus</i> cinsi bakteriler.....	22
a. <i>Limosilactobacillus fermentum</i>	24
b. <i>Lacticaseibacillus paracasei</i>	24
c. <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	25

3. <i>Leuconostoc</i> Cinsi Bakteriler	27
a. <i>Leuconostoc citreum</i>	28
4. <i>Lactococcus</i> Grubu Bakteriler	28
a. <i>Lactococcus lactis</i>	29
C. Asetik Asit Bakterileri (AAB)	30
1. <i>Acetobacter fabarum</i>	30
D. Reoloji.....	32
1. Newtonyen Davranış	36
2. Newtonyen-Dışı Davranış	36
a. Zamana Bağımlı Newtonyen-Dışı Davranış.....	37
b. Zamandan Bağımsız Newtonyen-Dışı Davranış	37
3. Reolojik Davranışı Etkileyen Faktörler	39
E. Ekzopolisakkaritler	40
1. Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen Ekzopolisakkaritler	40
a. Ekzopolisakkaritlerin Genel Özellikleri	42
2. EPS Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	51
3. LAB'ler Tarafından Üretilen EPS'lerin Biyosentezi	52
4. LAB'de EPS Üretimini Etkileyen Faktörler Ve Gıda Teknolojisindeki Yeri	54
II. MATERYAL VE METOT	59
A. Materyal	59
B. Metot.....	59
1. pH Analizi	59
2. Toplam Kül Tayini	59
3. Toplam Asitlik Tayini	60
4. Protein Tayini.....	61
5. Boza Örneklerinin, Tahıl Sütlerinin ve Bakteri İzolatlarının Hazırlanması	62

6. Mikroorganizmaların İdentifikasyonu	65
7. Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi	66
8. Boza Örneklerinde ve Boza Kaynaklı Bakteri Aşılammış Tahıl Sütlerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT- IR) ile Belirlenmesi	67
9. Kolonilerin Sayımı ve Gözlemlenmesi	67
10. İstatistiksel Analiz	67
III. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	69
A. Boza Örneklerinin pH, Kül, Toplam Asitlik, Toplam Protein Analiz Sonuçları 69	
B. Boza Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi	72
C. Boza Örneklerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Belirlenmesi	74
D. Boza Kaynaklı Mikroorganizmaların İdentifikasyonu, Mikroorganizma İzolatlarının Belirlenmesi ve Farklı Tahıl Sütlerine Aşılmması.....	76
E. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Gelişimi Sonucu Meydana Gelen Asitlik Değerleri	77
F. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi	79
G. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Belirlenmesi.....	93
H. Boza Kaynaklı Bakterilerin Tahıl Sütlerinde ve mMRS Agarda Gelişimi ve Bakterilerin Mikroskop Altında İncelenmesi.....	99
IV. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	113
V. KAYNAKÇA	117
ÖZGEÇMİŞ.....	147

KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Santigrat Derece
AAB	: Asetik Asit Bakterileri
ATP	: Adenozin Trifosfat
BB-12	: Bifidobacterium
CPS	: Kapsül Polisakkaritler
<i>E.coli</i>	: <i>Escherichia coli</i>
EMP	: Enzim Modifiye Peynir
EPS	: Ekzopolisakkarit
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Ajansı
G'	: Depo Modülü
<i>G. capitatum</i>	: <i>Geotrichum capitatum</i>
GRAS	: Generally Recognized As Safe
HMS	: Heksoz Monofosfat Şant
HoPS	: Homopolisakkaritler
Kg	: Kilogram
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
<i>L. acidophilus</i>	: <i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>L. casei</i> Shirota	: <i>Lactobacillus casei</i> Shirota
<i>L. confusus</i>	: <i>Liolaemus confusus</i>
<i>L. lactis</i>	: <i>Lactococcus lactis</i>
<i>L. mesenteroides</i> subsp	: <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
<i>L. casei</i>	: <i>Lactobacillus casei</i>

<i>L. fermentum</i>	: <i>LimosiLimosilactobacillus fermentum</i>
LPS	: Lipopolisakkaritler
M.Ö	: Milattan Önce
Mg	: Miligram
Mm	: Milimetre
Pa	: Pascal
PCR	: Polimeraz Zincirleme Reaksiyonu
PEP-PTS	: Fosfenolpiruvat-fosfotransferaz
pH	: Power of Hydrogen
RNA	: Ribonükleik Asid
TS	: Türk Standartı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. TS 9778'e göre bozanın kimyasal bileşeni (Anonim, 2017).....	11
Çizelge 2. Bozanın içerdiği besin öğeleri (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).	12
Çizelge 3. n değerine göre akış davranış tipi (Steffe, 1992, Rao et al., 1995:1-97). 38	
Çizelge 4. Boza örneklerinin pH, kül, toplam asitlik ve protein değerleri.....	69
Çizelge 5. Boza örneklerinde MRS agar, M17 Agar, YGC Agar ve <i>E. coli/Coliform</i> bakterilerinin miktar analiz sonuçları.....	71
Çizelge 6. Boza örneklerinin reolojik parametreleri ($10s^{-1}$ ve $100s^{-1}$ 'kayma hızındaki görünür viskozite değerleri)	73
Çizelge 7. Boza örneklerinden izole edilen mikroorganizma türleri.....	76
Çizelge 8. Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerine ve mMRS agara aşılama konsantrasyon miktarı	77
Çizelge 9. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Gelişimi Sonucu Meydana Gelen Asitlik Değerleri	77
Çizelge 10. Boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerindeki reolojik parametreleri ve $10 s^{-1}$ ve $100 s^{-1}$ 'deki görünür viskozite değerleri	79
Çizelge 11. Gruplandırılmış boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerinde (buğday, buldur, darı, mısır, pirinç, yulaf) reolojik parametreleri	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.	Akışkanların gösterdiği reolojik davranışlar (Steffe, 1996).....	34
Şekil 2.	Akış davranışlarının kayma hızı- kayma gerilimi grafiği (Steffe, 1996).	34
Şekil 3.	Kayma gerilimi ve kayma hızının gösterimi (Kantekin Erdoğan, 2014)	35
Şekil 4.	: Newtonyen davranışa ait akış eğrisi (Steffe, 1992) 4b. Newtonyen davranışa ait viskozite eğrisi (Steffe, 1992)	36
Şekil 5.	: Psödoplastik davranışa ait akış eğrisi (Steffe, 1996). Şekil 5b: Psödoplastik davranışa ait görünen viskozite eğrisi (Steffe, 1996).	38
Şekil 6.	Boza örneklerinin farklı kayma hızına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	73
Şekil 7.	Boza örneklerinin FT-IR spektrumları	74
Şekil 8.	Bakteri aşılınmış buğday sütünün ve kontrol buğday sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği.....	81
Şekil 9.	Bakteri aşılınmış bulgur sütünün ve kontrol bulgur sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	81
Şekil 10.	Bakteri aşılınmış darı sütünün ve kontrol darı sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	82
Şekil 11.	Bakteri aşılınmış mısır sütünün ve kontrol mısır sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	83
Şekil 12.	Bakteri aşılınmış pirinç sütünün ve kontrol pirinç sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	83
Şekil 13.	Bakteri aşılınmış yulaf sütünün ve kontrol yulaf sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	84

Şekil 14.	Bakteri aşılınmış mMRS agar ve kontrol mMRS agar farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	85
Şekil 15.	Farklı tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	86
Şekil 16.	<i>Acetobacter fabarum</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	88
Şekil 17.	: <i>Limosilactobacillus fermentum</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	89
Şekil 18.	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	89
Şekil 19.	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	90
Şekil 20.	<i>Lactococcus lactis</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği	91
Şekil 21.	<i>Leuconostoc citreum</i> aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi	91
Şekil 22.	<i>A. fabarum</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. plantatum</i> , <i>L. lactis</i> , <i>Leu. citreum</i> aşılınmış buğday sütünün FT-IR spektrumu	93
Şekil 23.	<i>A. fabarum</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. plantatum</i> , <i>L. lactis</i> , <i>Leu. citreum</i> aşılınmış bulgur sütünün FT-IR spektrumu.....	94
Şekil 24.	<i>A. fabarum</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. plantatum</i> , <i>L. lactis</i> , <i>Leu. citreum</i> aşılınmış darı sütünün FT-IR spektrumu	95

Şekil 25.	A. fabarum, L. fermentum, L. paracasei, L. plantatum, L. lactis, Leu. citreum aşılانmış mısır sütünün FT-IR spektrumu.....	96
Şekil 26.	A. fabarum, L. fermentum, L. paracasei, L. plantatum, L. lactis, Leu. citreum aşılانmış pirinç sütünün FT-IR spektrumu.....	97
Şekil 27.	A. fabarum, L. fermentum, L. paracasei, L. plantatum, L. lactis, Leu. citreum aşılانmış yulaf sütünün FT-IR spektrumu.....	98
Şekil 28.	Buğday sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi	101
Şekil 29.	Bulgur sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi.....	101
Şekil 30.	Darı sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi.....	101
Şekil 31.	Mısır sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi	102
Şekil 32.	Pirinç sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi	102
Şekil 33.	Yulaf sütünde <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi.....	102
Şekil 34.	: mMRS agarda <i>Acetobacter fabarum</i> gelişimi.....	102
Şekil 35.	Buğday sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi	103
Şekil 36.	Bulgur sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi.....	103
Şekil 37.	Darı sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi.....	103
Şekil 38.	Mısır sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi	103
Şekil 39.	Pirinç sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi	104
Şekil 40.	Yulaf sütünde <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi.....	104
Şekil 41.	mMRS agarda <i>Limosilactobacillus fermentumun</i> gelişimi	104
Şekil 42.	Buğday sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	104
Şekil 43.	Bulgur sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	105
Şekil 44.	Darı sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	105
Şekil 45.	Mısır sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	105
Şekil 46.	Pirinç sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	105
Şekil 47.	Yulaf sütünde <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi	106
Şekil 48.	mMRS agarda <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> gelişimi.....	106

Şekil 49.	Buğday sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi	106
Şekil 50.	Bulgur sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi.....	106
Şekil 51.	Darı sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi.....	107
Şekil 52.	Mısır sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi	107
Şekil 53.	Pirinç sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi	107
Şekil 54.	Yulaf sütünde <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi.....	107
Şekil 55.	mMRS agarda <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> gelişimi.....	108
Şekil 56.	Buğday sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi.....	108
Şekil 57.	Bulgur sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi.....	108
Şekil 58.	Darı sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi.....	108
Şekil 59.	Mısır sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi	109
Şekil 60.	Pirinç sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi	109
Şekil 61.	Yulaf sütünde <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi.....	109
Şekil 62.	mMRS agarda <i>Lactococcus lactis</i> gelişimi	109
Şekil 63.	Buğday sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi.....	110
Şekil 64.	Bulgur sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi	110
Şekil 65.	Darı sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi	110
Şekil 66.	Mısır sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi.....	110
Şekil 67.	Pirinç sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi.....	111
Şekil 68.	Yulaf sütünde <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi	111
Şekil 69.	mMRS agarda <i>Leuconostoc citreum</i> gelişimi	111

I. GİRİŞ

A. Fonksiyonel Gıdalar

Teknolojinin gelişmesi, insanları beslenme düzenlerini gözden geçirerek bilinçli tüketim ve sağlıklı beslenme konularında çeşitli önlemler almaya teşvik etmiştir. Bu önlemlerden biri de bireylerin diyetlerine fonksiyonel gıdaları eklemeleridir (Betoret et al., 2003, Erbaş, 2006, İşleten vd., 2007).

1984 yılında Japonya’da yapılan bir araştırma kapsamında gıda maddelerinin metabolizma üzerine etkilerinin incelendiği projede “fonksiyonel gıda” terimi ilk kez kullanılmıştır (Ohama et al., 2006).

Tüm dünyada fonksiyonel gıda pazarı gelişmektedir. Japonya’da olduğu gibi Avrupa’da da bu gıdaların üretim ve tüketim potansiyeli yaklaşık aynı oranda olmakla birlikte bu pazarı Avrupa Fonksiyonel Gıda Bilimi Komisyonu (Functional Food Science in Europe, FUFOSSE) tarafından Avrupa’da denetlenmektedir. 1999 yılında bu komisyonun yayınladığı bildiriye göre fonksiyonel gıdalar; günlük diyete uygun olup, besleyici özelliklerin yanı sıra psikolojik ve fizyolojik olarak hastalık riskini azaltan, sağlığı iyileştirici olup bu özelliklerin bilimsel olarak kanıtlanmış ve tüketimi onaylanmış doğal formda gıdalardır (Tonguç, 2006, Roberfroid, 2007). Bu gıdaları günlük beslenme rutinine eklenmesi vücut fonksiyonlarının iyileştirilmesi ve düzenlenmesinde önemli katkıları bulunmaktadır (Betoret et al., 2003, İşleten vd., 2007).

Gıda bilimi ve teknolojisi, tüketicinin sağlığına fayda sağlayan gıdaların üretilmesini amaçlayan temel hedeflere odaklanır. Bu hedef doğrultusunda 10 Mart 2005 tarihinde Bilimsel Teknoloji Yüksek Kurulu’nun komisyonunda “Gıda üretim proseslerinin geliştirilmesiyle ürün yelpazesinin artırılması, vücut direncini arttıran, metabolik işlevleri düzenleyen, tedaviye destek veren, bağışıklık sistemini güçlendiren gibi hususi işlevlere sahip fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi” konusunda karar alınmış olup bu gıdaların üretimi ve tüketiminin

bilinçlendirilmesi ülke öncelikli politikaları arasında gösterilmiştir (Anonim, 2017).

1. Gıda İşleme Proseslerinde Fermantasyon Teknolojisinin Yeri

Fermentasyon, çeşitli gıda maddelerinin üretilmesinin ve belirli süre muhafaza etmenin en ekonomik ve en eski yöntemlerinden biridir (Chavan and Kadam, 1989).

Fermentasyon, çeşitli mikroorganizmaların ve bu mikroorganizmaların enzimlerinin (lipazlar, amilazlar, proteazlar vb.) etkileşimi sonucunda gıda maddelerinde istenilen ürünlere dönüşümün gerçekleştiği biyokimyasal bir modifikasyon sürecidir. Bu kompleks süreç, gıdanın aroma, dokusu, raf ömrü, organoleptik özellikleri, besin değeri ve diğer özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla uygulanır. Fermentasyon, mikroorganizmaların faaliyetleri sayesinde gıda bileşenlerinin değişimine ve zenginleşmesine katkıda bulunarak besin değerini artırır. Geleneksel ve modern gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan fermentasyon, sağlıklı ve lezzetli ürünlerin elde edilmesinde önemli bir role sahiptir. (Nout and Motarjemi, 1997).

Fermente gıdalar, çeşitli ham maddeler ve mikroorganizmaların kullanılmasıyla üretilir. Bu mikroorganizmalar, gıda maddesinin kendi mikroflorasında doğal olarak bulunabileceği gibi starter kültür olarak da eklenerek kullanılabilir. (Harlander, 1992). Literatürde laktik asit, asetik asit, alkali ve alkol fermantasyonu olmak üzere dört temel fermentasyon işlemi vardır (Soni and Sandhu, 1990). Laktik asit fermentasyonundan (örn. tahıllar ve sütler) laktik asit bakterileri, asetik asit fermentasyonunda asetik asit bakterileri (alkolü asetik aside dönüştürme esasına göre) sorumludur. Alkol fermentasyonunda mayalar baskındır (örn. şaraplar ve biralar) etanol üretimiyle sonuçlanır. Alkali fermentasyon ise tohumların ve balıkların çeşni olarak kullanılması sırasında gerçekleşir (McKay and Baldwin, 1990).

Fermentasyon işleminin avantajları:

- Tripsin, fitat inhibitörleri
- Toksik bileşiklerin (mikotoksinler gibi) azaltılması
- İstenmeyen gıda bileşenlerinin parçalanması

- Gıdanın besin değerinin (vitamin, protein, çeşitli yağ asitleri ve aminoasitler ile zenginleştirerek) artırılması
- Gıda maddesine arzu edilen tat, aroma, doku, tekstür gibi özelliklerin kazandırılması
- Gıda işleme prosesi için gerekli süre ve enerjinin azaltılması
- Alkali, asetik asit, alkolik ve laktik asit fermentasyonları ile muhafaza süresinin uzatılarak güvenli ürün üretilmesinde rol alması olarak sıralanabilir (Campbell, 1994, Steinkraus, 1994, Hancıoğlu ve Karapınar, 1998, Charalampopoulos et al., 2002).

Tahıllar yeryüzünde tarım alanlarının yaklaşık %73'ünde yetiştirilmekte ve tüketicinin sağlığı için protein, diyet lifi, karbonhidrat, vitaminler, mineraller, yağ ve enerji sağlayarak gıda üretim pazarının %60'ına katkı sağlamaktadır. Tahıllar lizin, triptofan ve threonin gibi aminoasitler açısından yetersiz olduğundan protein kalitesi düşüktür. Fitik asit, polifenoller ve taninler proteinlere bağlı olarak bulunduğundan proteinlerin metabolize edilmesini etkilemektedir. Tahılların sert yapıları nedeniyle duyuşsal özellikleri süt ve süt ürünlerine göre insanların tercihini etkilemektedir. Tahıl çeşitlerinin tüketilebilirliğinin artırılması ve besin değerinin geliştirilmesi için en iyi yöntem fermentasyondur (Charalampopoulos et al., 2002).

Dünyanın pek çok yerinde tahıllar fermente edilmekte, işlem esnasında çeşitli hammaddeler, starter kültürler ve farklı fermentasyon koşulları uygulanmaktadır (Todorov and Dicks, 2007). Tahıllar potasyum, demir ve fosfor gibi minerallerce zengindir fakat tahıl tanelerinin aleuron tabakasındaki fitik asit, minerallerle şelatlar oluşturarak insan bağırsağında mineral emilimini azaltmaktadır. Laktik asit bakterileri ve mayaların tahılları fermente etmeleri sonucunda üretilen fitaz enzimi, tahıl tanesinde bulunan fitik asidi parçalayarak minerallerin serbest kalmasıyla emilimini arttırmaktadır (Blandino et al., 2002).

Ayrıca tahıllar β -glukan ve diyet lifler gibi prebiyotik bileşenler içerdiklerinden probiyotik mikroorganizmaların gelişmesi ve faaliyeti için uygun ortam oluştururlar. Fermentasyon işleminde yaygın olarak laktik asit bakterileri ve mayalar faaliyet göstermektedir. Laktik asit bakterilerinin ürettiği bazı bileşikler antimikrobiyal özellikte olduğundan gıda ürününün bozulmasına ve

gıda kaynaklı patojenlerin gelişimini engellemektedir bu sayede gıdanın muhafazasında önemli rol oynamaktadır. Tahılların fermentasyonunda oluşan aroma bileşenlerinde özellikle laktik asit bakterileri sorumludur. Ayrıca fermentasyon esnasında oluşan H₂O₂, bakteriyosin, organik asitler gibi metabolitler ürünün mikrobiyolojik olarak dayanıklı olmasını sağlar (Todorov and Dicks, 2007, Hancıoğlu ve Karapınar, 1998).

Kısaca tahılların fermentasyonu sonucu; polifenol, tanin ve fitik asit miktarı azalmakta, protein metabolizması artmakta, çeşitli aminoasitler sentezlenmekte bu sayede protein kalitesi artmaktadır, karbonhidrat değeri düşmekte, B grubu vitaminlerin emilimi artmakta, fitik asidin parçalanması için gerekli pH sağlanmakta böylece mineral emilimi artmakta, Nisin, roboflavin gibi vitaminlerin miktarı artmakta ve fermentasyon işlemi sonucu oluşan bileşenler (asitler, hidrojen peroksit ve çeşitli antimikrobiyal maddeler) sayesinde gıda güvenliği sağlanmaktadır (Nout and Motarjemi, 1997).

Tahıllarda bazı sindirilemeyen karbonhidratlar nedeniyle prebiyotiktir ve probiyotiklerin stabilitesini sağlamak için enkapsülasyon maddesi olarak da kullanılmaktadır (Charalampopoulos et al., 2002). Ayrıca pH değeri ve taşıyıcı ortamın tamponlama kapasitesi önemli faktörlerdir. Yüksek pH'ya (3,5 – 4,5) sahip gıdalarda gastrik ortamın asitliğini arttırarak probiyotik bakterilerin dayanıklılığını sağlamaktadır (Zárate et al., 2000). Bir çalışmada buğday, arpa ve malt ekstraktlarının asitli ortamda mideyi taklit ederek *L. acidophilus* ve *L. plantarum* türleri için koruyucu etki gösterdiği ifade edilmiştir (Charalampopoulos et al., 2002).

Tahıl florasındaki bakteriler genellikle mezofilik gruptadır. Laktik asit bakterilerinden heterofermentatif çubuklar (*L. fermentum*, *Lb. brevis*), homofermentatif çubuklar (*Lb. curvatus*, *L. casei*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *L. coryniformis*), homofermentatif koklar (*L. lactis*, *Coryniformis fecalis*, *Pediococcus pentosaceus*), heterofermentatif koklar (*Weissella* ve *Leuconostoc*) tahılda doğal olarak bulunmaktadır. *Lactobacillus* türleri diğerlerine oranla daha fazladır (De Vuyst and Neysens, 2005).

Bifidobakteriler ve Laktobasiller, aminoasitler, yağ esterleri, nükleik asit türevleri, tuzlar, peptitler, vitaminler, karbonhidratlar gibi kompleks besin

bileşenlerini içeren ortamlara ihtiyaç duyarlar. Tahıl taneleri, nişasta, diyet lifinin suda çözünmeyen ve çözünen bileşenleri, fruktoz, glikoz, ksiloz ve sakkaroz gibi serbest şekerleri içeren öncül karbonhidrat bileşenlerine sahiptir. Bu kompleks besin ortamları, Bifidobakteriler ve Laktobasiller'in sağlıklı bir şekilde gelişmelerini destekler. (De Vuyst and Neysens, 2005).

2. Bozanın Tarihçesi ve Tanımı

Türklerin geleneksel fermente bir tahıl ürünü olan boza, Balkanlar'dan Çin'e, Kafkas Ülkeleri'nde Kuzey Afrika'ya kadar uzanan geniş bir coğrafyada bilinen ve tüketilen bir içecektir. Bozanın dünyadaki yayılışı 9000 yıl öncesine kadar dayanmakta ve Türklerin yaşadığı coğrafi bölgelerle yakından ilgilidir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007, Yücel ve Köse, 2002).

Tarım toplulukları, yerleşik yaşama geçtiklerinde hasat ettikleri tahılları işleme ve uzun süre saklama ihtiyacı duymuşlardır. İlk depolama yöntemi olarak, tahılları kurutma ve öğütme işlemlerinden geçirerek un halinde saklamışlar, sonra su ekleyerek çorba veya lapa şeklinde tüketmişlerdir. Bu tahıl su karışımını beklettiklerinde mayalanma gerçekleşmiş, lezzet ve aroma artışı fark edilmiştir. Ancak uzun süre beklemeler sonucunda alkol oranının artması nedeniyle tüketilemez hale gelmiştir. Şekerli meyve katkılarıyla daha lezzetli hale getirilen boza, antik dönemden itibaren hazırlanırken su ilavesi, süzme ve daha sonra şerbetçi otu eklenerek yapılan bira ürün bakımından birbirinden farklıdır (Standage, 2006, Keskin ve Güneş, 2021).

Boza ile bira ürün içerikleri ve hazırlama yöntemleri bakımından farklı olsa bile, boza bilinen en eski bira olarak kabul edilir (Pamir, 1961). Bozada laktik asit fermentasyonunun yanında alkol fermentasyonu ve oluşan etil alkol oranının (maximum %2) düşük olması bozayı biradan ayırmaktadır (Birer, 1987). M.Ö. 401 yıllarında, Xenophon'un Doğu Anadolu'yu ziyaretinde, yere gömülü çömlekçi çamurundan yapılan kaplara boza konulduğu görülmüştür. 1974 yılında yayınlanan Kaşgarlı Mahmut'un "Divan-ı Lügat-it Türk" adlı eserinde, Karahanlı halkının bozaya 'buhoun' diye adlandırdığını belirtmiştir. Osmanlı döneminde boza, en popüler içeceklerden biri olmuştur. 11. yüzyılda İstanbul'da çeşitli ve aromatik bozalar üretilmiş, şeyhler ve ulemalara yasemin kokulu, sarı boza, karanfil, pekmez, zencefil, hindistancevizi, tarçınlı ilaveli bozalar sunulmuştur.

II. Selim döneminde alkol oranının yüksek olması nedeniyle çeşitli kısıtlamalar ve yasaklamalar getirilmiş, boza haneleri zaman zaman kapatılmıştır; ancak 1670 yılında IV. Sultan Mehmet'in içki yasağı nedeniyle keyif verici içecek olarak düşünülen bozanın üretimi durdurulmuş ve bozahaneler kapatılmıştır (Çopur ve Tamer, 2004).

Boza kelimesi Farsça'da "buze" olarak bilinen darı anlamına gelmektedir. Bu kelime, Bulgarca, Hırvatça, Sırpça, Türkçe, Arnavutça ve Macarca dillerine "boza", Yunanca'ya "bozas", Rusça, Çekçe ve Lehçe dillerine "buza", Romence'ye "bozan", Fransızca'ya "bosan" (biere blanche) veya "bouza", Almanca'ya "busa" (Hiersebie), İspanyolca, Portekizce ve İtalyanca dillerine ise "buze" şeklinde geçmiştir (Pamir, 1961). Kuzey Afrika, Arap Yarımadası ve İran ülkelerinde ise "Merissa", "Buha" ve "Boza" olarak da bilinmektedir (Birer, 1987, Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Türk Standardı 9778 (Boza Standardı)'na göre boza "Yabancı maddelerden arındırılmış pirinç, darı, mısır, buğday ve benzeri tahılların iri kırım veya unlarından biri veya birkaçına su katılarak pişirilmesi ve sakkaroz (beyaz şeker) ilave edilerek tekniğine uygun olarak laktik asit ve alkol fermentasyonlarına tabi tutulmasıyla hazırlanan mamül" olarak tanımlanır. Standartta belirtilen özelliklere göre boza: "koyu veya açık krem renkte, tahıl tanesi ve kabuğu içermeyen homojen yapıda, viskoz yapıya sahip, kuru madde içeriği en az %20, toplam şeker içeriği en az %10, maksimum %2 alkol içeriğinde ve toplam asit içeriği (laktik asit cinsinden) en fazla %1 olmalı ve kendine has koku ve tat olmalıdır" şeklinde ifade edilmiştir (TS 9778). Bozanın kalitesinin ve tadının değişkenlik göstermesinin nedeni üreticilerin farklı hammaddeler ve farklı proses koşulları uygulamasından kaynaklanmaktadır (Zorba vd. 2003).

Fermentasyon, bozanın organoleptik ve sindirilebilirlik özelliklerinin artmasını sağlamaktadır. Bunun yanında içeriğindeki protein, karbonhidrat, yağ, diyet lif ve vitaminler sayesinde besleyici özellik göstermektedir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Rahatlatıcı ve ferahlık da verici etkisiyle boza genellikle kış aylarında tüketilen bir üründür (Birer, 1987). Bu ferahlatıcı etki içerisinde kısmen çözülmüş olan karbondioksitten meydana gelmektedir. Fermentasyonda üretilen

laktik asit sayesinde ekşi bir tat oluşmakta ve ağızda alkol tadından daha fazla hissedilmektedir (Pamir, 1961). Çeşitli ülkelerde ve Türkiye’de üretilen bozanın farklılığının sebebi kullanılan hammaddeler, üretim metodu ve alkol miktarından kaynaklanmaktadır (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Ülkemizde standart olarak maksimum %2 oranında alkol içeren boza bulunsa da yapılan araştırmalar, üretilen bozaların genellikle %1 civarında alkol içerdiğini göstermektedir. Diğer ülkelerde ise boza içeriğindeki alkol oranının %1 ile %6 arasında değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Birer, 1987, Yücel ve Köse, 2002, TS 9778, 2017).

a. Bozanın üretim aşamaları

Ülkemizde damak tadına uygun ve lezzetli boza daha çok darıdan elde edilse de diğer tahılların unu veya irmiği de kullanılır. Bozada mayaların aktivitesiyle oluşan alkol fermentasyonu sonucu üretilen CO₂ gazı hacimde artışa neden olmakta öte yandan laktik asit fermentasyonu sonucu üretilen laktik asit bozanın asidik karakterini oluşturmaktadır (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007). Bozada meydana gelen fermentasyon sonucunda serbest asitlik değeri yükselerek pH değeri düşmekte ve fermentasyondan sorumlu bakteriler tarafından üretilen metabolitler ürünün karakteristik tat ve aromasını kazandırmaktadır (Kabak ve Dobson, 2011, Hancıoğlu ve Karapınar, 1997). Başlangıçta pH değeri 4.1 – 6.7 arasında değişirken fermentasyondan sonra 4.0 veya daha düşük değerlere ulaşır (Birer, 1987, Yücel ve Köse, 2002).

Yapılan bir çalışmada çeşitli meyveler ile bozalar hazırlanarak besince zengin ve duyuşal özelliklerinin iyileştirilerek ve pastörizasyon işlemi ile muhafaza süresinin arttırılması hedeflenmiştir. Bu bozalar arasında en çok tercih edilenler ise sırasıyla karışık meyveli, elmalı, kayısılı bozalardır. Buna ilave olarak kayısı ve elma aromalı bozalar da beğenilmiştir (Çopur ve Tamer, 2004). Çeşitli oranlarda (sade, %3, %6, %9 oranında) keçiyoynuzu unu ilave edilerek hazırlanan bozaların özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ise, keçiyoynuzu unu oranındaki artış fermentasyonu ve dolayısıyla asitlik ve alkol miktarını da arttırdığı bildirilmiştir. Bu çalışmada %9 oranında keçiyoynuzu unu ihtiva eden boza duyuşal testlerde en az kabul edilebilirliği almıştır (Duran, 2011).

Diğer bir çalışmada buğday, mısır ve pirinç unu yerine farklı miktarlarda leblebi unu ile ikame edilerek boza üretilmiş ve leblebi unu katkısının bozanın mineral ve protein miktarını arttırdığı ayrıca leblebi unu katkılı boza örneklerinin sadece leblebi unu ile üretilene göre daha yüksek kabul edilebilirlik aldığı bildirilmiştir. Buna ilave olarak rapora göre farklı oranlarda leblebi unu içeren boza örnekleri kontrol boza örneği ile kıyaslandığında daha yüksek asitlik, alkol ve organik asit içerdiği ancak daha düşük sükröz içerdiği tespit edilmiştir. Çölyak hastaları için leblebi unu ile yapılan bozanın alternatif bir ürün olduğu da bu çalışmada ifade edilmiştir (Çelik vd. 2016).

Yapılan bir çalışmada adaçayı, karanfil, limon ve tarçının eklenmesiyle bozanın tat ve raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada ham haldeki boza belirtilen baharatlarla 1 gün süreyle fermente edilmiş ve 5 gün boyunca buzdolabında saklanmıştır. Karanfil katkılı bozada mezofilik aerobik bakteri sayısı en çok azalma göstermiş, adaçayı katkılı bozada ise en çok azalma laktik asit bakterinde ayrıca maya sayısında en çok azalma tarçın, karanfil ve adaçayı katkılı bozada olduğu bildirilmiştir. Duyusal test sonuçlarına göre görünüş puanını en yüksek ham boza almasına karşın tarçınlı boza en yüksek aroma ve kıvam puanı almıştır (Coşkun ve Çakır, 2014).

Hammaddelerin Hazırlanması: Bulgur, buğday, darı, mısır ve pirinç gibi tahıllar boza üretiminde kullanılmaktadır. Üretimde kullanılacak tahıl ya da tahıllar yabancı maddelerden ayrılır, irmik büyüklüğünde parçalanarak kavuz/kepek kısımları ayırmak için elenir. Bazı boza üreticileri bu tahılların unlarını da kullanmaktadır, darı için öğütme işlemi de yapılabilir. Kristal şeker, içme suyu, maya (bir önceki üretimden ayrılmış boza, fermente olmuş ekmek, yoğurt) boza üretim esnasında kullanılan diğer hammaddelerdir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007, Birer, 1987).

Kaynatma: Üretim için hazırlanmış tahılların karışımı paslanmaz çelik kazanlarda hacme 4 ya da 6 kat suyla devamlı karıştırılarak kaynatılır. Topaklanmayı önlemek sürekli karıştırma esasına dayanır. Kaynama esnasında tahıllar suyu absorbe ettiğinden işlem sonuna kadar birkaç kez aynı derecede su ilavesi gerekebilir. Kaynatma işlemi homojen bir karışım elde edinceye kadar devam eder. Kaynatma süresi tahıl cinsi, miktarı ve sıcaklığa bağlı olarak bir iki saat sürebilir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007, Birer, 1987).

Soğutma ve Süzme: Elde edilen tahıl sütü kaynatmadan sonra soğuması için beklenir. Bazı üreticiler bu işlemi hızlandırmak için sıcak tahıl sütünü mermer kaplara döker. Soğutma işleminden sonra ham boza 2 – 2,5 kat su ile sürekli karıştırılarak seyreltilir ve ardından süzülerek “şekersiz ham boza” elde edilir. Kalan küspe hayvan yemi olarak kullanılır (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Şeker İlavesi: Verimli bir fermentasyon için %20 oranında boza hammaddesine şeker ilave edilir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Fermentasyon: Bir önceki üretimden ayrılan boza % 2-3 oranında starter kültür olarak şeker ilave edilmiş ham bozaya katılarak karışım fermentasyona bırakılır. Starter kültür miktarı fermentasyon sıcaklığı ve üretim sezonuna bağlı olarak değişebilir. Yaklaşık 24 saat süren fermentasyon işlemi 25 °C civarında gerçekleşir (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Bozada alkol fermentasyonu ile oluşan karbondioksit gazı hacim artışına neden olur laktik asit bakterilerin faaliyeti sonucu gerçekleşen laktik asit fermentasyonu ile asidik karakter oluşur. Laktik asit fermentasyonu sonucu karbonhidratlar parçalanarak son ürün olan laktik asit ($CH_3 - CHOH - COOH$) oksidaz ve katalaz negatif, gram pozitif spor oluşturmeyen mikroaerofilik bakteriler tarafından gerçekleşir (Schillinger ve Lücke, 1987).

Özellikle Afrika, Orta Asya ve Orta Doğu ülkelerinde tahıl bazlı gıdalar geleneksel yöntemlerle laktik asit fermentasyonuna bırakılır. Kontrolsüz koşullarda, bir önceki parti ürünü starter kültür olarak kullanarak gerçekleşen fermentasyon ürünün stabilitesinde ve kalitesinde önemli değişimlere neden olmaktadır (Çopur ve Tamer, 2003).

Depolama: Depolama esnasında bozadaki maya ve bakterilerin faaliyetlerini en az düzeyde tutmak için depolamanın 15°C’ nin altında tutulması gerekmektedir (Köse ve Durak, 1998).

Geleneksel fermente içeceğimiz olan boza hem kış hem de yaz aylarında tüketilir ancak yüksek sıcaklıkta maya ve asetik asit bakterileri çoğalması ve aktivitesi sonucu duyu özelliklerinin değişmesine neden olur (Akpınar et al., 2010, Türker, 1974). Yaklaşık olarak bozanın raf ömrü 15 gün olup pH 3.5’e düşünceye kadar tüketilebilir (Altay vd. 2013, Gotcheva et al., 2001). Bir çalışmada +4°C’de depolanan bozanın raf ömrünün bir ya da iki hafta süreyle

olduğu sonrasında ürün asitliğinin yükselmesi sonucu tüketilemez hale geldiği ifade edilmiştir (Caputo et al., 2012). Bir çalışmada probiyotik başlatıcı kültür kullanılarak üretilen bozanın 12 gün süreyle +4°C’de stabilitesini koruduğu bildirilmiştir (Arslan vd. 2015).

Başka bir çalışmada raf ömrünün, pastörizasyon işlemi, koruyucu madde ilavesi ve soğukta muhafaza yöntemleriyle artırılması amaçlanmıştır. Soğukta muhafaza ve koruyucu madde örneklemelerinde yeterince fermente edilmiş boza ve mikroorganizma yükü daha az olan yeterince fermente edilmemiş boza kullanılmıştır. 70°C ve 80°C’de 10 dakika pastörize edilen bozalar stabilitesini 30 günden fazla koruduğu belirtilmiştir. Koruyucu madde olarak Na-benzoat ve K-sorbat kullanımının maya gelişimini engellediği yeterince fermente edilmemiş bozada +4°C’de 12 güne kadar raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. +4°C’de yeterince fermente olan bozanın 10 gün muhafaza edildiği bildirilmiştir (Kentel, 2001). Başka bir çalışmada ise, kontrollü koşullar altında starter kültür kullanılarak üretilmiş bozanın fermentasyon işleminden sonra 93°C’de 4 dakika pastörize edilmiş ve raf ömrü on beş güne kadar uzatılmıştır (Hancıoğlu, 1996).

b. Bozanın besin değeri ve kimyasal kompozisyonu

Farklı tahıl ürünlerinin boza hammaddesi olarak kullanılması, bozanın kimyasal bileşimini değiştirmektedir. Özellikle küçük işletmelerde bozada standart kalitede ürün elde etmek oldukça güçtür (Yucel ve Ötles, 1998). Üretimde kullanılan hammaddelerin özellikleri bozanın kuru madde içeriği ve viskozitesini etkilemektedir. Kavuz/kepek parçacıklarının tahıl kırmalarına veya ununa karışması viskozitede önemi artışa neden olmaktadır (Velitchka et al., 2000).

Asitlik değerine göre boza “tatlı boza” ve “ekşi boza” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Anonim, 2017). Mikroorganizmalar enerji ve karbon kaynağı olarak polisakkaritlerce zengin tahılları kullanırlar. Ayrıca mikroorganizmaların gelişmesine destek olan besin öğelerini (vitamin, mineral, steroller gibi) de içerirler (Salovaara et al., 2004). Bozada fermentasyon esnasında çözünür protein, asitlik, indirgen şeker, laktik asit ve asetik asit bakterilerinde artış olmasına karşın pH, toplam şeker ve sakkaroz miktarında azalma olur. Maya hücrelerinin yükü ve faaliyeti sonucu etanol miktarı ilk aşamada artarken fermentasyonun

devamında azalma gözlenir (Yücel ve Köse, 2002). TSE 9778 Boza Standardına göre bozanın kimyasal bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. TS 9778’e göre bozanın kimyasal bileşeni (Anonim, 2017).

Analiz	Değer
Kuru madde	En az %20 (m/m)
Toplam şeker	En az %10 (m/m)
Etil alkol	En çok %2 (m/m)
Kül	En çok 0,2 (m/m)
Toplam asitlik	%0,2-0,5 (m/m) (tatlı boza) %0,5-1,2 (m/m) (ekşi boza)
Uçucu asitlik	En çok %0,1 (m/m) (tatlı boza) En çok %0,2 (m/m) (ekşi boza)

Bir çalışmada %0.61±0.07 ile en yüksek toplam asitlik değerini buğday bozasında, darı bozasında ise en düşük toplam asitlik değerini %0.32±0.04 olarak belirtmiştir. Aynı çalışmada örnekler 3.43-3.86 aralığında pH değerine sahip iken, alkol içeriği bakımından buğday bozasının %0.46±0.04 oranı ile daha düşük olduğu bulunmuştur (Akpınar et al., 2010).

Başka bir çalışmada kuru madde, indirgen şeker, toplam şeker, toplam azot, kül, toplam asitlik, alkol ve pH değerleri sırasıyla %26,30, %6,2, %15,10, %1,23, %0,15, %0,30-0,50, %0,6’dır. Birer, 1987 yılında yaptığı çalışmada sırasıyla %23,65, %9,16, %11,60, %0,88, %0,16 olarak bulunmuştur (Topal ve Yazıcıoğlu, 1986).

Diğer çalışmaya göre bozanın besin öğeleri ve besin değeri çizelge 3’de gösterilmektedir. Boza besin ve enerji değerinin yüksek olmasının yanı sıra içeriğindeki karbondioksitten dolayı insan sindirim sistemi üzerinde rahatlatıcı etki göstermektedir (Güven ve Benlikaya, 2005, Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

Başka bir çalışmada, organik asit bileşimindeki değişimler buğday, mısır, darı ve pirinç kırmaları kullanılarak bir gün süreyle fermentasyona tabi tutulmasıyla belirlenmiştir. Araştırma neticesinde başlıca organik asitlerin okzalik asit, prüvik asit, laktik asit ve asetik asit olduğu ve iz miktarda ise malik, orotik ve sitrik asit bulunmuştur. Buğday kırmaları kullanılarak üretilen boza örneklerinin okzalik asit, asetik asit, laktik asit ve prüvik asit miktarları sırasıyla 425,50 mg/kg, 81,90 mg/kg, 322,62 mg/kg, 70,64 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Mısır kırmaları kullanılarak üretilen boza örneklerinde ise okzalik asit miktarı 186,22 mg/kg, laktik asit miktarı 276,62 mg/kg, asetik asit miktarı 49,51 ve prüvik asit

miktarı 82,61 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Akpınar et al., 2010). Bozanın içerdiği besin öğeleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Bozanın içerdiği besin öğeleri (Arıcı ve Dağlıoğlu, 2007).

	Ortalama (%)
İnvert şeker	6,2
Toplam şeker	15,1
Dekstrin	1,0
Azotlu madde (protein)	1,23
Kül	0,15
Lif	0,02
Yağ	0,25
Asitlik	0,3-0,5
Uçucu asitlik	0,04-0,3
Alkol	<0,6
Vitaminler	mg/100g
Tiamin (B1)	0,19-0,25
Riboflavin (B2)	0,18-0,21
Piridoksin (B6)	0,32-0,36

Kimyasal kompozisyonuyla ilgili yapılan çalışmaların yanı sıra bozanın insan sağlığı üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalar neticesinde antioksidanlar ve fenolik bileşiklerce de zengin ve önemli bir kaynak olduğu belirtilmiştir. Tahıllar flavonoidler ve fenolik asitler gibi fenolik bileşiklerce zengin kaynak olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar mevcuttur. Tahıllarda bulunan başlıca flavonoid antosiyaninler, fenolik asitlerde ise: p-kumarik asit ve ferulik asit başta gelmektedir (Dykes and Rooney, 2007, Mattila et al., 2005, Kim et al., 2006, Abdel-aal et al., 2006). Antioksidan özellikte olan fenolik bileşikler kanser, kalp hastalıkları gibi hücre doku hasarına neden olan ve serbest radikallerin rol aldığı hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir (Dykes and Rooney, 2007). Farklı miktarlarda bulgur, darı, kepekli pirinç, beyaz pirinç ve mısır kullanılarak üretilen bozaların flavonoid ve fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesini inceleyen bir çalışmada, bulgur ve mısır ya da bulgur ve kepekli pirinç karışımıyla yapılan bozanın toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinin ticari boza numunesine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, belirli tahıl kombinasyonlarının boza üretiminde antioksidan potansiyeli artırabileceğini göstermektedir. (Berктаş, 2012). Boza ve kefirin antioksidan aktivitesinin belirlendiği bir çalışmada iki ürünün de yüksek

antioksidan kapasitesine sahip olduğundan doğal antioksidan içeriğiyle rahatlıkla tüketileceğini bildirmiştir (Özpınar, 2012, Marjanović et al., 2015). Bosna-Hersek'te geleneksel yöntemlerle üretilen alkolsüz içeceklerde antioksidan aktivitesinin incelediklerine geleneksel yöntemle üretilen içeceklerin ticari üretime göre yüksek antioksidan aktivite değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada boza örneklerinde toplam fenolik madde miktarları 273,15-210,59 mg TAE/L, antosiyanin miktarı (kateşin cinsinden) 956,04-1539,83 mg kateşin/L olarak bulunmuştur (Marjanović et al., 2015).

Başka bir çalışmada bozanın sağlık üzerine tesirinin araştırıldığında jeneratif hastalıklardan olan hipertansiyonun boza ile ilişkisi belirlenmiştir. Kalp damar hastalıkları gibi hipertansiyon hastalıklarının tedavisinde Anjiyotensin I dönüştürücü enzimi inaktive edecek etkiye sahip biyoaktif peptitler önemli yer tutar. Yapılan incelemede enzim inhibitörü (kan basıncını düzenleyici) etkiye sahip peptitler açısından zengin bir kaynak olduğu ve gazlı içeceklere alternatif olarak bozanın tüketilmesi gerektiğini bildirilmiştir (Kancabaş ve Karakaya, 2013).

c. Bozanın Mikrobiyolojik Kompozisyonu

Bozanın doğal mikroflorasında yüksek oranda laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar bulunur fakat LAB mikrobiyal yükte baskındır ve ortalama 2/4 LAB/maya oranına sahiptir (Gotcheva et al., 2001).

Bozadan izole edilen LAB: *Lactobacillus*, *Weissella*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Oenococcus*, ve mayalardan *Clavispora*, *Cryptococcus*, *Candida*, *Coniochaeta*, *Geotrichum*, *Cystofilobasidium*, *Issatchenkia*, *Rhodotorula*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Trichosporon*, *Torulaspora* cinslerine ait çok sayıda alt tür izole edilmiştir (Todorov and Diks, 2007, Altay et al., 2013, Hancıoğlu ve Karapınar, 1997, Gotcheva et al., 2001, Kabadjova et al., 2000, Botes et al., 2007, Kıvanç et al., 2011, Caputo et al., 2012, Heperkan et al., 2019). Boza örneklerinde maya ve bakteri popülasyonundaki çeşitliliğin üretimde kullanılan hammadde, proses ve depolama koşullarından etkileneceği bildirilmiştir. Bozadan izole edilen patojen bakterilerin ticari boza üretiminde GRAS statüsünde başlatıcı kültürler geliştirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır (Botes et al., 2007). Diğer çalışmada bozada bulunan laktik asit bakterilerinden

Lactobacillus sanfrancisco (%21,9), *Leuconostoc paramesenteroides* (%25,6), *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* (%18,6), *Lactobacillus confusus* (%7,8), *Lactobacillus coryniformis* (%9,1), *Limosilactobacillus fermentum* (%6,5), *Leuconostoc oenos* (%3,7) ve *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* (%7,3); mayalardan ise *Saccharomyces cerevisiae* (%17,0), *Saccharomyces uvarum* (%83,0) olduğu rapor edilmiştir, ayrıca 24 saatlik fermentasyon sonucunda LAB sayısının $7,6 \times 10^6$ ' dan $4,6 \times 10^8$ kob/ml'ye $2,25 \times 10^5$ kob/ml olan maya sayısının $8,1 \times 10^6$ 'ya yükseldiği tespit edilmiştir (Hancıoğlu ve Karapınar, 1997).

Saccharomyces carlsberg ve *Saccharomyces cereveciae* mayalarının faaliyeti sonucu alkol üretimi olduğu da bildirilmiştir ve bozada *Candida mycoderma*, *Torulopsis candida*; LAB olarak *Lactobacillus* spp., *Micrococcus varian migula*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Leuconostoc paramesenteroides* ve *Streptococcus* spp. izole edilmiştir (Pamir, 1961).

Trichosporan capitatum, *Candida scotti* izole edilen mayalarla beraber *Leuconostoc paramesenteroides* ve *Lactiplantibacillus plantarum* bakterilerini de izole etmişlerdir (Topal ve Yazıcıoğlu, 1986)

Yapılan bir çalışmada izole ettikleri mayalar: *Candida boidinii*, *Candida lactiscondes*, *Saccharomyces kluyveri*, *Candida lambica*, *Candida versatilis*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida norvegica*, *Rhodotorula araucariae* ve *Torulospora delbrueckii*'dir (Göçmen et al., 2000).

Fermentasyon işleminde kullanılan ve genel olarak GRAS (Generally Recognized As Safe) statüsündeki mayalardan olan *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces boulardii* bozanın doğal mikroflorasında bulunmakta ve probiyotik özellikte olduğu belirtilmektedir (Blanguet et al., 2001, Saegusa et al., 2004).

Maya fermentasyonunda rol alan *Saccharomyces cerevisiae*'nin aktivitesi sonucu alkol ve diğer aroma maddelerinin oluşturması özelliğinin yanı sıra gıda maddesinin besleyici özelliğini artması, LAB gelişimini desteklemesi, probiyotik etki göstermesi, enzim üretimi ve patojen bakterilerin gelişimini engellenmesi gibi özellikleri de bulunmaktadır (Jespersen, 2003).

Bulgaristan'da üretilen bozalar incelendiğinde %23 oranında *Lactobacillus acidophilus*, %24 oranında *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactobacillus coprophilus* (%11,0), *Leuconostoc raffinolactis* (%9,0), *Lactobacillus brevis* (%15,0) ve *Leuconostoc mesenteroides*'inde izole edildiği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada Toplam LAB yükünün 7.6×10^7 Kob/ml ve maya hücrelerinin sayısının 3.2×10^7 Kob/ml olduğu bulunmuştur (Gotcheva et al., 2001).

Botes vd. 2007'de yaptıkları çalışmada yine Bulgar bozasının örneklerinde izole edilen LAB sayısının 9×10^6 ile 5×10^7 Kob/ml arasında değiştiğini bildirmiştir (Botes et al., 2007).

Ankara, İstanbul, Isparta ve Antalya illerinden temin edilen 15 farklı boza örneğinin mikroflorası tespit edilmiştir. Neticesinde numunelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı sayısı 2.4×10^7 ile 3.2×10^8 kob/ml arasında değişmekte ve ortalama 1.2×10^8 kob/ml olmaktadır; LAB sayısı 2.1×10^7 ile 2.9×10^8 kob/ml arasında değişmekte ve ortalama $9,3 \times 10^7$ kob/ml; maya-küf sayısı 4.7×10^5 ile 5.4×10^6 kob/ml arasında değişmekte ve ortalama 1.9×10^6 kob/ml olduğu bulunmuştur. Sadece bir örnekte 1.1×10^2 kob/ml koliform grubu bakterilerin olduğu tespit edilmiştir (Tuncer vd, 2008).

Bozada bulunan mikroorganizmalar arasındaki etkileşim ürünün kalitesinde çeşitliliğe neden olmaktadır. Buğday, mısır ve pirinç unu kullanılarak üretilen bozalarda farklı starter kültür kullanılarak fermente edilmekte ve duyuşal açıdan en iyi puanı *S. cerevisiae*, *L. confusus* ve *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* en iyi kültür kombinasyonu kullanılarak üretilen boza numunesi almıştır (Zorba et al., 2003).

Ayrıca yapılan bir çalışmada en iyi duyuşal puanı *L. acidophilus* + *L. casei* Shirota kültür kombinasyonu kullanılarak üretilen ticari boza örneği almıştır (Tomruk vd. 2014). Tahıl fermentasyonuna dayalı içeceklerde maya içeren starter kültürler kullanımının alkol oranında artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Pacala et 2013).

Probiyotik boza üretimi için yapılan bir çalışmada *L. casei* Shirota kültürü ile fermente edildiği, proses koşullarına ve depolama süresince canlılığını koruduğu aynı zamanda bozanın kabul edilebilirliğinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir (Öztürk et al., 2013).

Boza örneklerinin analizi sonucunda maya küf sayısının 7.50 kob/g, Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayısının 7.65 log kob/g, koliform grubu bakteri sayısının 1.22 log kob/g, M17 agarda gelişen LAB sayısının 7.91 log kob/g ve MRS agarda gelişen LAB sayısının 8,00 log kob/g olduğu tespit edilmiştir (Meriç, 2010).

Boza üretim süreci esnasında üretimde kullanılan ekipmanlarda, hammaddelerden, havadan, personelden çeşitli mikroorganizmalar bulaşabilir ve bunlar gıda ürününün bozulmasına neden olabilir (Aytekin, 2001). TS 9778 Boza Standardına göre bozada *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ve fekal koliform grubu bakteriler bulunmamalı ve koliform grubu bakteriler en çok 10 kob/g olmalı; küf miktarı en çok 20 kob/g olmalıdır (Anonim, 2017).

LAB gıda zehirlenmelerine sebep olan bakterilerin gelişmesini ve gıdaların bozulmasını engeller (Hancıoğlu ve Karapınar, 1998). Bu bakterilerin metabolitleri bakteriyosin gibi antimikrobiyal özellikte olup gıdanın depolama süresini arttırır (Mollendorf et al., 2006). Bakteriyosinler bakteriostatik ve bakterisidal aktivite gösteren proteinlerdir (Todorov ve Dicks, 2007). Ayrıca bakteriyosinler bakteri hücrelerinde ribozomal olarak sentezlenen, antagonistik etkiye sahip protein yapıda bileşiklerdir (Akkoç et al., 2011). Bakteriyosinler özellikle *Bacillus coagulans*, *B. cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *B. circulans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *B. subtilis* ve *B. laterosporus* inhibe etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bozadan izole edilen bakterilerin *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *E.coli* üzerine etkileri incelenmiş ve sonuçta asitliğin artmasıyla birlikte 12 saat sonunda *Salmonella*; 32 saat sonunda ise *E.coli* inaktif olmuştur (Aktuğ-Gönül ve Hancıoğlu, 1999). Ayrıca Bulgar bozası ve Türk bozasından izole edilen *L. lactis* subsp. *lactis* tarafından üretilen B14 bakteriyosini ve diğer metabolitlerin de antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir (Tuncer vd. 2008, Akkoç et al., 2011).

Yapılan çalışmalarda bozadan izole edilen *Lactococcus* spp, *Leuconostoc* spp. ile *Lactobacillus* spp. bakterilerinin alt türleri gram pozitif bakteriler üzerine antimikrobiyal etki göstermiştir aynı zamanda gram negatif bakterilerin faaliyetini de engellediği rapor edilmiştir (Todorov ve Dicks, 2007, Kabadjova et al., 2000, Akkoç et al., 2011).

Başka bir çalışmada bozada bulunan LAB'nin *Listeria innocua* gibi Gram pozitif, *E. coli* gibi Gram negatif bakterilerine karşı da antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bozada tanımlanan *L. lactis* subsp. *lactis* GYL32 suşu tarafından üretilen nisin Z maddesi sayesinde gıdanın raf ömrünün artırılması için başlatıcı kültür olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Ivanova et al., 2000, Kabadjova et al., 2000).

Diğer çalışmada boza numunelerinden izole edilen LAB'nin patojen mikroorganizmalara karşı inhibe edici etki göstermektedir ve izolatlar şu şekildedir: *Coryniformis faecium* (1 izolat), *L. paraplantarum* (1 izolat), *L. lactis* subsp. *lactis* (2 izolat), *L. brevis* (4 izolat), *L. plantarum* (24 izolat), *L. paracasei* subsp. *paracasei* (3 izolat), *L. graminis* (4 izolat), *Leuconostoc citreum* (5 izolat), *Pediococcus* spp. (1 izolat)'dır (Kıvanç et al., 2011). Farklı çalışmada boza izolatlarının antimikrobiyal etkisi sırasıyla en çok toplam bakteri sayısında, *E.coli* ardından *L. monocytogenes*, *S. pneumonia* ve en düşük etki ise *B.cereus* üzerine olmuştur (Pehlivanoglu et al., 2015).

Bozada bulunan ve fermentasyon koşullarına bağlı olarak değişiklik gösteren birçok bakteri probiyotik etki göstermektedir. Ayrıca insan metabolizmasına probiyotik olarak faaliyet göstermesi için 10^6 - 10^8 kob/g-ml canlı hücrenin alınması gerekmektedir (Kabak ve Var, 2004, Martin-Diana et al., 2003, Reid et al., 2001). Genel olarak bozada bulunan LAB ve maya sayısının belirtilen limitler içerisinde olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Hancıoğlu ve Karapınar, 1997, Velitchka et al., 2000, Zorba et al., 2003).

Geleneksel içeceğimiz bozada bulunan bakterilerin probiyotik etki göstermeleri için fermentasyonun kontrollü koşullar altında yapılmasını ve bu işlemde belirli bir starter kültür kullanılması gerektiğini vurgulamıştır (Arslan et al., 2015). Boza üretiminde fermentasyonda kullanılacak kültürlerin probiyotik özellikte suşlar arasından seçilmesinin ürünün fonksiyonel özelliğini de arttıracaklarını belirtmiştir (Altay et al., 2013). Bozanın probiyotik özelliğinin incelendiği bir çalışmada izole edilen *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. pentosus*, *L. plantarum* bakterilerinin bu etkiye sahip olduğu ve bu sayede bozanın fonksiyonel bir gıda ürünü olarak değerlendirileceği rapor edilmiştir (Todorov et al., 2008). Üretiminde probiyotik özellikte mikroorganizmaların (*Bifidobacterium bifidum* BB-12, *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5)

starter kültür olarak kullanıldığı bozanın halk sağlığını destekleyeceği de ifade edilmiştir (Arslan et al., 2015).

B. Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) Genel Özellikleri

Laktik asit bakterileri Firmicutes filumuna şubesine ait *Bacilli* sınıfının, *Lactobacillales* takımının altında altı familya içerisinde gruplandırılmış, oksidaz negatif, katalaz negatif, gram pozitif, spor oluşturmeyen (*Sporolactobacillus inulinus* hariç), sitokrom bulundurmeyen genelde hareketsiz özellik gösterirler. DNA guanin ve sitozin baz bileşiminin %53'den az olmayan, genom boyutları genellikle 1,8-3,4 Mbp (mega base pairs) arasında olan, nitratları indirgeyemeyen, büyüme ve gelişmeleri bazı vitamin, amonyum, glikoz, aminoasitlere gibi bileşiklere ihtiyaç duyan, aside toleranslı kok ve çubuklardır. termofil ve mezofil özellik göstererek 10-45°C arasında gelişebilir. 3.2 ile 9.6 pH aralığında faaliyet gösterirken optimum 5.5-6.5 pH değerinde çalışırlar. Aside ve alkaliye karşı yüksek tolerans gösterirken değişen tuz konsantrasyonlarında da faaliyetlerine devam eder ve heteretrof beslenirler. Oksijeni kullanma yeteneklerine göre anaerobik, aerotolerant ya da mikroaerofilik davranış sergilerler. En yaygın ve önemli cinsleri arasında *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Lactococcus*, *Tetragenococcus*, *Lactosphaera*, *Coryniformis*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Streptococcus*, *Oenococcus*, *Vagococcus* ve *Weisella* yer almaktadır (Wood ve Holzapfel, 1992, Dinçer vd, 2009).

LAB sınıflandırılmasında morfoloji, gelişme sıcaklıkları, şekeri fermente etme yöntemi, üretilen laktik asidin konfigürasyonu, asit, alkali ve tuz konsantrasyonlarında gelişmeleri, oksijen kullanım şekillerine göre yapılmaktadır. Hücre duvarı bileşenleri, bileşen kompozisyonları gibi kemotaksonomik özellikler de kullanılmaktadır. Günümüz teknolojisinde taksonomisi rRNA dizisinin belirlenmesine dayalı olarak yapılan filogenetik sınıflandırmadır. Yeni cinsler rRNA diziliminin oligonükleotit problemleri ile belirlenmektedir. Mikroorganizmaların tanımlanması ve sınıflandırılması için yeni yöntemler gelişmesiyle beraber gelecek vaat eden yöntem ise PCR yöntemi kullanılarak kısmi r-RNA gen sırası belirlenmesi olur (Evren vd. 2011, Hwanhlem et al., 2014). LAB morfolojik olarak incelendiğinde *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* gibi yuvarlak veya eliptik şeklinde ya da

Lactobacillus gibi kısa veya uzun çubuk şeklinde olabilmektedir. Aynı zamanda laktobasil suşlarının bazıları hareketli ve endospor oluşturur; bazı pediokokların ve laktobasil suşlarının katalaz pozitif oldukları bilinmektedir (Yörük ve Güner, 2011).

Laktik asit bakterileri, amino asit sentezleme yeteneği çok kısıtlıdır Bu grup bakteriler, enerji kaynağı olarak şekeri fermente ederler bu yüzden şeker içeren ortamlarda gelişim gösterirler ancak bunun yanında faaliyetleri için vitamin, amino asit, purin ve pirimidin gibi besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle bitkilerde, insan ve hayvan bağırsak sistemleri, süt ve süt ürünleri bu bakteriler için uygun ortam sağlar ve bu ortamlarda bulunur. (Barinov et al., 2011).

FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Ajansı) tarafından GRAS olarak kabul edilen doğal habitatları hayvanlar, insanlar, bitkiler olan LAB fermentasyonda özellikle yedi farklı cinsi (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Coryniformis*, *Pediococcus*, ve *Streptococcus*) faaliyet gösterir (Temmerman vd. 2004). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* gibi bazı türlere ve suşlarına QPS (Nitelikli Güvenlik Varsayımı) statüsü vermiştir (EFSA, 2007).

LAB, gıda fermantasyonunda yaygın şekilde kullanılan mikroorganizmalardır (Boeck et al., 2010). Fermentasyonda kullanılmalarının sonucu olarak ürünün raf ömrünü artırır, duyuşsal özellikleri iyileştirir, besin değerine katkı sağlayarak laktik asit oluşturarak tat, doku gibi karakteristik özelliklerinin gelişmesine de etki gösterir (Barinov et al., 2011).

Yoğurt, krema, peynir, tereyağı, sosis, çeşitli turşular, zeytin gibi ürünlerin fermentasyonunda LAB yaygın olarak kullanılır buna karşın bazı LAB türleri şarap, bira ve işlenmiş et gibi ürünlerde bozulmaya neden olmaktadır (George et al., 2018).

Laktik asit bakterilerinin belirli koşullar altında glikozu fermente yöntemlerine göre de sınıflandırılır. LAB'ın karbonhidratları metabolize etme yöntemleri dikkate alındığında homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere iki gruba ayrılır.

1.Homofermantatif laktik asit bakterileri: Glikozu Embden-Meyerhof Parnas (EMB) yoluyla parçalayarak %90 laktik asit ve %10 CO₂ oluştururlar.

2.Heterofermentatif laktik asit bakterileri: Glikozu hekzozmonofosfat (HMP) yoluyla parçalayarak laktik asit üretir bununla beraber asetik asit, etanol ve karbondioksit de oluştururlar. Üretilen laktik asidin miktarı türe göre değişkenlik gösterir (Wood ve Holzapfel, 1992).

1. Gıda Endüstrisinde Laktik Asit Bakterilerinin Kullanımı

Mikroorganizmaların gıda maddelerinin korunmasında, insanlık tarihi boyunca yaygın bir uygulama olarak görülmektedir (Ross et al., 2002). Fermentasyon geleneksel bir teknolojidir; gıda ürününün korunması ve yararlı mikroorganizmaların gelişmesi ve metabolik faaliyetlerinden yararlanır. Bu işlem, mikrobiyal stabiliteyi ve güvenliği, ürünün raf ömrünü, bileşen biyoyararlanımını, protein ve karbonhidratların sindirilebilirliğini ve organoleptik özelliklerini geliştirir (Nout, 2014, Tamang et al., 2016).

Günümüzde gıda ürünlerinin kimyasal koruma yöntemlerine kıyasla biyolojik koruma daha güvenlidir. İstenmeyen mikroorganizmaların gelişimini önlemek için gıda matrislerinde faydalı mikroorganizmalar kullanılır. Bu, "biyokoruma" olarak bilinir. Probiyotiklerin fırsatçı mikroorganizmaların ilerlemesini kontrol altına almak için mutlak yöntem hala belirsiz olsa da, en yaygın önerilen mekanizmalar bakteriyosinler, organik asitler ve hidrojen peroksit gibi maddelerin üretimidir (Iglesias et al., 2017).

Gıda endüstrisinde, laktik asit bakterileri birçok farklı proste kullanılmaktadır. Yoğurt üretiminde *Streptococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp. bakterilerinin birlikte kullanıldığı, çeşitli tat ve aromalara sahip peynirlerde *Lactococcus* spp.'nin, sauerkraut, sosis, zeytin gibi gıdaların üretiminde *Leuconostoc* spp.'nin ve bira, şarap ve işlenmiş et gibi ürünlerde de bazı LAB'ların önemli rol oynadığı belirtilmelidir. Laktik asit bakterileri özellikle süt ürünlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Kefir, kefir tanelerinin sütün içine eklenmesiyle oluşan bir süt ürünüdür. Kefir fermentasyonu sırasında hem asidik hem de alkolik fermentasyonun bir arada gerçekleştiği bir süreçtir. Yapılan çalışmada, kefir tanelerinin içerisinde laktozu fermente eden veya etmeyen mayaların yanı sıra homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri ile asetik asit bakterilerinin bulunduğu bir mikroflora tespit edilmiştir (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003).

Yoğurt, peynir ve kremadan elde edilen sütlerde yaygın olarak kullanılan laktik asit bakterileri, mezofilik tür olan *Lactococcus lactis* ve termofilik türler arasında bulunan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'tur. Yapılan bir çalışmaya göre, laktik asit fermentasyonu, asetaldehit ve diasetil üretimini içerir ve bu ürünler özellikle yoğurtta tat oluşumuna katkıda bulunur. Ayrıca, laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit üretimi, süt ürünlerinin yapısal özelliklerini artırmada önemli bir rol oynar (Erten et al., 2014).

Bir araştırmaya göre, laktik asit bakterileri peynir olgunlaşmasını hızlandırmada önemli bir rol oynar. Peynir olgunlaşması sürecinde, laktik asit bakterilerinin proteolitik ve lipolitik aktiviteleriyle süt enzimlerinin reaksiyonu sonucunda aromatik bileşikler oluşur (Leroy ve De Vuyst. 2004).

Laktik asit bakterilerinin sıkça kullanıldığı sektörlerden biri de et ürünleridir. Fermentasyon işlemi süresince patojen oluşumunu engellemek, duyuusal yeteneklerini geliştirerek asitleştirme sayesinde gerçekleşir. Bu işlem ürünün renk ve yapısının kararlılığını iyi yönde etkilemektedir. Bilhassa sucuk fermentasyonunda dominant türler *Lactobacillus sakei* ve *Lactobacillus curvatusare* türleridir (Erten et al., 2014).

Şarap laktik asit bakterilerinden yararlanan en önemli gıdaların başında gelir. Şarap üretimi sırasında birden fazla laktik asit bakterileri bulunmaktadır. *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Oenococcus* ve *Leuconostoc* türleri varolmakta ve birbirleri içerisinde zıt etki yaratmaktadırlar. Bu etkinin kaynağı ise antimikrobiyal özellikteki bileşiklerdir (Guzzo ve Desroche, 2009).

Fermentasyon günlük hayatta çokça tüketilen taze sebze ve meyvede de bulunmaktadır. Ürüne uygun laktik asit bakterisinin geliştirilmesi sayesinde meyve ve sebzelerin kalitesi artırılmaktadır. Bu ürünler arasında turşu, lahana ve yağlar tüketimi açısından en fazla dikkat çekenlerdir. Taze bir bitkinin %0.15-1,5'lük kısmı bakterilerden oluşmaktadır (Dinçer vd. 2009).

Toksik veya besinsel olmayan etmenlerin azaltılmasında, nutrasötiklerin üretiminde, işlemlerin hızlarının artırılmasında, aroma oluşumunda, başlatıcı olarak yapının geliştirilmesinde laktik asit bakterileri kullanılmaktadır (Leroy ve De Vuyst. 2004). Fazlaca kullanılan başlatıcı kültürlerde *L. lactis* alttür *lactis* ve

L. lactis alttür *cremoris* ile *L. casei* ise mezofilik kültürlerdir. Sıvı kültürler, liyofilize kültürler veya derin dondurulmuş kültürler olarak asit geliştirici başlatıcılar veya aroma geliştirici laktik asit bakterileri endüstriye sunulmaktadır (Tunail, 2009). Bu özellikleri; başlatıcı kültür olarak kullanıldıkları gıdalarda, fermentasyon şartlarında metabolizmanın ana ürünü olan laktik asidi üretmelerinin yanında fermente ürünlerin tatlarına ve yapılarına katkıda bulunan asetik asit, ekzopolisakkarit, asetaldehit, diasetil, etanol ve şeker alkollerini gibi diğer yan ürünleri de sentezleyebilmeleri ile ilgilidir (Mayo et al., 2010, Patel ve Prajapati, 2014). Özellikle laktik asit bakterileri gibi vitamin üreten mikroorganizmaların kullanımı, kimyasal olarak sentezlenmiş vitaminlerin doğal ve ekonomik açıdan alternatifi olmuştur (Leblanc et al., 2010, Leblanc et al., 2013). Ek olarak laktik asit bakterileri meyvelerin korunmasında kullanılan sülfür dioksit ve benzeri maddelerin kullanımını kısmen veya tamamen durdurma ihtimali vardır. Laktik asitleri bu amaçla kullanarak meyvelerin fenolik bileşik ve antioksidan düzeyi istenilen seviyede tutulabilmektedir (Martinez-Castellanos et al., 2011). Fermentasyondan sonra süt ve süt ürünlerinde, sebzelerde, tahıllarda ve et ürünlerinde vitamin, minerallerin ve aminoasit miktarı artar. Peynir üretiminde, laktik asit bakterileri genellikle starter kültür olarak kullanılmakta veya birçok peynir çeşidinin starter olmayan mikroflorasında baskın mikroorganizmalar olarak bulunmaktadır. Ortamın laktik asit; kalsiyum, fosfor ve demir miktarı fermentasyon sonrasında artar. Laktik asit bakterileri, içerdikleri proteinaz enzimleri aracılığıyla kazein proteinini parçalayarak daha küçük moleküllere dönüştürerek sindirimi kolaylaştırır. Lipitler esterleşmemiş yağ asitlerinin sayısı arttıkça daha kolay parçalanır (Yang et al., 2003).

2. *Lactobacillus* cinsi bakteriler

Lactobacillus cinsi hücrelerinin şekilleri kısa çubuktan (kısmen kokoid) uzun çubuğa kadar değişen şekillerde, ince veya kalın, çoğu zaman eğri olan, tek hücre ya da zincirler halinde bulunan hücre fiziksel özelliklerine sahip, hareketsiz, fakültatif anaerobik, gram pozitif, katalaz negatif olmakla beraber farklı gelişme koşullarına, metabolik özelliklere ve morfolojiye sahip heterojen bir bakteri grubudur. Glukoz içeren ortamlarda gelişme gösterirken, türlere bağlı olarak L(+),D(-) veya DL laktik asit veya asetik asit, etanol, laktik asit ve CO₂ karışımı üretirler. Çoğu türü fruktoz, laktoz, galaktoz veya sukrozu parçalayabilir ve

bazıları da pentozları fermente etme yeteneği gösterir. 1°C ile 50°C gibi geniş bir aralıkta gelişme gösterirlerken, starter kültür olarak gıda sanayinde kullanılan türlerin büyük çoğunluğu uygun fermentasyon koşullarında 10°C ile 25°C arasında faaliyet gösterirler. Ortamın karbonhidrat yoğunluğuna göre türe bağlı olarak pH'yı 5.0 ile 3.5 arasında düşürebilir (Heperkan, 2021:123).

Doğada tahıllar, sebzeler, fermente sebzeler, bitkiler, tohumlar, süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri ve bazı türleri insan ve hayvan sindirim sisteminde bulunur. Türlerin çoğu gıdaların bozulmasına neden olur (Heperkan, 2021:123).

Lactobacillus cinsine ait türlerin bir kısmı tahıl, et, süt, sebzelerin fermentasyon koşullarında starter kültür olarak kullanılırken, kalanlar kendiliğinden gelişen fermentasyonla da gıda maddesinin üretilmesine katkı sağlar. *Lactobacillus* türleri pentoz ve heksozları hidrolize etme yollarına göre üçe ayrılır:

I. Grupta yer alan *Lactobacillus* türleri: Sadece heksozları fermente ederek laktik asit oluşturur.

II. Grupta yer alan *Lactobacillus* türleri: Ortamda bulunan karbonhidrat kompozisyonuna ve miktarına göre ya tek başına laktik asit ya da bunun yanında formik asit ve asetik asit karışımı: karbondioksit ve etanol üretirler.

III. Grupta yer alan *Lactobacillus* türleri: Karbonhidratların fermentasyonu sonucunda asetat, laktat, karbondioksit ve etanol üretirler (Heperkan, 2021:123).

Ayrıca *Lactobacillus* türleri Bu cins bakteriler aerotolerant veya anaerobik, asidurik ve asidofilik'dir. Ayrıca gelişmeleri için karışık besin maddelerine gerek duymaktadırlar. DNA yapılarında ½ mol oranından daha düşük miktarda sitozin ve guanin içermektedir (Sanchez and Sanz, t.y.).

Uzun yıllardır kullanılan en önemli ürünler tahıllardır. Ekşi hamurdan 50 türden fazla laktik asit bakterisi izole edilmiştir. Bu izole edilen bakterilerin büyük kısmını ise *Lactobacillus* cinsi oluşturmaktadır. Hamur ve ekmeğin yapımı için üretilen aktif mikroorganizma içeren ekşi hamur bir ara üründür. *Lactobacillus* cinsi bakteriler, bu ürünün reolojik özellikleri, tat ve besin değerlerinden sorumludur. Ekmeğin mikrobiyolojik dengesi, fiziksel gelişimi ve istenen asitlik düzeyine ulaşılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu endüstride en yaygın olarak kullanılan türler arasında *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L.*

sanfranciscensis, *L. paralimentarius*, *L. brevis*, *L. pontis*, *L. alimentarius*, *L. delbrueckii*, *L. amylovorus*, *L. crispatus*, *L. casei* ve *L. reuteri*, bulunmaktadır. Bu türler, ekmeğin kalitesini ve özelliklerini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Gerekova et al., 2011).

a. *Limosilactobacillus fermentum*

Limosilactobacillus fermentum, çubuk şeklinde (tekli veya çoklu uzun zincirler), gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz, hareketsiz özelliklere sahiptir ayrıca guanin ve sitozin konsantrasyonu %52-54 moldür ve peptidoglikana (d-aspartil-l-ornitin tipinde) sahiptir (Moser and Savage, 2001).

Limosilactobacillus fermentum, heksozları HMS iz yolu ile, pentozları PP iz yolu ile laktat, asetat, etanol ve karbondioksit hidrolize ederek kuvvetli heterolaktik özellik gösterirler (Heperkan, 2021:132). Karbonhidratların metabolize edilmesinde fermentasyon süresi koşullara ve suşa bağlıdır (Moser and Savage, 2001).

ABD Gıda ve İlaç İdaresi FDA tarafından “genellikle güvenli kabul edilen” (GRAS) bir organizma olarak sınıflandırılan *L. fermentum*, fermente edilmiş gıdalarda görülme oranı oldukça yüksektir (Kewuyemi et al., 2020, Anderson et al., 2013).

Bu bakteri grubu endüstriyel fermentasyonda da kullanılmaktadır ve özellikle süt ürünlerinin üretiminde starter kültür olarak tercih edilmektedir (Dickson et al., 2005).

b. *Lactocaseibacillus paracasei*

1989 yılında gerçekleştirilen bir çalışma sonucunda, *Lactobacillus casei* grubu yeniden sınıflandırılmış ve bu grup içindeki çoğunluk *L. paracasei* subsp. *paracasei* olarak sınıflandırılmıştır. *L. casei* ve *L. casei* spp. gibi bakteriler, 0°C'de büyüme yeteneğine sahipken, 45°C'de büyüyemezler. Ayrıca, *L. rhamnosus* 16 bakterisinden farklı olarak, rhamnoz şekeri fermentasyonunu gerçekleştirmez. Bu bakterinin suşlarının bir kısmı laktik asit'in hem L(+) hem de D(-)formunu sentezlemektedir (Minervini et al., 2010).

Lacticaseibacillus paracasei, fakültatif heterofermantatif olup, heksozları EMP iz yolu ile laktata ya da pentozları PP iz yolu ile laktat, asetat, etanol ve karbondioksite hidrolize ederler (Heperkan, 2021:132).

Lactobacillus cinsinin yakın zamanda, mikroorganizmaların filogenetik konumunu yansıtan ve aynı zamanda ekolojik ve metabolik özellikleri de göz önünde bulunduran 25 farklı cinse yeniden sınıflandırılmasını önermiştir. Bu sınıflandırmada *L. paracasei* olarak isimlendirilen türün *Lacticaseibacillus cinsi* olmasını önerdi (Zheng et al., 2020).

c. *Lactiplantibacillus plantarum*

Lactiplantibacillus plantarum, gram-pozitif, sporsuz, hareketsiz, mezofilik ve mikroaerofilik özellik gösteren bakteridir. Bu bakteri, 10-15 °C gibi düşük sıcaklıklarda bile gelişme gösterebilirken, 45 °C gibi yüksek sıcaklıklarda gelişme göstermez. Hücreler, yuvarlak uçlu, tek tek, çiftler halinde veya kısa zincirler halinde bulunan düz çubuklardır. Bu hücrelerin uzunluğu genellikle 3-8 µm arasında, genişlikleri ise 0,9-1,2 µm arasında değişen kısa ve uzun zincirlerden oluşur (Corsetti and Valmorri, 2002). Pederson, 1938 tarafından belirlendiği üzere, termal ölüm sıcaklığı 65-75 °C'de 15 dakika olarak belirlenmiştir. Son zamanlardaki 16S rRNA tabanlı genom çalışmalarından edinilenlere göre, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*- *Pediococcus* grubuna aittir. *Lactiplantibacillus plantarum*, insan mide bağırsak yolunda doğal olarak bulunması nedeniyle probiyotik uygulamalarında etkili olduğu bilinmektedir. Bu bakteri biyo-koruyucu özellikler, antioksidan aktivite, bağışıklık geliştirici ve anti-kolesterol etkisi gibi çeşitli fonksiyonel faydalara sahiptir (Tamang et al., 2016).

L. plantarum suşları, genellikle glikoz eksikliğinde katalaz aktivitesi gösterir. Hücre duvarlarında gliserol veya ribitol taykoik asit bulunmaktadır. *L. plantarum* suşları fakültatif heterofermantatif özellik gösterir ve fruktoz, galaktoz, amigdalin, selibiyoz, eskülin, glikoz, glukonat, laktoz, maltoz, rafinoz, riboz, salisin, mannitol, mannoz, melibiyoz, sorbitol, sakkaroz ve trehalozu fermante eder. Karbonhidratlar dışında, *L. plantarum* suşlarının büyük bir kısmının arabinoz, melezitoz ve ksilozu da fermante ettiği gözlenmiştir. Anaerobik koşullarda, bu suşlar karbonhidratlardan DL-laktik asit üretirler.

Flagella ve hareketlilik özellikleri bulunmaz. *L. plantarum* suşlarının kolonileri genellikle 2-5 mm çapında, yuvarlak, beyaz ve mat görünümlüdür. Bazı durumlarda ise açık veya koyu sarı renkte olabilirler. Bu suşlar, früktoz 1,6-difosfat aldolaz enzimine sahiptirler. *L. plantarum* suşları, glukonatlı besiyerinde CO₂ oluşturarak büyümektedir. Ayrıca, ribozu 1 mol asetik asit ve 1 mol laktik aside dönüştürebilirler ve diğer pentozları da fermente edebilirler. *L. plantarum* suşları, gelişim için niasin ve kalsiyum pantotenat dışında B12 vitamini, folik asit, tiamin, piridoksal-piridoksamin, tiamidin ve deoksiriboz gibi bileşenlere ihtiyaç duymazlar. Çoğunlukla ise riboflavine ise ihtiyaç duymazlar. (Kandler and Weiss, 1986, Kılıç, 2008, Todorov and Franco, 2010)

L. plantarum, plantarisin olarak adlandırılan antimikrobiyal bir bileşik üretir, bu bileşik diğer mikroorganizmalara karşı bakterisidal etki gösterir (Song et al., 2014). *L. plantarum*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella typhimurium* gibi gram-pozitif patojenik bakterilere ve ayrıca Gram-negatif patojenik bakterilere, örneğin *Klebsiella*, *Rhizophila*, *E. coli*, *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia* gibi türlere karşı geniş bir antibakteriyel etki spektrumuna sahiptir (Spangler et al., 2019, Goel et al., 2020).

L. plantarum'un varlığı, ürünlerin karakteristik özelliklerinin oluşmasında büyük önem taşır ve bu nedenle gıda endüstrisinde özellikle fermente sebzelerin üretiminde başlatıcı kültür olarak sıkça kullanılır (De Vries et al., 2006, Todorov and Franco, 2010).

L. plantarum, et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, silaj, turşu ve insan dudağı ile sindirim sistemi gibi çeşitli kaynaklardan elde edilebilir (Yeğin ve Üren, 2008, Gheyntanhi et al., 2010). Demir et al., 2006 tarafından belirtilen çalışmaya göre, laktoz, glikoz, fruktoz ve sükrozun laktik aside dönüşümünde en çok kullanılan bakteriler arasında yer alır. Bu bakteriler aynı zamanda bitkisel ürünlerde bulunan pektin gibi bileşikleri de yüksek dönüşüm oranlarıyla işleyebilmektedirler. *L. plantarum*, yüksek asit toleransına sahip olması nedeniyle diğer laktik asit bakterilerinden farklı olarak meyve ve sebze fermentasyonunu tamamlama konusunda önemli bir role sahiptir. Özellikle lahana ve salatalık fermentasyonunda mikrobiyal yük dengeyi sağlama ve son ürünün kalite kriterlerini belirleme konularında önemli bir etkisi vardır (Lu et al., 2003). *L. plantarum* üzerinde yapılan gen aktivitesi çalışmaları, bu bakterinin çevreyle

etkileşimine odaklanmıştır. Araştırma bulguları, *L. plantarum*'un farklı stres koşullarına uyum sağlamasını sağlayan proteinlerin üretildiğini ve bu sayede asidik, alkali, değişen sıcaklıklarda, hiperozmotik gibi çeşitli ortam koşullarında hayatta kalabildiğini göstermektedir. Ayrıca, küme oluşumunu teşvik etme, mukozaya bağlanma, yüzeylere yapışma gibi birçok özelliğinin de proteinlere bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Sağlam, 2013).

3. *Leuconostoc* Cinsi Bakteriler

Bu cins bakteriler Gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz, spor oluşturmeyen, fakültatif anaerobik, elips ya da küre (lenticular) şeklinde hücreleri olan bakterilerdir Türlerin gelişme sıcaklıkları 1°C ile 37°C arasında olup, optimum gelişme sıcaklığı 20°C - 30°C'dir buna karşın bazı türleri 30 dakika boyunca 60 °C de canlı kalabilir. Faaliyeti sonucu pH'yı 4.5 ile 5.0'e kadar düşer. Morfolojik ve genetik olarak heterogen gruplar içerir (Heperkan, 2021:122).

Leuconostoc cinsi bakteriler karbonhidratları HMS ve PP iz yolu ile heterolaktik olarak fermente ederler ve üretilen laktik asit D- laktik asit formundadır ve etanol, asetat ve karbondioksit ortaya çıkar ayrıca arginini amonyağa dönüştüren enzimi yoktur (König vd. 2009, Heperkan, 2021:122).

Süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, meyveler (üzüm gibi) , sebzeler ve silajlarda bulunmaktadır. Fermantasyon sonucu oluşan bileşikler ve gaz gıdanın yapısını; organoleptik özelliklerini, besin değerini, kalite özelliklerini etkiler. Ortamda antibiyotik olması durumunda bu bakteriler baskın karakter olabilirler. Şarap üretiminde faaliyet gösteren *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* alkolik fermentasyon yapar (König and Fröhlich. 2009).

Yapılan çalışmalarda *Leuconostoc* cinsi heterolaktik fermentasyon yapan *Lactobacillus* cinsiyle benzerk gösterirler ve aynı habitattan izole edildikleri belirtilmiştir. *Leuconostoc citreum*, *L. lactis*, *L. mesenteroides* (üç alt türü), *L. gelidum*, *L. paramesenteroides*, *L. carnosum*, *L. fallax* gibi izole edilen ve tanımlanan türleri vardır (Sun et al., 2014).

Süt ve süt ürünlerinde, sebze ve tahılların fermentasyonunda olumlu etki gösterirken; tüketime hazır et ve et ürünlerinde bozulmalara neden olan bakteri grubundadır (Liu et al., 2014).

a. *Leuconostoc citreum*

Leuconostoc citreum türü sarı renkli olup glukoz, maltoz, sukroz, L-arabinoz gibi şekerleri metabolize ederken melioz şekerini kullanamamaktadır (Holt et al., 1998).

Şarap, turşu gibi fermente gıdalarda ve sebzelerde sıklıkla bulunur (Evren vd. 2011).

4. *Lactococcus* Grubu Bakteriler

Lactococcus cinsi bakterilerin hücre şekilleri oval (0,5–1,5 µm) olmakla birlikte, tek ya da kısa zincirler halinde bulunur, sporsuz, fakültatif anaerobik, mikroaerofilik, gram pozitif ve katalaz negatiftir. 20 °C ile 30 °C arasında iyi gelişme gösterirler ancak %6,5 NaCl varlığında ve pH 9.6'da gelişemezler. Uygun besiyeri ortamında L (+)-laktik asit üreterek pH'yı 4.5'a düşürür (Heperkan, 2021:121).

Lactococcus cinsine ait Lancelfield serolojik grup N üyesi suşlarda solunum enzimleri ve sitrik asit döngüsü bulunmamaktadır. Buna karşın az miktarda oksijen varlığında sahip olduğu enzimlerle (süperoksit dismutaz, flavin tip NADH oksidaz, NADH peroksidaz) kullanırlar. Katalaz negatif olduklarından oksijenli ortamda bulunmakta ve hücre yapılarını deforme ederek bakteri gelişimini engeller. NADH peroksidazlar ve flavin tip NADH oksidazlar az düzeyde peroksit indirgediklerinden *Lactococcus* cinsi mikroaerofilik olarak tanımlanır. Guanin ve sitozin oranı %34 -42 arasındadır (Teixeria et al., 1996, Schlegel 1997, Van Niel et al., 2002).

Lactococcus cinsi bakteriler karbonhidratları EMP iz yolu ile homolaktik olarak fermente ederler ve üretilen laktik asit L- laktik asit formundadır (Heperkan, 2021:121). *Lactococcus* bakterileri bu yolla enerji ihtiyaçlarının az bir kısmını karşılarlar bundan dolayı hidrolizasyonu hızlandırarak enerji sağlamaya çalışırlar. Bunun sonucunda süt ve süt ürünlerinde asidifikasyon oluşur. Ayrıca bu cins bakteriler aminoasitler, vitaminler gibi bileşikleri sınırlı oranda metabolize ettikleri için gelişimlerinde gerekli bu maddeleri buldukları ortamdan temin ederler (Schleifer 1987, Furet et al., 2002).

Lactococcus cinsine ait bakterilerin tanımlanması ve sınıflandırılmasıyla elde edilen türler ve alt türler şu şekildedir: *Lactococcus garviae*, *Lactococcus piscium*, *Lactococcus plantarum* ve *Lactococcus lactis* (alttür *L. lactis* ssp. *cremoris*, *L. lactis* ssp. *hordniae*, *L. lactis* ssp. *Lactis*) (Casalta and Montel, 2008).

*Lactococcus*lar genellikle bitki ve hayvan derilerinde bulunurlar. Balıklardan, süt ve ürünlerinden ve hayvanlardan *L. garvieae*, somon balığından *L. piscium*, *L. plantarum* ise çoğunlukla bitkilerden elde edilmektedir. (Williams et al., 1990, Casalta and Montel, 2008).

L. lactis subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *cremoris* çiğ süt, peynir ve süt ürünlerinde bulunur. Bu iki suş genellikle üretimin başlarında yüksek miktarlara ulaşır ve çiğ süt peynirlerinin olgunlaşmasını sağlar (Casalta and Montel, 2008). Bu iki alttür arasındaki fark arginini parçalama ve tuz tolerans yeteneğidir (Liu et al., 2014).

Bazı türleri örneğin *Lactococcus garvieae* patojen özellik göstererek gıda sanayinde ekonomik kayıplara ve insan metabolizmasında ağır hasara neden olmaktadır. Alabalık çiftliklerinde *Streptococcus* hastalığından sorumlu olduğu rapor edilmiştir (Compos et al., 2015, Kubilay vd, 2005).

a. *Lactococcus lactis*

Günümüz teknolojisinde *L. lactis* alt türlerinin tanımlanmasında; plazmid profilleri, restriksiyon endonükleaz haritaları, polimeraz zincir reaksiyonlarıyla DNA polimorfizmi gibi analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Samarzija et al., 2002, Delgado and Mayo, 2004).

L. lactis'in alttürlerinden *L. lactis* ssp. *cremoris* arjinini metabolize etmesi sonucu NH₃ oluşturma, %4 NaCl ortamda ve 40 °C'de gelişme gibi özelliklerden dolayı *L. lactis* ssp. *lactis*'ten ayrılır (Heperkan, 2021:121).

Süt endüstrisinde *L. lactis*'in alttürleri starter kültür olarak çok yaygın kullanılmaktadır. Ayrıca bu türün gıdalardaki fermentasyonu sonucu meydana getirdiği duyuşsal, fiziksel ve kimyasal değişikler üzerine de birçok çalışma yapılmaktadır (Teuber et al., 1991, Stiles and Holzapfel, 1997). Süt fermentasyonunda L (+)-laktik asit üreterek asidifikasyonu sağlar ve süt proteinlerini parçalayarak tat ve aroma bileşiklerine dönüşmesini sağlar.

Bunun yanı sıra bakteriyosin (organik asit ve nisin gibi) üreterek gıdaların korunması katkı sağlamak için de kullanılmaktadırlar (Delves-Broughton et al., 1996, Casalta and Montel, 2008).

C. Asetik Asit Bakterileri (AAB)

Asetik asit bakterileri Gram negatif, oksidaz negatif, aerobik, katalaz pozitif, olup sporsuzdur (Arıcı, 2017). Hücre şekilleri genellikle 0.4-1.0 µm genişlik ve 0.8-4.5 µm uzunluk elipsoid çubuk şeklinde veya eliptik, hücreleri tekli, çiftli ya da zincir şeklinde, hareketli veya hareketsiz yapıda mikroorganizmalardır. Karbonhidratları ve alkollerini okside ederek son üründe organik asitlerin (asetik asit) birikmesine neden olurlar. Optimum gelişme sıcaklıkları 25 ile 30 °C arasındadır aynı zamanda 5 ile 45 °C arasında da gelişim gösterirler, bazı türleri termotolerant özellikte olduğu belirtilmiştir. Optimum pH 5.0-6.5 değerlerinde gelişmelerine karşın, düşük pH 3.0-4.0 aktivite gösterirler (González ve Mas, 2011, Şengün ve Kılıç, 2019).

AAB, şeker içeren organik maddelerde, meyvelerde, bitkilerde bulunur bulunarak mayalarla birlikte fermentasyona katılırlar ayrıca AAB alkollü ve asidik ortamlarda da bulunur ve bira, sirke, şarap, sake, gibi fermente ürünler ile meyveler ve bitkilerden izole edilirler. Bu bakteriler arabinozu; arabonik aside, glukozu glukonik aside, galaktozu; galaktonik aside sorbitolü de sorboza hidrolize eder. Bu ürünler, fermentasyon prosesinde için önem taşımaktadır. Bazı AAB tür suşları selüloz üretme yeteneğine de sahiptirler (Yetiman, 2012).

Acetobacter ve gluconobacter türleri oksijenli ortamda fermente içecek olan birayı ekşitirken bulanıklık ve yapışkanlık da oluşturur (Heperkan, 2021:268). AAB'nin bazı cinsleri, en değerlileri bakteriyel selüloz (BC) ve asetan olan çeşitli ekzopolisakkaritleri (EPS) üretmeleri ile dikkate değerdir. BC, özellikle hemiselüloz ve selülozla ilişkili lignin içermediği için bitki kaynaklı selüloza göre çeşitli avantajlar sunar (Dağbağlı and Göksungur, 2017).

1. Acetobacter fabarum

Hücreler Gram negatif, hareketli, kokoid çubuklardır, yaklaşık 0,8 µm genişliğinde ve 1,2–3,0 µm uzunluğundadır. Hücreler tek veya çiftler halinde oluşur, oksidaz negatiftir. Seçici agarda koloniler bej, yuvarlak, kabarık, dalgalı,

pürüzlü, parlak ve 28 °C'de 3 gün inkübasyondan sonra yaklaşık 0,8 mm çapındadır. Etanol asetik aside oksitlenir. Glukonik asit, d-glikozdan üretilir. D-glikozdan 2-keto-d-glukonik asit veya 5-keto-d-glukonik asit üretemez. Metanol ve d-ksiloz üzerinde büyüyebilir, ancak tek karbon kaynağı olarak maltoz üzerinde büyüyemez. %30d-glikoz içeren maya ekstraktı üzerinde büyüyemez. Tek nitrojen kaynağı olarak amonyum ve karbon kaynağı olarak gliserol ve %10 etanol ile büyüme, suşlar arasında değişkendir (Cleenwerck et al., 2008).

Asetik asit bakterilerinin kefir ekosistemindeki kesin rolleri ve sağlık yararları bugüne kadar aktif olarak araştırılmamıştır. Asetik asit bakterilerini yapay olarak kefir danesine dahil etmiş ve kefirin mikrobiyal, kimyasal, fiziksel ve duyuşsal kalitesini değerlendirmiştir. Kefir danesine asetik asit bakterilerinin katılması kefirin mikrobiyal popülasyonu, ekzopolisakkarit içeriğı, viskozitesi ve duyuşsal skorları incelenmiştir. Ayrıca kefir danesinin biyokütle büyümesi asetik asit bakterilerinin katılmasıyla arttırılmıştır. Birlikte ele alındığında, kefirdeki asetik asit bakterileri hem kefir hem de kefir danesinin mikrobiyal aktivitesine ve fizikokimyasal özelliklerine olumlu katkıda bulunabilir (Gökırmaklı ve Guzel, 2019).

Acetobacter fabarum ilk olarak 2008 yılında (Cleenwerck et al., 2008), tek karbon kaynağı olarak etanol, metanol, D-glikoz ve D-ksiloz kullanımının biyokimyasal özelliklerini, tek nitrojen kaynağı olarak amonyumu kabul ettiğini ve oksidaz ve katalaz pozitif olduğunu gösterir. Ek olarak, bu çalışmada izole edilen *A. fabarum* DH1801 suşunun, GYC plakaları üzerinde 18 saat inkübasyon içinde görünür bir koloni oluşturmak üzere hızla büyüdüğünü tespit edildi. Bu türün karbon ve nitrojen kaynakları için nispeten basit beslenme gereksinimleri ve hızlı büyüme özellikleri, kefirin zorlu ortamında (yani, oldukça asidik ve alkol ve karbondioksit içeren) hayatta kalmasına izin verebilir (Kim et al., 2019).

Ayrıca, kefirde *A. fabarum* DH1801'in varlığı, asetik asit bakterilerinin birçok gıda türünde bulunan her yerde bulunan mikroorganizmalar olması ve meyveler, çiçekler ve fermente gıdalar dahil olmak üzere şekerli, asidik ve alkollü nişleri tercih etmesi gerçeğıyle desteklenmektedir (Kommanee et al., 2012).

Yapılan bir çalışmada, Kore kefirindeki asetik asit bakteri popülasyonunu NGS teknolojisi ile karakterize ettik ve yeni bir antimikrobiyal asetik asit bakteri suşu olan *A. fabarum* DH1801'i izole ettik. *A. fabarum* DH1801, çeşitli patojenik bakterilere karşı geniş kapsamlı ve güçlü antimikrobiyal aktivitesine dayanarak, yeni bir fonksiyonel başlatıcı, doğal gıda koruyucu ve muhtemelen probiyotik ajan olma potansiyeline sahiptir (Kim et al., 2019).

D. Reoloji

Reoloji terimi Eugene Bingham tarafından 1920'lerde kullanılmıştır ve eski Yunanlı filozofların "her şey akar" düşüncesinden esinlenerek türetilmiştir (Zhong and Daubert, 2013). Reoloji, nesnelerin gerilme altında zamana bağlı olarak şekil değiştirmesini inceleyen bir bilim dalıdır ve bu deformasyon olarak adlandırılır. Reoloji, genellikle katıların şekil değiştirme ve sıvıların akış özelliklerini araştırmak için kullanılan bir bilim dalıdır. Bu bilim dalının kökeni Latince olup, "rheo" kelimesi akma anlamına gelirken, "logos" kelimesi bilim anlamına gelir. Reoloji, kuvvet uygulanmasıyla ortaya çıkan gerilim arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır. Reolojik olarak, maddenin davranışı kuvvet, gerilim ve zaman faktörleriyle açıklanır (Chen et al., 2019).

Gıda reolojisi, hammaddelerin, yarı mamüllerin ve son ürünlerin deformasyonu ve akışının incelenmesini içeren bir alan olarak tanımlanır. Bu reolojik veriler, gıda endüstrisinin farklı alanlarında kullanılmaktadır (Adebowale, 2012).

Proses mühendisliği hesaplamaları, pompalar, boru hatları, ekstruderler, kaplamalar, karıştırıcılar, homojenizatörler, ısı eşanjörleri ve viskozimetre gibi çeşitli ekipmanları içerir. Bu hesaplamalar gıda endüstrisinde şu amaçlarla kullanılır: bileşen fonksiyonlarının belirlenmesi, ürün kalite kontrolü, raf ömrü analizi, malzemelerin ve nihai ürünlerin belirlenmesi, ürün performans ve tüketici kabul kriterleri, besin dokusunun duyu verileriyle değerlendirilmesi, reolojik durum denklemlerinin analizi. Ayrıca, gıdaların duyu analizi ve kalite kontrolünü tahmin etmek ve kontrol etmek için kullanılan bir yöntemdir (Steffe, 1996).

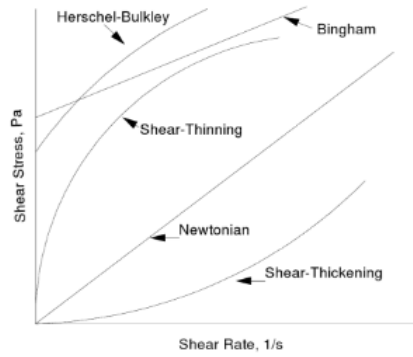
Reolojik davranışlar, ideal sıvıdan ideal katıya kadar geniş bir aralığı kapsayan çeşitli özelliklerin incelenmesini içerir. Ideal elastik maddelere uygulanan kuvvetin kaldırılmasıyla cisim, başlangıç konumuna dönme yeteneğine sahiptir. Bunun anlamı, ideal elastik maddelerin mekanik enerjiyi depolayabilme ve geri verme kabiliyetine sahip olmalarıdır. İdeal viskoz maddeler, uygulanan mekanik enerjiyi farklı bir enerji türüne dönüştürerek deformasyondan sonra eski haline geri dönmezler. Bununla birlikte, çoğu madde viskoelastik olarak adlandırılır ve bu maddeler hem elastik hem de viskoz özelliktedir. Bu tür maddelerde, uygulanan enerjinin bir kısmı depolanır ve geri verilebilir, ancak enerjinin bir kısmı ısıya dönüşerek geri verilemez (Zhong and Daubert, 2013). Elastik modül, yani depo modülü (G'), maddenin yapısının bir ölçüsüdür ve etkileşimlerin sayısı ve gücüyle ilişkilidir. Elastik modülün büyüklüğü, etkileşimlerin yoğunluğu ve kuvvetiyle doğru orantılıdır. Bununla birlikte, viskoz modül (G'') veya kayıp modül, maddenin akış özelliklerinin bir göstergesidir. Kompleks modül (G^*), cismin deformasyona karşı direncini ifade eder. (Kasapis and Bannikova, 2017)

Genel olarak, araştırmalar, ya deformasyonu (strain) ölçmek için bir güç (stres) uygulanmasına ya da belirli bir hareketle (strain) ortaya çıkan stresin ölçülmesine dayanmaktadır (Day and Golding, 2016). Bu çalışmalar stres ve deformasyon arasındaki ilişkiyi inceleyerek ve bu verilerden elde edilen parametreleri kullanarak gıdanın yapısı hakkında bilgi edinmeyi amaçlar (Zhong and Daubert, 2013). Reolojik özellikler, basınç, sıcaklık, kayma hızı ($\dot{\gamma}$), nem oranı, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, ürünün partikül boyutu ve miktarı, kayma hızının süresi, öncesinde uygulanan deformasyon ve yapısı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir (Steffe, 1996).

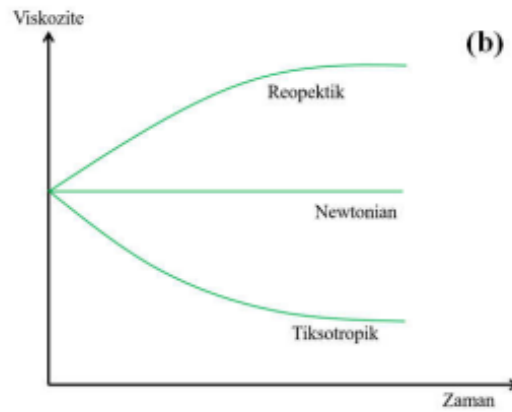
Kayma hızı, bir akışkanın içinde bulunduğu ortamda paralel katmanlar arasında gerçekleşen hız değişimini ifade eder. Bu hız değişimi, akışkanın kayma gerilimiyle ilişkilendirilerek reolojik davranışının belirlenmesine ve matematiksel modellenmesine yardımcı olur. Kayma gerilimi, bir cismin belirli bir alanında, yüzeye paralel olarak etki eden kuvvetlerin yoğunluğunu ifade eder. Katı maddeler bu kuvvetlere karşı direnç gösterirken, akışkanlar bu kuvvetlere karşı direnç gösteremez ve hareket ederler (Steffe, 1992).

Sıvıların akış özellikleri, ilk kez Newton tarafından sayısal olarak araştırılmıştır. Reolojik özelliklerine bağlı olarak, akışkanlar kayma gerilimi ve kayma hızına göre sınıflandırılırlar (Jacobson, 1991). Bu sınıflandırmalar 2 tanedir ve Newtonyen ve Newtonyen olmayan olarak adlandırılırlar. Ek olarak Newtonyen olmayan davranışlar da ikiye ayrılır. Bunlar ise zamana bağlı ve zamandan bağımsız olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1’de akışkanların gösterdiği reolojik davranışlar sınıflandırılmıştır (Steffe, 1996).

Akış davranışları, kayma gerilimi ve kayma hızı grafiğine bağlıdır, bu eğriler matematiksel olarak modellenir. Şekil 2’de, akış davranışlarının kayma gerilimi-kayma hızı grafiği verilmiştir (Steffe, 1996).



Şekil 1. Akışkanların gösterdiği reolojik davranışlar (Steffe, 1996).

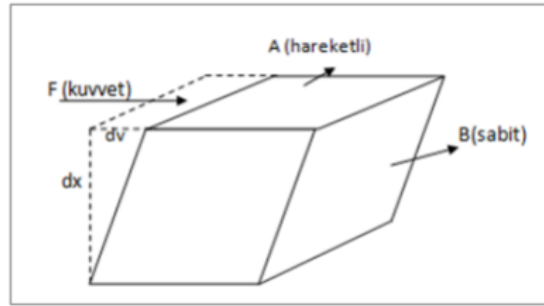


Şekil 2. Akış davranışlarının kayma hızı- kayma gerilimi grafiği (Steffe, 1996).

Sıvının blok formunda olduğu ve paralel tabakalardan oluştuğu düşünülerek, en üst tabakanın 1 cm/sn hızla hareket ettiği varsayılırken, alttaki her tabaka sabit olan alt kısma olan uzaklığına bağlı olarak belirli bir hızla hareket edecektir. Üst kısma yakın olan tabakalar daha hızlı hareket ederken, alt

kısıma yakın olan tabakalar daha yavaş hareket edeceklerdir. En alttaki tabaka, konumunu korumak için uygulanan F kuvvetine karşı bir tepki kuvveti oluşturacak ve bu şekilde gerilim ortaya çıkacaktır. Uygulanan kuvvetin etkilediği alan A olarak adlandırılırsa, F/A oranı birim alana düşen kuvveti ifade eder ve buna kayma gerilimi denir. Bu harekette, tabakalar arasındaki uzaklığı x olarak ve tabakaların kayma hızını v olarak tanımlarsak, dv/dx ifadesi kayma hızı (shear rate) olarak adlandırılır (Çelebi, 2009, Kantekin Erdoğan, 2014). Kayma gerilimi ve kayma hızının gösterimi Şekil 3’de gösterilmiştir.

Şekil 3: Kayma gerilimi ve kayma hızının gösterimi (Kantekin Erdoğan, 2014)



Şekil 3. Kayma gerilimi ve kayma hızının gösterimi (Kantekin Erdoğan, 2014)

Kayma gerilimi, birim alana uygulanan kuvvettir ve şu şekilde hesaplanır:

$$\tau = \frac{F}{A} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad \text{(Denklem 1)}$$

Burada;

F, kuvvet (N)

A, alan (m²)

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/ m}^2 = 1\text{kg/m.sn}^2$$

Kayma hızı ise şu şekilde hesaplanabilir:

$$Y = v/h \text{ (s}^{-1}\text{;1/s)} \quad \text{(Denklem 2)}$$

Burada;

v, hız (m/s)

h, ıslak tabaka kalınlığı (m)

1. Newtonyen Davranış

Newtonyen tipi davranış, reolojik davranışın bir türüdür. Bu türde, kayma hızı-kayma gerilimi grafiği doğrusaldır ve eğimi sabittir, viskozite değerini temsil eder. Viskozite, kayma hızına bağlı olarak değişmez, ancak sıcaklık arttıkça azalır ve akışkanın bileşimine göre farklılık gösterebilir (Çelebi, 2009, Kantekin Erdoğan, 2014). Bu sebeple, yapılan araştırmalarda genellikle tek bir kayma hızında ölçüm yapmak yeterli olmaktadır. Örneğin, bal, su ve bitkisel yağlar gibi akışkanlar Newtonyen davranış sergiler (Steffe, 1996).

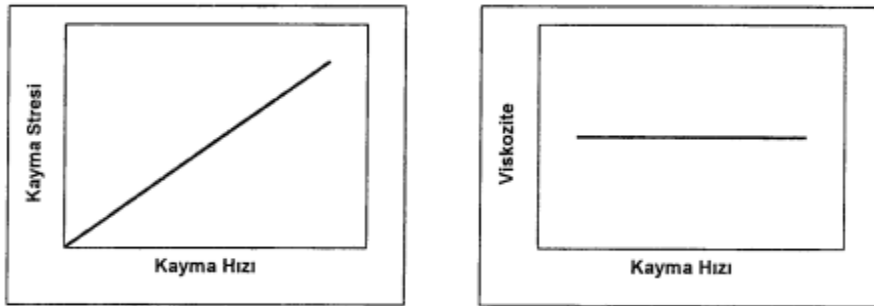
Newton tipi davranışta, kayma stresi (τ) kayma hızı (γ) ile doğru orantılı olarak değişir ve bu ilişki aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\tau = \mu\gamma \quad (\text{Denklem 3})$$

Bu denklemde μ dinamik viskoziteyi ifade eder.

Newton tipi davranış, molekül ağırlığı düşük bileşenler içeren veya polimerler, çözünmüş polimerler ve çözünmeyen katı partiküller içermeyen maddeler için geçerlidir.

Newton tipi davranışa ait akış ve viskozite eğrileri aşağıdaki Şekil 4a, Şekil 4b'de gösterilir (Steffe, 1992).



Şekil 4. a: Newtonyen davranışa ait akış eğrisi (Steffe, 1992) 4b. Newtonyen davranışa ait viskozite eğrisi (Steffe, 1992)

2. Newtonyen-Dışı Davranış

Newtonyen dışı davranışlar akış özelliklerinin kayma hızına ve zamana bağlıdır olarak değişkenlik gösterir. Bu davranışı gösteren sistemler arasında karmaşık akışkanlar, emülsiyonlar ve süspansiyonlar bulunur. Kayma hızı – kayma gerilmesi grafiği doğrusal olmayan Newtonyen dışı davranışlarda grafik bazen orijinden dahi geçmemektedir. Dolayısıyla sabit bir viskozite

gözlemlenemez ve seçilmiş bir kayma hızında, kayma geriliminin kayma hızına oranlanmasıyla hesaplanan görünür viskoziteden bahsedilir. Deformasyon ortaya çıkarken hesaplanan anlık viskozite değerine görünen viskozite denir (Ak, 1997).

a. Zamana Bağımlı Newtonyen-Dışı Davranış

Zaman ilerledikçe, tiksotropik davranış sergileyen akışkanlarda, sabit kayma hızı altında viskozite azalmaktadır. Tiksotropik akışkanlarda, karıştırma işlemi sırasında moleküller arasındaki zayıf bağlar kırılarak viskozite azalmaktadır. Ancak uygulanan kuvvetler ortadan kaldırıldığında, tiksotropik akışkanlar, başlangıçtaki viskozite değerine geri dönmektedir. Mayonez ve yumurta, geri dönüşümlü tiksotropik davranışın örnekleri olarak gösterilebilir (Rao et al., 1995).

Reopektik davranışta, zaman geçtikçe viskozite sabit bir kayma hızı altında artmaktadır. Bu davranış bazen antitiksotropik olarak da adlandırılır. Tiksotropik davranışın zıttı olan bir davranış, reopektik davranış olarak bilinir ve başlangıç viskozite değerine geri dönme özelliği gösterir. Domates suyu, yüksek kayma hızında nadir görülen bir davranış olan reopektik davranışı sergileyebilmektedir (Şahin ve Sumnu, 2006).

b. Zamandan Bağımsız Newtonyen-Dışı Davranış

Zamandan bağımsız Newton dışı davranışlarda, kayma stresi kayma hızının bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar ve kayma stresi uygulanma süresiyle ilişkili değildir (Yavuz, 2001). Bu reolojik davranış psödoplastik, dilatant, Bingham plastik ve Herschel-Bulkley olmak üzere dörde ayrılır. Newtonyen olmayan ve zamandan bağımsız davranışlar için genel denklem aşağıdaki gibidir.

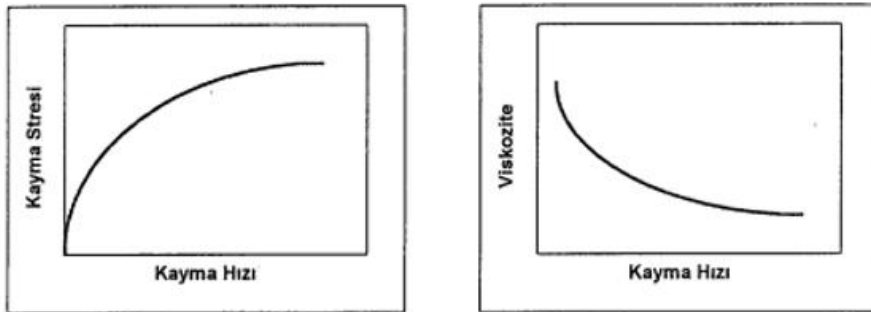
Zamandan bağımsız Newton tipi olmayan akışkanlarda, akışın başlayabilmesi için uygulanması gereken minimum gerilim miktarına akma gerilimi denir (Ak, 1997, Steffe, 1996). Akış davranış indeksi, bir akışkanın davranışını belirlemek için kullanılan bir ölçüttür. Bu indeksin 1 olması durumunda akışkan Newtonyen olarak kabul edilir, 0 ile 1 arasında olması durumunda psödoplastik olarak kabul edilir ve 1'den büyük olması durumunda ise dilatant olarak kabul edilir (Ak, 1997, Steffe, 1996). Çizelge 3'de n değerine göre akış davranış tipi sınıflandırılması gösterilmektedir (Steffe, 1992, Rao et al., 1995:1-97).

Çizelge 3. n değerine göre akış davranış tipi (Steffe, 1992, Rao et al., 1995:1-97).

Davranış Tipi	Kıvam indeksi, K	Akış davranış indeksi, n	Akma gerilimi, τ_0
Herschel-Bulkey	>0	$0 < n < \infty$	>0
Newton tipi	>0	1	0
Psödoplastik	>0	$0 < n < 1$	0
Dilatant	>0	$0 < n < \infty$	0
Bingham plastik	>0	1	>0

Zamandan bağımsız olarak viskozitenin kayma hızına bağlı olarak değiştiği akışkanlar, psödoplastik ve dilatant davranış sergiler. Psödoplastik davranış, kayma hızıyla viskozitenin ters orantılı olduğu durumu ifade ederken, dilatant davranış ise kayma hızıyla viskozitenin doğru orantılı olduğu durumu ifade eder.

Psödoplastik davranış, kayma hızıyla azalan (shear thinning) akışkanlarda görünen viskozitenin kayma hızı arttıkça azaldığı bir durumu ifade eder. Şekil 5a ve Şekil 5b'de psödoplastik akışkanlar için akış ve görünen viskozite eğrileri şematik olarak sunulmuştur.



Şekil 5. a: Psödoplastik davranışa ait akış eğrisi (Steffe, 1996). Şekil 5b: Psödoplastik davranışa ait görünen viskozite eğrisi (Steffe, 1996).

Psödoplastik akışkanlarda, kayma hızı arttıkça viskozitenin azaldığı gözlemlenmektedir (Şekil 9). Bu durumun nedeni, stresin uygulanması sırasında oluşan hidrodinamik kuvvetlerin maddenin iç yapısını değiştirmesidir. Çoğu Newton tipi olmayan gıda ürünü, psödoplastik davranış sergilemektedir (McClements, 1999).

Elma sosu, portakal suyu konsantresi, tahin ve bazı geleneksel Türk çorbaları, psödoplastik davranış gösteren akışkanlara örnek olarak verilebilir (Steffe, 1992, Ak, 1997).

Dilatant davranış, kayma hızıyla artan (shear thickening) akışkanlarda görülen viskozitenin kayma hızıyla birlikte arttığı bir durumu ifade eder. Dilatant davranışın nadir görülen bir örnek olarak kayma hızıyla güçlendiği bilinmektedir. Örneğin, bazı bal türleri ve %40 oranında mısır nişastası çözeltisi dilatant davranış sergileyebilir (Steffe, 1992, Rao et al., 1995). Yüksek molekülü polisakkarit içeren ballar, nişasta süspansiyonları, ıslak kum ve fıstık ezmesi dilatant davranışa örnek olarak verilebilir (Arduzlar, 2003).

Bingham plastik davranışı, belirli bir stres altında katı gibi davranan malzemelerde görülen bir akışkanlık özelliğidir. Bu tür akışkanlarda görülen viskozite, kayma hızıyla azalır. Malzemelerin akışkan hale dönüşebilmesi için uygulanan minimum stres seviyesine "yıkılma stresi" (yield stress) denir (Steffe, 1992, Rao et al., 1995). Bu özellik, özellikle yoğurt, tereyağı ve krem peynir gibi ürünlerin kalite değerlendirmeleri ve bu ürünler için yapılan proses tasarımlarında büyük önem taşır (Steffe, 1992).

Ketçap, elma sosu, hardal, diş macunu, domates salçası gibi ürünler, Bingham plastik davranış sergileyen akışkanlara örnek verilebilir. Bu akışkanlar düşük kayma hızı aralığında Bingham plastik davranış gösterirler (Lokumcu ve Ak, 2000).

Arduzlar 2003 kaynağına göre, yoğurt, dondurma, ketçap, mayonez ve margarin gibi gıdalar Herschel-Bulkley davranışını sergileyen diğer örneklerdir (Arduzlar, 2003).

3. Reolojik Davranışı Etkileyen Faktörler

Sıcaklık: Gıdalar, işleme sürecinden tüketim aşamasına kadar değişik sıcaklıklara maruz kaldığından, reolojik özellikleri sıcaklıkla ilişkilendirilir. Çoğunlukla sıcaklık artışıyla viskozitenin düşüşü ilişkilendirilmektedir (Lokumcu ve Ak, 2000). Genel olarak, sıcaklık ile kıvam katsayısı, viskozite ve akma gerilimi arasında ters bir ilişki olduğu bilinir. Ancak nişasta içeren gıdalarda, jel oluşumu yüksek sıcaklıkta gerçekleştiği için sıcaklık arttıkça kıvam katsayısının da arttığı belirtilmiştir. (Arıkan, 2008) tarafından yapılan gözlemlere göre, meyve

püreleri gibi psödoplastik davranış gösteren gıdalarda, düşük akış indeksi değerlerinde sıcaklığın viskozite üzerindeki etkisinin daha az olduğu görülmüştür.

Konsantrasyon: yapılan çalışmaya göre, akışkan bir gıdanın konsantrasyonu arttıkça viskozitesinin de arttığı gözlenmiştir (Arduzlar, 2003). Buna ek olarak yapılan bir çalışmada da, sabit bir sıcaklıkta konsantrasyon değişimi ile viskozite arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, akma gerilimi konsantrasyon artışıyla birlikte yükselmekte, ancak konsantrasyonun belirli bir seviyenin altına düşmesiyle akma gerilimi kaybolmaktadır (Arıkan, 2008).

pH: Muz püresi üzerinde yapılan bir araştırmada, pH, sıcaklık ve konsantrasyon arasında bir aynı yönde etkileşim olduğu gözlenmiştir. pH'nın artmasıyla birlikte kıvam katsayısı yükselirken, akış davranış indeksi ve görünen viskozite azalmıştır. Papaya püresiyle yapılan bir başka çalışmada ise pH'nın artmasıyla kıvam katsayısı yükselmiştir. Akış davranış indeksi ve görünen viskozitede ise bir azalma gözlenmiştir. (Arıkan, 2008).

Reolojik ölçümler, 5-30 °C sıcaklık ve 0,13-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında yapılmış ve bozanın tiksotropik bir akışkan olduğu tespit edilmiştir. Tiu ve Boger modeli kullanılarak bozanın reolojik davranışını temsil eden bir denklem oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda yıkılma stresi parametreleri 11,2 ve 33,7 Pa arasında değişmektedir. Denge yapısal parametresi, birinci paralel ölçümler için 0,65 değerini, ikinci paralel ölçümler için ise 0,72 değerini almaktadır. Zamanla değişim hızı sabiti, birinci paralel için 0,00697 ve ikinci paralel için 0,00820 olarak belirlenmiştir. Davranış indeksi, sıcaklık ve süre etkilerinden bağımsız olarak, uslü yasa katsayısı kullanılmış ve 0,370 olduğu belirlenmiştir. Kıvam indeksi ise 6,9 ile 32,4 Pa.s arasında değişmektedir (Yavuz, 2001).

E. Ekzopolisakkaritler

1. Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen Ekzopolisakkaritler

Doğada yaygın bir şekilde bulunan polisakkaritler önemli biyolojik polimerlerdendir. Polimerler canlılar için enerji deposu olmasının yanısıra peptidoglikan, (bakteri hücre duvarı bileşeni) lipopolisakkarit, lipooligosakkarit,

teikoik asit, lipoteikoik asit ve ekzopolisakkaritlerin (EPS) yapısında yer alması gibi birçok hayati fonksiyonda yer alır. Örneğin teikuronik asit, teikoik asit, lipopolisakkarit ve peptidoglikan gibi bakteri hücre duvarı bileşenleri polisakkaritlerden oluşmaktadır (Sutherland 2007, Badel et al., 2011, Zeidan et al., 2017)

Yüksek molekül ağırlıklarıyla karbonhidratların büyük bir kısmını polisakkaritler oluşturmaktadır. Asit ve spesifik enzimlerle polisakkaritler hidrolize edildiğinde monosakkaritleri ve türevlerini vermektedir. Polisakkaritlerin yapısal anlamda farklı çeşitleri bulunmaktadır. Bir kısmı düz zincir yapıda iken diğer bir kısmı ise dallı-polimerler şeklindedir (Yılmaz ve Çelik, 2007, Ergene ve Avcı, 2016). Monosakkarit olarak polisakkaritlerin yapısında en yaygın olarak D-glukoz bulunurken D-ksiloz, D-mannoz, D-fruktoz, D-arabinoz, D-galaktoz, ve L- galaktozda bulunmaktadır. Monosakkaritlerin türevleri ise D-glukozamin, D-glukuronik asit, D-galaktozamin, N-asetil neuramik asit ve N-asetil muramik asit bulunmaktadır. Polisakkaritlerde glikozidik bağlarla bağlanmış olarak bulunur (Pigman and Horton, 1957). Glikozit bağların oluşumundan glikoziltransferaz enzimi sorumludur (Jolly et al., 2002). Glikoziltransferazlar, sakkarozun hidrolizini, 2-6 arası polimerizasyon derecesine sahip oligosakkaritlerin oluşumunu ve polisakkaritlerin oluşumunu katalize eden üç reaksiyonu gerçekleştirir (Tieking and Ganzle, 2005).

Polisakkaritler genel olarak iki guruba ayrılır. Tek tip monosakkaritlerin bağlanmasıyla oluşan yapıya homopolisakkarit, farklı monosakkaritlerin bağlanmasıyla oluşan yapıya heteropolisakkaritler ismi verilmektedir. Homopolisakkarit olarak glikojen, nişasta, dekstran, inülin, selüloz ve kitin, heteropolisakkaritler; hiyaluronik asit, kondrotin heparin, sülfatlar, kan gurubu polisakkaritleri, alginik asitler ve pektin örnek olabilmektedirler (Varki et al., 2015).

Endüstriyel gıdalarda mikrobiyal hayvan ve bitki kaynaklı polimerler önem arz eder. Polisakkaritler suda tam çözünerek veya dispers Yapı oluşturarak organoleptik özelliklerinin gelişmesinden sorumludur. Gıda sanayinde sıkça kullanılan polimerler pektin, guar gam, karragenan, alginat keçiboynuzu gamı ve nişasta; hayvansal kökenli kazein ve jelatindir. Bitkisel karbonhidratların fonksiyonel özellikleri ve gıda ürünlerine uygulama şekilleri bakımından

modifiye edilmiştir bu sebeple gıda etiketlemede beyan edilmesi gerekmektedir bu duruma alternatif olarak mikrobiyal polisakkaritler üretilmiştir ve bio kıvamlaştırıcı olarak kullanılmaktadır (De Vuyst and Marshall, 2001).

Polisakkaritler gıdalarda jelleştirici, stabilizatör, su bağlayıcı ajan veya emülgatör olarak kullanılmaktadır. Bitki ve yosunlardan elde edilen nişasta, galaktomannan, pektin, karreganan ve aljinat gibi polisakkaritler, gıda endüstrisinde kullanılan polisakkaritlerin büyük bir kısmını oluşturur (Freitas et al., 2011). Son zamanlarda, mikrobiyal ekzopolisakkaritlerin kullanımına olan ilgi artmaktadır. Bunun nedeni, bu polisakkaritlerin bitki ve yosunlardan elde edilen polisakkaritlere alternatif olarak düşük konsantrasyonda bile viskoz çözelti oluşturabilmeleri ve pseudoplastik yapıya sahip olmalarıdır (Becker et al., 1998).

a. Ekzopolisakkaritlerin Genel Özellikleri

Ekzopolisakkarit ismi, ilk kez 1972 yılında Sutherland tarafından önerilmiş ve bilim dünyasında kullanılmaya başlanmıştır (Welman and Maddox, 2003). Louis Pasteur, 19. yüzyılın ortalarında şarapta bulunan dekstranı keşfetmiştir. Bu keşif, mikrobiyal anlamda kullanılan ilk polisakkarit olarak kabul edilir. *Leuconostoc mesenteroides* tarafından üretilen dekstranın bir mikrobiyal polisakkarit olduğu, Van Tiegham tarafından keşfedilmiştir (Novak, and Vetvicka 2008).

Xanthomonas campestris tarafından üretilen ksantan, gıdalarda kullanımına ilk izin verilen mikrobiyal polisakkarittir. 1969 yılında ksantan (FDA) tarafından kullanımına izin verilmiştir (De Vuyst and Degeest 1999).

EPS üretimi için endüstriyel olarak *Xanthomonas campestris* (ksantan gam), *Azotobacter xylinum* (bakteriyel sesülüz), *Pseudomonas aeruginosa* (aljinat) , *Alcaligenes*, *Sphingomonas* (gellan gam), *Leuconostoc spp* (dekstran), *Streptococcus equii* (hyaluronik asit), *Rhizobium* (süksinoglukan) cinslerine ait suşlar kullanılmaktadır (Sobel, 2012, Freitas et al., 2011, Li and Nie, 2016, Donot et al., 2012).

Çok sayıda bakteri, çeşitli biyolojik fonksiyonlarda görev alan polisakkaritler üreterek hücre duvarı için stres koşullarından korunma, fagositoza ve faj saldırılarına, su kaybını önleme, toksik ve antibiyotik bileşiklere karşı korunma, hücreleri tanıma, yüzeylere tutunma, farklı ekosistemlerde kolonize

olma, patojenite gibi işlevleri yerine getirir. Bakteriyel EPS' ler mikroorganizma için enerji kaynağı olarak kullanılmaz (Jolly et al., 2002, Ruas-Madiedo et al., 2002).

Mikroorganizmalar, çevresel baskılara (sıcaklık, basınç, ışık yoğunluğu gibi) yanıt olarak EPS'leri üretirler ve mikroorganizma ile bulunduğu çevre arasındaki ilişkide EPS büyük bir öneme sahiptir (Donot et al., 2012, Bragadeeswaran et al., 2011). Mikroorganizmaların EPS üretimi, logaritmik gelişme döneminde, gelişmenin sonlarında veya durağan fazda birincil veya ikincil metabolik ürün olarak ortaya çıkabilir (Mishra and Jha, 2013).

Lipoteikoik asitler, o-antijen lipopolisakkaritler, kapsüler polisakkaritler ile EPS'ler hücre yüzeyinde bulunan polisakkaritlerin bir parçasını oluşturur. EPS'ler genellikle hücre yüzeyine gevşek bir şekilde bağlıdır veya ortama salınabilirken, diğer polisakkarit çeşitleri ise yüzeye sıkıca bağlıdır (Jolly et al., 20023). EPS'ler esas olarak monosakkaritlerin glikozidik bağlarla birleşerek oluşturduğu düz veya dallanmış yapıya sahip, suda çözünebilir iyonik veya iyonik olmayan bileşiklerdir. EPS'ler genellikle heksozların bağlanmasıyla oluşur ancak bazılarının yapısında pentozlar da bulunabilmektedir nükleik asitler, proteinler, fosfolipitler gibi bileşikleri içerdiğinden pürivil, asetil, süksinil gibi farklı grupları barındırır, Molekül ağırlıkları 10-2000 kDa arasında değişir (Bhaskar and Bhosle, 2005, Ruijsenaars, 2001, Gürleyendağ, 2006). EPS genellikle düşük miktarda DNA içerir ve bu DNA, ölü hücrelerin lizis (çözülme) sonucunda ortaya çıkar. Bununla birlikte, yüksek miktarda DNA varlığı, zorlu ekstraksiyon prosedüründen kaynaklanabilir ve hücrelerin lizis olduğunun bir göstergesi olabilir (Liu and Fang, 2002).

Ekzopolisakkaritler gıdalarda viskoziteyi artırma, jelleştirme, stabilizasyonu sağlama, materyalleri enkapsüle etme, emülsiyon oluşturma, moleküller arasında bağlayıcılık ve aroma tat geliştirme gibi fonksiyonel özellikler sağlar. Ayrıca EPS' lerin fonksiyonel özelliklerinin yanında prebiyotik, antiülser, antitümör, kolesterol dengesi sağlama gibi etkileri de bulunmaktadır (De Vuyst and Degeest, 1999).

EPS'ler, çeşitli bitkiler tarafından da sentezlenebilir. Bununla birlikte, mikroorganizmalardan EPS üretimi, bitkisel EPS üretimine kıyasla birçok

avantaja sahiptir. Mikroorganizmalarla EPS üretimi birkaç gün içinde gerçekleştirilebilirken, bitkilerde bu süreç 3-6 ay sürebilir. Ek olarak, bitkisel üretim coğrafi veya mevsimsel koşullardan oldukça etkilenebilir. Mikrobiyal üretim için güneş enerjisine ihtiyaç duyulmaz ve mikroorganizmalar, fermentasyon kaynağı olarak çok çeşitli organik kaynakları kullanabilirler.

Mikrobiyal üretim, enerji verimliliği, endüstriyel atıkların değerlendirilebilirliği ve daha az alan gereksinimi gibi avantajlara da sahiptir. Fakat mikrobiyal üretimi daraltan en önemli faktör maliyettir. Maliyetin önemli bir kısmını biyoreaktörler ve substrat kaynağı oluşturur (Donot et al., 2012, Öner, 2013).

Çok sayıda bakteri, maya, küf ve arke türünün mikrobiyal ekzopolisakkarit üretme yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir, ancak miktar ve çeşitlilik açısından bakteriler en iyi EPS üreticileridir (Donot et al., 2012, Kumar, 2012).

Mikroorganizmalar; Hücre duvarına kovalent bağlı polisakkaritler, kapsül polisakkaritler (CPS), hücre duvarı bileşeni olarak lipopolisakkaritler (LPS), hücre dışına gevşek bağlanmış (kovalent olmayan bağlarla) veya hücre yüzeyi ile elektrostatik etkileşimi olan ve ortama salınarak yapışkan bir özellik kazandıran (slime) ekzopolisakkarit (EPS) olarak üretilir. Ekzopolisakkaritler, bakterinin hücre duvarına tutunarak kapsüller formda veya büyük miktarlarda ortama yani hücre duvarı dışına salınarak yapışkan özellik gösteren yapılardır (Freitas et al., 2011, Donot et al., 2012). EPS'lerin bu yapışma özelliğinden dolayı genel olarak "slimy" (sümüksü, yapışkan) olarak isimlendirilir (Badel et al., 2011). Mikrobiyal EPS'ler katı besiyerinde mukoid koloni olarak gözlenirken, sıvı besiyerinde viskoz bir görünüm alır. Fonksiyonel özelliği, miktarı ortamın karbon formuna göre ve mikroorganizma faaliyetine göre değişiklik gösterir (Yılmaz ve Çelik 2007, Levander et al., 2002, Mozzi et al., 2006). Ekzoselüler polisakkaritler olan CPS ve EPS, hücre yüzeyine tutunma şekline göre farklılık gösterir. EPS üreten LAB türleri EPS üretimlerinin çoğunluğu SPS formunda olurken, bazı suşlar her iki formda da üretebilmektedir. EPS, SPS'den daha iyi su bağlama kapasitesine sahiptir ve salgı formunda olmasından dolayı daha yüksek viskoziteye sahiptir (Patel et al., 2012, Yang et al., 2010, İsmail and Nampoothiri 2010, Zeidan et al., 2017).

Yapılan bir çalışmada; *L. rhamnosus* JAAS8, çin lahanası turşusu olan kimchi'den iki farklı EPS formunu üretebilen bir suşur. Söz konusu suş tarafından üretilen kapsüller polisakkarit ve yapışkan polisakkaritin biyosentezleri ayrı ayrı incelenmiştir ve bu polisakkaritler hücre yüzeyini çevrelemektedir.

Sonuç olarak, yapılan çalışmalar göstermiştir ki, gelişme ortamında bulunan yapışkan polisakkaritin biyosentezi logaritmik büyüme safhası boyunca artış göstermekte, ardından durağan safhada azalmaktadır. Sonunda ise viskozite etkisinde belirli bir azalma meydana gelmektedir. Bu durum, fermentasyon ortamındaki glikohidrolazların EPS'yi monomerlere hidrolize etmesinden kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak, üretilen kapsüller polisakkaritin fermentasyon işlemi sırasında etkilenmediği, aksine sürekli olarak veriminin arttığı belirlenmiştir. Besin maddelerinin azalması, artan asidite ve tuz varlığı gibi olumsuz çevresel koşulların, kapsüller polisakkarit oluşumunu arttırdığı gözlemlenmiştir (Yang et al., 2010).

Laktik asit bakterileri tarafından üretilen EPS'ler, kimyasal bileşimlerine göre iki grupta sınıflandırılabilir. Birinci grup, genellikle tek tip monosakkaritlerin (glikoz ve fruktoz) bağlandığı glukoz ve fruktan olarak bilinen tek şekerli homopolisakkaritleri içerir. Diğer grup ise farklı monosakkaritlerin bağlanmasıyla çoklu monomer yapılarından oluşan polimer yapıdaki heteropolisakkaritlerdir (Ergene ve Avcı 2016, Dağbağlı ve Göksungur 2013). Heteropolisakkaritlerin farklılığı, laktik asit bakterilerinin üreme koşullarına, fonksiyonel özelliklerine, inokülasyon şartlarına, ortam pH'sına, sıcaklıklarına göre değişiklik gösterir (Degeest and De Vuyst 1999).

i. Homopolisakkaritler

LAB'lerde en sık tespit edilen ekzopolisakkaritler, homopolisakkaritler (HoPS) olarak bilinir (Sanlibaba ve Çakmak, 2016). Homopolisakkaritler, bir tip monosakkaritin tekrarlanan birimlerini içeren polisakkaritlerdir. Bu homopolisakkaritler genellikle glukozlar (dekstran, reuteran, mutan) veya fruktanlar (Levan, inulin) olarak adlandırılan iki büyük gruba ayrılır. LAB'lerinin birçoğu, sakkarozu kullanarak dekstran, Levan ve mutan gibi polisakkaritler üretme yeteneğine sahiptir (Laws and Marshall. 2001, Sutherland 2001).

HoPS üreticisi LAB suşlarıyla ilgili çalışmalar, bu EPS'nin moleküler ve yapısal karakterizasyonunu, biyosentetik enzimlerini ve gıdalardaki uygulamalarını tanımlamıştır. Bu çalışmalara göre, *Weisella* ve *Leuconostoc* suşları, başlıca HoPS üreticileri olarak belirlenmiştir (Sanlibaba ve Çakmak, 2016).

Dekstran: *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* ve *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, dekstransükraz enziminin etkinliğiyle sü krozu kullanarak dekstran üretir. Bu dekstranlar, genellikle α -1,6 bağlarından oluşurken, daha az miktarda α -1,2, α -1,3 veya α -1,4 bağlarının dallanmış yapısını içerebilir (Yang, 2000)

Bazı dekstranlar, farklı yapısal özelliklerinden dolayı suda çözünürken bazıları çözünmez. Reolojik özellikleri nedeniyle, endüstrideki talebi yüksek olan dekstranlar geniş miktarlarda ve yüksek saflıkta üretilir. Dekstranlar gıda sektöründe şekerleme endüstrisinde nemin korunması, viskozite kontrolü ve şeker kristalizasyonunun düzenlenmesi amacıyla kullanılır. Aynı zamanda jöleli şekerlerin ve dondurmanın jelleşmesi ve kristal oluşumunu engelleyici olarak kullanılır (Papagianni et al., 2001, Patel et al., 2014).

Mutan: *Streptococcus mutans*'ın farklı serotipleri tarafından üretilen bir glukan olan mutan: dekstran'dan farklı olarak, mutan glukanı α -(1,3) bağlarını yüksek oranda içerir. Çözünürlüklerindeki farklılıklar, Mutan glukanının farklı bağ tiplerinin oranından kaynaklanır. Suda çözünebilir glukanlarda genellikle α -(1,6) bağlarının oranı yüksektir, bu nedenle çözünürlükleri daha iyidir. Suda çözünmeyen glukanlarda ise α -(1,3) bağlarının oranı daha yüksek olduğu gözlenir, bu da çözünürlüklerini azaltır (Harutoshi, 2013).

Alternan: Alternan yapısı, α -(1,6) ve α -(1,3) glikozidik bağlarını içeren polimer yapıları ifade eder. Bu yapılar aynı zamanda α -(1,3) dallarını da içerebilir. Bu EPS'nin üretimi, *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B1355, NRRL B-1501 ve NRRL B-1498 suşları tarafından üretilen alternan-sükraz enzimi aracılığıyla gerçekleşir. Alternan, kendine özgü yapısı nedeniyle yüksek çözünürlük ve düşük viskoziteye sahip bir EPS'dir. Alternan, ticari olarak düşük viskozite artırıcı ajan olarak gıda ve kozmetik sektöründe kullanılmaktadır.

Ekstraselüler alternaz enzimi, alternanı oligosakkaritlere indirger (Patel et al., 2012, Zannini et al., 2016)

Reuteran: Reuteran, reuteran sukroz ürettiği suda çözünebilir bir glukandır. Reuteran, %70 oranında α -(1,4) ve α -(1,6) glikozidik bağları ve dallanma noktalarında %16 oranında α -glukozil ünitelerini içeren bir yapıya sahiptir. Suda çözünebilme ve hacim artırma özelliğinden dolayı fırıncılıkta kullanılır. *Lactobacillus reuteri* 35-5, *Lactobacillus reuteri* ATCC 55730, *Lactobacillus reuteri* LB 121 reuteran üreticisidir (Patel et al., 2012).

Levan : Levan, ana yapıda β -(2,6) glikozidik bağlara sahip olup β -(2,1) bağlı yan zincirleri içeren bir fruktandır. Levan sükröz enzimi, fruktozdan D-fruktozil rezidüllerinin transferini katalizleyerek Levan üretimini sağlar. *Streptococcus salivarius*, *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-512F, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus sanfranciscensis* LTH2590, *Bacillus*, *Rahnella*, *Lactobacillus reuteri* LB121, *Aerobacter*, *Erwinia*, *Zymomonas* ve *Pseudomonas* türleri gibi bir çok tür *Levan* üreticileridir. Levan, moleküler ağırlığı yüksek olmasına rağmen benzer polisakkaritlere göre nispeten düşük iç viskoziteye sahip olan özel bir polisakkarittir. Oda sıcaklığında suda şişmez veya jelleşmez. *L. sanfranciscensis* LTH2590'den ürettiği Levan prebiyotiktir. Ayrıca gıda sanayinde kıvamlaştırıcı ajan olarak da gelecek vaad etmektedir (Patel et al., 2012).

Levan, suda çözünen, kuvvetli yapışkan özellik gösteren ve film oluşturabilme özelliğinde bir polimerdir. Levanın sahip olduğu diğer önemli özellikler ise, düşük viskozite, yüksek su ve kimyasal tutma kapasitesi, tuzlar ve yüzey aktif maddelerle uyumluluk, sıcaklık, yağlarda yüksek çözünürlük, asit ve alkalide değişmezlik göstererek ortama adapte olurlar (Öner vd. 2010).

İnülin: inülin fruktan veya fruktooligosakkaritler olarak adlandırılan β -(1,2) glikozidik bağları içeren bir polisakkarittir. *Lactobacillus johnsonii* NCC533, inulosükraz enzimi aracılığıyla sukrozdan yüksek molekül ağırlıklı inülin üretebilir. *Leuconostoc citreum* CW28, *Streptococcus mutans* JC2 ve *Lactobacillus reuteri* inülin üreticisidir. Prebiyotik özellik gösterir. Sulu çözeltilerde inülin, gıda ürünlerinde istenen bir bileşen olup, jel oluşumu eğilimiyle gıda tekstürü ve stabilitesini sağlar (Patel et al., 2012).

Pullulan: Pullulan, glukozdan birimlerinden oluşan homopolisakkarittir ve *Aureobasidium pullulans* mantarı tarafından üretilir. A. pullulans tarafından sentezlenen pullulan, α -D-glukan formunda bulunur ve maltotrioz ile küçük miktarda maltotetraoz içerir. Pullulanın yapısındaki glukan halkaları, suda çözünme özelliği sağlar. Pullulan, birçok katyonun varlığında stabil bir viskoz çözelti oluşturabilir, ancak jel oluşturma özelliğine sahip değildir. Esterifikasyon, fiziksel özellikleri artırmak ve enzim hassasiyetini azaltmak amacıyla kullanılabilir. Gıda uygulamalarında nişasta yerine kullanılarak, eklenen gıdaların raf ömrünü uzatabilir. Ayrıca, pullulan mikroorganizmalar tarafından parçalanmadığı için bakteri, maya, küf gibi bozulma etkenlerinin etkisini azaltabilir (Donot et al., 2012, Sutherland, 1998, Duan et al., 2008).

Kurdlan: Kurdlan, ticari bir EPS türüdür ve *Rhizobium radiobacter* türleri tarafından üretilir. Kurdlan, glikoz biriminin lineer β -(1-3)-glukozidik bağlarla bir araya gelerek oluşur. Kurdlan, düz ve dallanmamış bir homopolisakkarit yapısında olan, suda çözünmeyen bir maddedir. Kurdlanın geri dönüşümlü jelleşmesi, konsantrasyon ve moleküler ağırlıkla ilişkilidir (Donot et al., 2012, Zhou et al., 2014, Funami and Nishinari, 2007).

Kurdlan, diğer mikrobiyal polisakaritlerden farklı olarak, ısı uygulamasıyla oluşan jelin kuvvetinin, uygulanan sıcaklık ve sürenin artmasıyla arttığı ve jelleşmenin divalent katyonların varlığına bağlı olmadığı bir özellik gösterir. Kurdlanın jelleşme özelliği, jelatinin yüksek elastikiyeti ile agarın kırılabilirliği arasında bir noktada bulunur. Kurdlan su tutma kapasitesini artırarak tekstürel yapıyı iyileştirmek ve termal stabiliteyi sağlamak için kullanılır (Sutherland, 1999, Zhou et al., 2014).

ii. Heteropolisakkaritler

Heteropolisakkaritler, tüm yapılarındaki üronik asit nedeniyle polianyonik özellik gösterirler. Heteropolisakkaritler, 10'a kadar tekrarlayan monomer içerebilen polimerlerdir (Ladrat et al., 2014). Bir kaynağına göre, tekrarlayan birimler genellikle D-glukoz, L-ramnoz, N-asetilgalaktozamin, D-galaktoz, N-asetilglukozamin ve glukuronik asit olarak belirtilmektedir (Milci ve Yaygın, 2005). Heteropolisakkaritlerin yapısında, farklı uzunluklarda ve birden dörde kadar şeker içeren yan zincirler bulunur. Ancak, heteropolisakkarit yapısındaki

kısa yan zincirler genellikle kendi içlerinde dallanma göstermezler. Ayrıca, ekzopolisakkaritlerde çeşitli yan zincirler bulunabilir. Bu yan zincirler genellikle ana zincire bağlı olarak tek bir monosakkarit formunda mevcuttur (Gürleyendağ, 2006). Heteropolisakkaritlerin çoğunluğu hücre içinde üretilir ve bakteriyel EPS grubunun büyük bir kısmını oluştururlar (Donot et al., 2012). Homopolisakkaritler genellikle ekstraselüler enzimler aracılığıyla sükroz kullanılarak sentezlenir (Minervini et al., 2010). Heteropolisakkaritlerin biyosentez yolu, homopolisakkaritlerden daha karmaşık bir süreçtir. Heteropolisakkarit sentezi, üç aşamada gerçekleşir: basit şekerlerin asimilasyonu ve nükleotid türevlerine dönüşümü, pentasakkarit alt birimlerinin lipid taşıyıcılara eklenmesi, ve tekrarlayan pentasakkarit birimlerinin polimerizasyonu ve dış çevreye salgılanması. Lipid taşıyıcılar, heteropolisakkarit üretimi sırasında büyük öneme sahiptir ve EPS salgılanması ile ilişkilidir. Bu taşıyıcılar, uzun zincirli ester ve isoprenoid alkollerden oluşur ve lipopolisakkarit, O-antijen ve peptidoglikan biyosentezinde kullanılanlarla benzerlik gösterir (Donot et al., 2012).

Laktik asit bakterileri (LAB), homopolisakkaritlere kıyasla heteropolisakkaritleri daha düşük miktarlarda üretirler. Heteropolisakkarit üretimi sonucunda elde edilen miktarlar, 60 ila 400 mg/L arasında değişebilir (Yang, 2000, Stingle et al., 1996). Gereken öncül maddelere, sentez mekanizmalarına ve diğer faktörlere bağlı olarak EPS tipleri değişiklik gösterir. Hücre içi şeker nükleotit öncüllerinden sentezlenen düzensiz tekrarlanan birimlerden, homopolisakkaritler ve heteropolisakkaritler oluşmaktadır. Homopolisakkaritlerin hücre dışında sentezlenmesi, polimerizasyon reaksiyonunun hücre dışı glikoziltransferazlar aracılığıyla gerçekleştiği şekildedir. Heteropolisakkaritler sitoplazmada glukoziltransferazlarla oluşturulur ve dışarı salınmadan önce hücre dışında polimerizasyona uğrarlar. Monosakkaritleri ise uzayan polisakkarit zincirine eklemek için glikoziltransferazlar kullanılır. Heteropolisakkaritlerin yapısı, türler arasında özgüllük gösterir ve EPS'lerin monosakkarit kompozisyonu, birimler arası bağlar, yan zincir varlığı gibi faktörlerle farklılaşır. Bu faktörler, dallanmanın uzunluğu ve kompozisyonu gibi özelliklerle birlikte reolojik özellikleri etkileyebilir (Jolly et al., 2002). HePS olarak bilinen heteropolisakkaritler, bakteriyel büyüme sürecinin farklı evrelerinde sentezlenir

ve salgılanır. Bu polisakkaritlerin türü ve miktarı, bakterinin büyüme koşulları tarafından düzenlenir. Yapısal olarak yapışkan özelliklere sahiptirler. Optimum kültür koşullarında, 0.15-0.6 g/L arasında HePS üretilebilir. HePS polimerinin moleküler ağırlığı, 10^4 ve 10^6 Daltons arasında değişen bir aralığa sahiptir. (Patel et al., 2012)'nin araştırmasına göre, üretici suşun, büyüme ortamının bileşimi, pH, sıcaklık, oksijen basıncı, bulanıklık gibi kültür koşulları, glikozidik bağdaki değişikliklerin ve HePS'nin monomer kompozisyonunun üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

En önemli heteropolisakkaritler arasında gellan gam, ksantan gam ve kefiran yer almaktadır. Gellan gam, üretimi genellikle *Spingomonas paucimobilis* ve *Azotobacter chroococcum* mikroorganizmalarından elde edilir (Zhu et al., 2013). Ksantan gam, *Xanthomonas campestris* cinsinden elde edilir (Vorholter et al., 2008). Kefiran, *Lactobacillus kefiranofaciens* cinsinden elde edilir. Termofilik LAB olan *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*), *L. helveticus* ve *Streptococcus thermophilus* subsp. *thermophilus* (*Str. thermophilus*) gibi bakteriler ile mezofilik laktik asit bakterileri olan *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus sakei*, *L. rhamnosus* ve *L. casei* gibi bakteriler genellikle HePS üretilirler (Vuyst and De Ven, 1998).

Ksantan: Ksantan, fitopatojenik bir bakteri olan *Xanthomonas campestris*'in fermentasyon süreciyle üretilen önemli mikrobiyal polisakkaritlerden biridir (Kassim, 2011).

Ksantan'ın çoğu reolojik özellikleri, çift katlı helikal yapısından kaynaklanan çözeltiye uyum yeteneğinden kaynaklanır. . Ksantan ortam koşullarında sıcaklık, pH ve iyonik kuvvete bağlı olarak sert, düzenli veya düzensiz halkasal form oluşturabilir (Ruijssenaars, 2001).

Ksantan çözeltisi, yüksek derecede pseudoplastik bir davranış sergiler, yani gerilim stresi azaldığında viskozitesi hızlı bir şekilde yeniden artar. Düşük gerilim stresinde yüksek viskoziteye sahip olup, aynı zamanda mükemmel süspansiyon özellikleri gösterir. Ek olarak, ksantan gibi jel oluşturmayan polisakkaritler, bitki galakto veya gluko mannanlarla birlikte sinerjistik etkiyle karışım içerisinde jel oluşturabilir (Sutherland, 1999). Ksantan, suda çözünübilirlik, ortama sağladığı yüksek viskozite, emülsiyon stabilitesi, pH 2 - 11

de stabilitesi, düşük konsantrasyonda bile tadı etkilemeden kalması gibi özellikleri ile gıda bileşenleri arasında bulunur (Jambi et al., 2013).

Jellan: Jellan, yüksek moleküler ağırlığa sahip, anyonik bir heteropolisakkarit olup, *Sphingomonas paucimobilis* bakterisi tarafından üretilir (İsmail and Nampoothiri, 2010). Jellan'ın sahip olduğu açıl grupları, zincir üzerinde yer alan bölgelerin kristalize olmasını engeller ve zayıf, elastik bir jel oluşturur. Bu jel sıcaklıkla bozunabilen bir yapıya sahiptir (Sutherland, 1998).

Jellan, sulu çözeltilerde oldukça viskoz bir çözelti veya zayıf bir jel oluşturur. Bununla birlikte, alkali ile deasetilasyon işlemi sonucunda moleküller arasında yoğun birleşme meydana gelir ve çeşitli katyonlarla güçlü ve kırılğan bir jel oluşur (Sutherland, 1998, Banik et al., 2000). Jellanın jelleşme ve erime sıcaklığının, hem jellan konsantrasyonunun artması hem de tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte arttığını gözlemlemiştir. Bu sonuç, birleşme bölgelerinin sayısının artmasına ve paralel helikslerin serbest rotasyonunun azalmasına katkıda bulunmuştur (Sutherland, 1999).

Kullanım amacına göre, jellan gıda ürünlerinde çeşitli amaçlarla kullanılır. Bunlar arasında tekstürü iyileştirmek, sıvı besleyici gıdalarda fiziksel stabilite sağlamak ve pişirme ve depolama süresinde su tutma kapasitesini arttırmak yer alır (Banik et al., 2000).

2. EPS Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Karbonsal kaynak, sınırlı azot ve oksijen gibi besi ortamı bileşenleri ve gelişim koşulları gibi faktörler, bakteriyel EPS kompozisyonunu ve bileşimini etkiler. Bu etkilerin genetik özelliklerin ötesine geçtiği ve önemli bir rol oynadığı bulunmuştur (Freitas et al., 2011). EPS üretim bedelinin yarısını fermentasyon ortamı oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bazı ucuz atık substratların kullanımı ve fermentasyon sürecinin optimize edilmesi yoluyla biyopolimerlerin ekonomik olarak üretimine yönelik çeşitli çabalar gösterilmiştir (Öner vd. 2010).

EPS üretiminde, sakkaroz, glukoz, laktoz, maltoz, mannitol, sorbitol, peynir altı suyu, nişasta, fruktoz, riboz, arabinoz, rafinoz, şeker konsantreleri, metanol ve C9'dan C16'ya kadar olan n-alkanlar gibi çeşitli maddeler karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kumar et sl., 2007, Öner vd. 2010). EPS verimi, kullanılan karbon kaynağına bağlı olarak değişebilir ve aynı şekilde EPS boyutu

da karbon kaynağına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. (Kumar et sl., 2007) çalışmasına göre, aljinatın fruktoz ve glukoz ile 48 saatlik inkübasyon sonunda üretildiğinde, molekül ağırlığı sırasıyla 500 kDa ve 276 kDa olarak belirlenmiştir.

EPS üretimi için kullanılan besiyerlerinde çoğunlukla azot kaynağı olarak pepton, maya ekstraktı, potasyum nitrat, asparjin, glutamik asit gibi çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır (Öner vd. 2010). EPS üretimi için ayrıca amonyum sülfat, sodyum nitrat, üre ve maya ekstraktı gibi bileşenler de kullanılabilir. Araştırmaya göre, organik azot kaynaklarının kullanımı genellikle yüksek EPS üretimi ve özgül büyüme hızı ile ilişkilidir. Bununla birlikte, azot kaynaklarının içerdiği bazı karbonlar, EPS üretimi için substrat kaynağı olarak da kullanılabilir (Kumar et sl., 2007).

EPS üretimi genellikle düşük seviyedeki azot konsantrasyonlarında daha yüksek seviyelerde gerçekleşir. Yapılan çalışma, maya ekstraktının besiyeri içerisine eklenmesinin *Propionibacterium acidi-propoinici*'nin hem gelişimini hem de EPS üretimini arttırdığını kanıtlamıştır (Kumar et sl., 2007).

3. LAB'ler Tarafından Üretilen EPS'lerin Biyosentezi

EPS'nin üretiminden sonra izole edilmesi ve özelliklerinin belirlenmesi için ise mineral, protein, mono-disakkarit, kapsül EPS çıkartma, EPS sedimentasyonu, fraksiyonları hazırlama, EPS miktarı ölçme aşamaları uygulanır (Mende et al., 2016).

LAB'nin suşları homopolimerik ve heteropolimerik EPS'ler üretmektedir. Bu EPS'lerin biyosentezi için glikoziltransferaz enzimi gerekir (Jolly ve Stingle, 2001). Homopolimerik EPS'ler LAB suşlarında tek bir gen tarafından sentezlenirken, heteropolimerik EPS'ler gen kümeleri aracılığıyla birden fazla genin bir arada çalışmasıyla biyosentezlenir (Laws et al., 2001).

Lactococcus gibi mezofilik LAB cinsleri için özel gen kümeleri, plazmid üzerinde, termofilik cinsler (*Streptococcus* ve *Lactobacillus* gibi) için ise kromozom tarafından kodlanmaktadır (Laws et al., 2001). Buna karşın *Lactobacillus casei* CG11'nin gen kümesi plazmid üzerine bağlantılı olduğu bildirilmiştir. *L. casei* suşunun ise kromozomlarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Dupont et al., 2000, Kojic et al., 1992).

Homopolimerik EPS'lerin biyosentezi, hücre duvarında veya hücre dışında bulunan glukoz sukraz enzimlerinin şeker birimleri arasında glikozidik bağlar oluşturarak gerçekleşir (Badel et al., 2011).

Glukoziltransferazlar, kültür ortamında sükrozun parçalanmasını katalizleyerek enerjiyi kullanır. Bu enerjiyi, polisakkarit oluşturmak amacıyla alıcı moleküllere glukozil rezidülerini transfer etmek için kullanırlar (Badel et al., 2011). Glukoziltransferazlar ve fruktoziltransferazlar, homopolimerik EPS'lerin sentezini gerçekleştirir ve bu enzimler gtf (glukozil transferaz) ve ftf (fruktan transferaz) genleri tarafından kodlanır. (Badel et al., 2011, Cote et al., 2012).

Heteropolimerik EPS biyosentezinin başlangıç molekülü, katabolik şeker yolunun başlangıç metaboliti olan glukoz-6-fosfattır (Welman and Maddox, 2003). Şekil 10'da LAB'nin sitoplazmada galaktoz, laktoz, glukoz dönüşümü yoluyla EPS üretimi gösterilmiştir. Glukoz-6-fosfat, fosfoglukomutaz enzimi tarafından ekspresyonu değişmeyen temel bir gen ürünü olarak glukoz-1-fosfata dönüştürülür. Sonuçta, glukoz-1- fosfattan şeker nükleotidlerin biyosentezi gerçekleşir (Laws and Marshall. 2001).

Şeker nükleotidlerinin üretimi temel genler ve eps operonlarına yerleşen özel genler tarafından gerçekleştirildikten sonra, tekrarlayan şeker üniteleri oluşturulur (De Vuyst and Degeest, 1999). EPS'nin polimerizasyonu, zincir uzunluğu tekrarlayan birimlerin biyosentezini kodlayan genler eps operonlarında bulunur (Badel et al., 2011).

Glukoziltransferazlar aktivitesine göre ilerleyen (alıcı uca şeker birimlerini sürekli transfer edebilen) ve ilerlemeyen enzimler (alıcı moleküllere tek bir şeker biriminin transferini katalizleyebilen) olarak iki gruba ayrılırlar. Her iki gruptaki glukoziltransferazlar, homopolimerik ve heteropolimerik ekzopolisakkaritler yapılarının biyosentezinde gereklidir (Saxena et al., 1995).

Hücre zarının içinden dışına doğru gerçekleşen adımda, şeker birimlerinin dışarıya transfer edilmesi ve polimerizasyonu gerçekleşir. Heteropolimerik EPS üretimiyle ilgili genlerde üç çeşit protein vardır ve bu proteinler hücre dışına transfer edilmesini ve aynı zamanda polimerizasyon reaksiyonlarını sağlar. İlk aşama, Flippaz veya translokaz olarak adlandırılan bir enzim, membranın

sitoplazmik yüzeyinden periplazmik yüzeyine lipit taşıyıcı moleküle bağlı olarak tekrarlayan şeker ünitelerini taşır. İkinci aşamada, polimeraz enzimi tekrarlayan şeker ünitelerini katalize eder. Son aşamada EPS zincir uzunluğunu belirleyen lipit taşıyıcı, protein, tekrarlayan birim kompleksleri ayrılarak, transfer ve polimerizasyon reaksiyonlarını sonlandırır. Polimerizasyon aşamasında şeker birimleri bir araya gelerek daha uzun bir EPS zinciri oluştururlar. Bu adım, EPS'nin hücre dışına salınmasını sağlar ve biyofilm veya jel oluşumunda önemli bir rol oynar (Laws and Marshall. 2001).

Daha sonra bu EPS polimerleri ya hücre dışına salgılanır ya da hücre yüzeyine tutundurulur (De Vuyst and Degeest, 1999).

Yılmaz 2006 tarafından belirtildiğine göre *Pseudomonas* spp., *Xanthomonas campestris*, *Acetobacter chorococcum*, *Streptococcus equii*, *Acetobacter xylinum*, *Sphingomonas paucimobilis* benzeri türlerin ve ayrıca çok fazla sayıda bitki patojeni türü EPS üretmektedir. *Acetobacter* spp., *Aureobasidium* spp., *SinoRhizobium* spp., *Escherichia* spp., türleri de EPS üretmektedirler (Yılmaz, 2006).

Bir araştırmada, *Bacillus* spp. suşu tarafından üretilen EPS'in viskozitesinin pseudoplastik özellik gösterdiği ve viskozitesinin yüksek olduğu ve belirtilmiştir. Ayrıca, Bazı *Bacillus* türlerinin ürettiği EPS'in emülsifiye edici, farmakolojik aktivite, ağır metal temizleme etkisi gibi yetenekleri tespit edilmiştir (Fang et al., 2013).

Laktik asit bakterilerinin ürettiği EPS'lerin molekül ağırlığının 1000 kDa'a kadar çıktığı görülmüş olsa da genellikle bu değer 10 ile 200 kDa arasında olmaktadır (Vaningelgem et al., 2004).

4. LAB'de EPS Üretimini Etkileyen Faktörler Ve Gıda Teknolojisindeki Yeri

Bir çalışmada, MRS besiyeri bileşenlerinin EPS üretimine katkısı ve bu besiyerinde *Lactobacillus confusus* CMU198 suşunun EPS üretim gücü incelenmiştir. Bu çalışmada, azaltma ve tek tek ilave etme yolları kullanılarak besiyeri içerikleri ayarlanmıştır. Azaltma yöntemi kullanılarak, maliyeti yüksek olan üç MRS bileşeni (pepton, maya ekstraktı ve et ekstraktı), farklı konsantrasyonlarda test edilmiştir. Sonuçlar, en yüksek EPS üretiminin peptonun 12,05 g/L, maya ekstraktının 2,5 g/L ve et ekstraktının 2,5 g/L oranlarında

eklenmesiyle elde edildiğini göstermiştir. Araştırma bulgularına göre, EPS üretimini yetersiz veya yüksek azot konsantrasyonunun negatif yönde etkilediği, ancak düşük azot konsantrasyonlarının EPS üretimi için daha elverişli olduğu görüşü öne sürülmüştür. Azot kaynaklarıyla yapılan deneylerde, aynı çalışmada en üst düzeyde EPS üretimi elde edilmesi için peptonun 7,5 g/L, maya ekstraktının 3 g/L ve et ekstraktının 5 g/L olarak kullanıldığı görülmüştür. Tüm parametrelerin en uygun şekilde ayarlandığı bir çalışmanın sonucunda, EPS üretimi gerçekleştirilmiş ve miktarı 7,95 mg/L olarak tespit edilmiştir (Kuntiya et al., 2010).

Bir çalışmada, şekerli buğday suyu, şekerli ve şekersiz soya suyu gibi farklı besiyerleri kullanılarak 11 farklı suşun EPS üretim yetenekleri ve miktarları incelenmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek EPS üretimi şekerli soya suyu kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma sonuçları, şekerli soya suyunun şekersiz soya suyuna göre avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu farkın sebebinin, soya suyunda bulunan yüksek yağ oranından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Buğday deneylerinde en yüksek EPS miktarı *Streptococcus macedonicus* tarafından (0,5 g/L) üretilirken, soya deneylerinde en yüksek EPS miktarını *Weisella confusa* verdiği gözlenmiştir (1,21 g/L). Bu farkın nedeni, mikroorganizmaların bireysel olan gelişme ortamı ve yaşamsal ihtiyaçlarından kaynaklanmaktadır (Kırma, 2016).

Sakkaroz ve maltoz varlığında Tarhanadan izole edilen laktik asit bakterilerinin EPS üretim yeteneklerini inceleyen bir çalışmada, deneyler Brain Heart İnfusion (BHI) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. *Lactiplantibacillus plantarum* suşları izolesi sağlanan diğer bakteri suşlarına göre daha yüksek miktarda EPS üretme kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Saflaştırma sonrası EPS'lerin yapılan analizlerinde, asidik ortamda yüksek viskoziteye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, üretilen EPS'nin glukoz, galaktoz ve fruktoz birimlerinden oluştuğu sonucuna varılmıştır (Zehir, 2017).

Gerçekleştirilen araştırmalarda, 182 farklı *Lactobacillus* suşunun EPS üretimi incelenmiştir. Bu suşların 60'ının EPS ürettiği belirlenmiştir. 60 suşun yaklaşık olarak 1/3'ünün EPS üretiminin 100 mg/L'den fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca, EPS üretimi için en uygun bileşenin sakkaroz olduğu kaydedilmiştir (Van Geel-Schutten et al., 1998). Aynı şekilde, (Faber vd. 1998) referansına göre, *Str.*

thermophilus Rs ve St suşlarının sırasıyla 135 mg/L ve 127 mg/L EPS ürettiği belirtilmiştir. Diğer araştırmalar (Duboc and Mollet, 2001, De Vuyst and Degeest, 1999) tarafından bildirildiğine göre, LAB'ler tarafından üretilen EPS miktarlarının 150-600 mg/L arasında olduğu raporlanmıştır.

Laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen ve Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen (GRAS) statüsüne sahip olan EPS'ler, özellikle süt endüstrisi olmak üzere, çığ gıda ürünlerinin fermentasyonunda endüstriyel ölçekte kullanılmaktadır. Ayrıca et ve sebze gibi gıda ürünlerinde de kullanılmaktadır (Leroy et al., 2002, Ryan et al., 2015).

EPS'lerin süt ürünlerindeki sağladığı faydaları arasında; yoğurdun viskozitesini geliştirir, fermentasyon süresi boyunca ve depolama sırasında sinerezisi önler yapıyı ve aromayı iyileştirir, ayrıca tekstürün oluşması yer alır (GallardoEscamilla et al., 2007). Ayrıca EPS'ler süt ürünü olan peynirde yağ ikame maddesi olarak da kullanılırlar (Sandoval-Castilla et al., 2004).

Yogurt üretiminde, viskozite ve su tutma kapasitesini artırmak ve serum ayrılmasını azaltarak yapıyı geliştirmek amacıyla EPS üreticisi olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* suşları starter kültür olarak kullanılmaktadır. Bu suşlar, yogurt fermentasyon sürecinde EPS üretimine katkıda bulunarak yogurtun daha kıvamlı ve yapısal olarak daha istikrarlı olmasını sağlar. Aynı zamanda, serum ayrılması adı verilen istenmeyen sıvı tabakanın oluşmasını azaltır ve daha kaliteli bir yogurt yapısının oluşmasına yardımcı olur (Badel et al., 2011).

Ticari kültürlerin yanı sıra EPS üreticisi olarak *L. bulgaricus* B3 ve *S. thermophilus* W22 suşlarının (%1,5 oranında) kullanıldığı yoğurtlarda daha yüksek EPS üretimi tespit edilmiştir. Bu kombinasyon, yogurt üretiminde daha fazla EPS üretimi sağlayarak, yogurtun viskozitesini artırma, su tutma kapasitesini geliştirme ve daha stabil bir yapı oluşturma açısından avantaj sağlamıştır. Başka bir çalışmada, polisakkarit üreten kültürlerin kullanımıyla yogurtun viskozitesinin arttığı belirlenmiş ve EPS üreten suşlarla yapılan yoğurtların izogenik kültürlerle üretilenlere göre daha yüksek viskoziteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, polisakkarit üreten suşların yogurtun

yapısını geliştirme potansiyeline sahip olduğunu ve viskozite üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir (Hassan et al., 2001).

EPS'lerin yüksek su tutma kapasitelerine sahip olmaları nedeniyle, düşük yağlı peynirlerin fiziksel ve duyu özelliklerini geliştirmek amacıyla peynir teknolojisinde geniş bir kullanım alanına sahip olduğu doğrudur. EPS'ler, düşük yağlı peynirlerin nem içeriğini artırarak daha kremi bir doku oluşturabilir. Ayrıca, EPS'ler peynirin yapısını stabilize ederek, yağsız peynirlerin daha iyi bir tutulma ve kesme özelliğine sahip olmasını sağlayabilir. Bunun yanı sıra, EPS'ler peynirin lezzet ve aroma profilini iyileştirerek daha tatmin edici bir tat sağlayabilir. Bu nedenle, peynir endüstrisinde EPS'lerin kullanımı, düşük yağlı peynirlerin kalitesini artırmak için önemli bir strateji olmuştur. Bu amaçla; *L. bulgaricus* MR-1R ve *S. thermophilus* MR-1C suşları tarafından sentezlenen EPS'lerin su kapasitelerinin incelendiği çalışmada, *S. thermophilus* MR-1C suşunun ürettiği kapsüller EPS'nin peynirin nem oranını artırdığı saptanmıştır (Low et al., 1998, Sandoval-Castilla et al., 2004). Aynı şekilde *L. lactis* suşuyla üretilen EPS yarım yağlı ceddar peyniri ve tam yağlı ceddar peyniri aynı özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (Costa et al., 2010).

EPS ler sadece yoğurt ve peynirin değil diğer fermente süt ürünlerinin de (kefir, ekşi hamur) reolojik özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Di Sabatino ve Corazza, 2009).

EPS birikimi EPS üreten bakterilerin fermentasyonu sonucu bulunan sistemde artmaktadır. Örneğin ekşi hamur florasındaki *L. sanfranciscensis* suşu levan üretmektedir. Günümüze kadar ekmek üretimi sırasında kullanılan LAB'leri başta *Weisella* olmak üzere homopolisakkarit de üretmektedir (Galle et al., 2010) Yapılan bir çalışmada, glukan ve fruktan üreten LAB'lerle birlikte %12 sakkaroz eklenmesinin ekşihamur fermentasyonunda faydalı miktarlarda EPS üretimini sağladığı belirtilmiştir (Tieking et al., 2003). *L. reuteri* kullanılarak elde edilen ve gluten içermeyen ekmekler daha yumuşak olduğu ayrıca raf ömrünün de daha uzun olduğu görülmüştür (Schwab et al., 2008).

Son yıllarda yapılan çalışma *L. plantarum* 162 R ve *L. mesenteroides* N6 suşları kullanılarak sucuk üretimi yapılmıştır. Sucuğun yüzey özelliklerinde sıklık ve az yapışkanlık gibi olumlu etkiler görmüşlerdir (Dertli et al., 2016).

EPS miktarının viskozite üzerinde etkili olmadığı, farklı yapıda olan EPS'nin besiyeri içinde çeşitli reolojik yeteneklere sahip olabileceği bilinmektedir. Ek olarak süt proteinleri ile etkileşimi bulunmaktadır. *L. lactis* ssp. *cremoris*' e ait 2 suş ile çalışma yapılmıştır. T5 suşu 600 mg/L EPS üretmiştir ve üretim sırasında gözlemlenen viskozite 20 mPa/s'dir. MLS 96 suşu 220 mg/L EPS üretmiş ve viskozite değeri 800 mPa/s'ye kadar ulaşmıştır. Bu kültürler arasındaki farka bir etmen olarak pH da eklenmek istenmiş ve 18°C'de ve 24 saatlik fermentasyon sonunda pH ölçümü yapılmıştır. T5 suşunda pH 6.3, MLS 96 suşunda ise 4.7 olarak ölçülmüştür. Kazınlar 4,7 pH'de çökelmiş olmalarına rağmen 6,3 ph'de misel şeklinde görülmüşlerdir. Bu sonuçları T5 suşunun molekül ağırlığının daha az olmasının etklime ihtimali de bulunmaktadır (Cerning et al., 1992).

Leuconostoc citreum, *Lactobacillus coprophilus* ve *Leuconostoc mesenteroides/dextranicum* türlerinin, bozanın laktik mikroflorasının incelendiği bir çalışmada en yüksek miktarda ekzopolisakkarit üreten mikroorganizmalar olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın amacı laktik mikrofloranın stabilizatör, emülgatör özellikleri ve antiülser etkileri antitümör, prebiyotik etki düzeylerinin incelenmesidir (Bayram, 2015). *Lactococcus lactis* (A47) ve *Leuconostoc citreum* (E55)' in en fazla sayıda EPS üreten suşlardır (Heperkan et al., 2014).

II. MATERYAL VE METOT

A. Materyal

Çalışma için gerekli tahıllar (pirinç, buğday, mısır unu, darı, yulaf, bulgur) Türkiye’de yerel bir marketten alınmıştır. Boza örnekleri İstanbul Bölgesinde yerel bir üreticiden 7 farklı numune temin edilmiş ve derin dondurucuda -18 °C’de saklanmıştır.

B. Metot

1. pH Analizi

pH Analizi TS 9778 Boza Standartına göre uygulanmış olup, analizde Jenway marka, 3520 model, 35433 seri nolu pH metre kullanılmıştır. Analize başlamadan önce 4, 7, 10 pH derecelerine sahip tampon çözeltiler ile pH metrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Boza örnekleri ve tahıl sütleri ve bakteri aşılınmış tahıl sütleri oda sıcaklığına gelene kadar su banyosunda bekletilmiştir. Steril kaşık ile karıştırılıp homojen hale getirildikten sonra pH metrenin probu karışıma daldırılarak okuma yapılmıştır. Her örnek için iki adet pH okuması yapılmış olup, sonuçların ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır (Anonim, 2017) Analizde kullanılan pH metre cihazı şekilde verilmiştir.

2. Toplam Kül Tayini

Boza örneklerinin Toplam Kül Tayini Nabertherm marka, L-9/11/S27 model, 167360 seri nolu kül fırınıyla gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılacak krozeler 550°C’ye ayarlanmış kül fırınında yaklaşık olarak 1 saat tutularak sabit tartıma getirilmiştir. Ardından krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve sıra ile tartılarak daraları alınmıştır. Örnekler analize alınmadan önce homojen hale getirilmiştir. Yaklaşık 3 g örnek darası alınmış kroze içine 0,0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Numune tamamen yanıncaya kadar kroze metal yüzeyli ısıtıcı üzerinde veya ısıtıcı tablada ısıtıldıktan sonra, 550°C’lik fırında,

sabit ağırlığa gelene kadar yakılmıştır. Kroze muhteviyatı gri-beyaz renkli kül haline gelene kadar kül fırınında tutulmuş olup, ardından krozeler desikatöre alınarak soğutulmuştur. Soğuyan krozeler 0,0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Aşağıda verilen formüle göre toplam kül miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 2017). Her örnek için iki çalışma yapılmış olup, sonuçların ortalaması ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Analizde kullanılan kül fırınının görüntüsü Şekil 'de verilmiştir. % Toplam Kül Miktarı (m/m) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$K = (B - D) / (A - D) \times 100 \quad (\text{Denklem 4})$$

$$A = \text{Numune} + \text{kabın kütlesi (g)} \quad (\text{Denklem 5})$$

$$B = \text{Yakma sonucu oluşan kül} + \text{kabın kütlesi (g)} \quad (\text{Denklem 6})$$

D : Kabın kütlesi (g)

K : % Toplam Kül Miktarı

3. Toplam Asitlik Tayini

Toplam Titre Edilebilir Asitlik Tayini 10 g oda sıcaklığında boza numunesi tartılarak 90 ml distile su ile stomacher poşetine alınmıştır. Stomacher cihazında iki dakika boyunca çalkalanmıştır. Ardından huniye filtre kağıdı yerleştirilerek erlene süzölmüştür. Süzüntüden 10 ml alınarak 2 – 3 damla %1'lik Fenolfitalein indikatörü (1 g fenolfitalein % 95'lik etil alkol ile 100 mL'ye tamamlanarak elde edilir) damlatılmıştır. Titrasyona hazırlanan örnekler 0.1 N NaOH çözeltisi (4 g NaOH damıtık su ile 1 litreye tamamlanarak elde edilir) ile açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Kullanılan NaOH miktarı mililitre olarak kaydedilmiştir. Aşağıdaki formüle göre % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir. Her örnek için iki adet titrasyon yapılmış olup, sonuçların ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam Asitlik} = (V * \text{Meq} * 100) / m \quad (\text{Denklem 7})$$

V : Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (ml)

Meq : Organik asidin eşdeğer ağırlığı

M : Örnek miktarı (g)

4. Protein Tayini

Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Yöntemin temel amacı gıdalardaki serbest azotun amonyum iyonuna çevrilmesidir. Bunun için boza örneği önce derişik sülfürik asit fle yüksek sıcaklıkta parçalanır. Karbonlu maddeler okside olarak karbondioksit, hidrojenler suya, hidrojene bağı azot amonyum sülfat haline dönüşür. Elde edilen çözelti derişik sodyum hidroksit çözeltisi ile distile edilmiştir. Serbest hale geçen amonyak bir asit (borik asit) ile çözeltiye bağlanır. Oluşan bu zayıf baz, ayarlı bir asit çözeltisi ile titre edilmiştir.

Kjeldahl balonu İçerisine hazırlanan katalizör (Kjeldahl tableti; K_2SO_4 ve $CuSO_4$) birkaç kaynama taşı koyulmuştur. Süzgeç kâğıdı üzerine homojen hale getirilmiş örnekten 1 g tartılır ve balonun İçerisine yerleştirilmiştir. Üzerine 25 mL derişik sülfürik asit koyulmuştur. Balon Kjeldahl cihazının yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Önce köpürme bitene kadar düşük sıcaklıkta daha sonra ise yüksek sıcaklıkta (400 °C) yakma yapılmıştır. Yaklaşık 2 saat sonra çözelti rengi açık mavi yeşil olunca yakma işlemi bitirilmiştir. Balon oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Bir erlene 50 mL borik asit çözeltisi koyularak üzerine metilen mavisi-metilen kırmızısı karışımı olan indikatör çözeltisinden 2 damla koyularak adaptörün ağız erlenin dibine degecek şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilmiştir. Kjeldahl cihazının problemleri %33'lük NaOH çözeltisi ve destile suya daldırılmıştır. Destilasyon süresi boyunca örneğin üzerine 100 mL saf su, 125 mL %33'lük NaOH çözeltisi cihaz tarafından eklenmiştir. Destilasyon işleminin bitiminde erlen içindeki çözelti ayarlı 0,1 N HCl asit çözeltisi ile ilk indikatör eklendiği anındaki menekşe rengin gözlendiği ana kadar titre edilmiştir (V_1). Aynı deney örnek yerine sadece süzgeç kâğıdı koyularak tekrarlanır ve harcanan HCl asit çözeltisi miktarı kaydedilmiştir (V_2). Böylece örnek dışında gelebilecek azot miktarı saptanmıştır. Aşağıdaki forüle göre % Protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\% N = [0,014 \times N \times (V_1 - V_2) \times 100] / m \quad (\text{Denklem 8})$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times F \quad (\text{Denklem 9})$$

V_1 : Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi (ml)

V_2 : Süzgeç kâğıdı koyularak titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi (ml)

N : Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

m : Alınan örneğin ağırlığı (g)

F = 5,7

5. Boza Örneklerinin, Tahıl Sütlerinin ve Bakteri İzolatlarının Hazırlanması

Oda sıcaklığında homojenize hale getirilen boza örneklerinin *E.coli/Coliform* analizleri ISO 4832 standardına göre yapılmıştır. Maya sayımı, saflaştırılması ve identifikasyonu için YGC (Yeast Glucose Chloramphenicol Agar) Agar kullanılmıştır. Bakterilerin biyoçeşitliliğin belirlenmesi, sayımı, saflaştırılması ve identifikasyonu için de Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) agar ve M17 agar kullanılmıştır. Mikrobiyolojik analizler iki paralel olacak şekilde yapılmıştır.

YGC (Yeast Glucose Chloramphenicol Agar) Agar (Liofilchem, Italy) Hazırlanması: Üretici firma hazırlama talimatına uygun olarak 1 litre distile suya 43,1 g YGC agar tartılarak manyetik ısıtıcılı karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Alev bekinin yanında steril petri kutularına 20 ml olacak şekilde doldurulmuş ve oda sıcaklığına gelip katılaşıncaya kadar beklenmiştir.

YGC Yatık agar hazırlanması ise manyetik karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılan besiyeri tüplere 5 ml olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkan tüpler yatık olarak soğumaya bırakılmıştır.

MRS Agar (Neogen, UK) Hazırlanması: Üretici firma hazırlama talimatına uygun olarak 1 litre distile suya 70 g MRS agar artılarak manyetik ısıtıcılı karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Alev bekinin yanında steril petri kutularına 20 ml olacak şekilde doldurulmuş ve oda sıcaklığına gelip katılaşıncaya kadar beklenmiştir.

MRS (Neogen, UK) Yatık agar hazırlanması ise manyetik karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılan besiyeri tüplere 5 ml olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkan tüpler yatık olarak soğumaya bırakılmıştır.

%5 şekerli MRS (Neogen, UK) Yatık agar hazırlanması: Üretici firma hazırlama talimatına uygun olarak 1 litre distile suya 70 g MRS agar artılarak manyetik ısıtıcılı karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılmıştır. 50 g çay şekeri ilave edilerek bir süre daha karıştırılmıştır. Karıştırılan besiyeri tüplere 5 ml olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkan tüpler yatık olarak soğumaya bırakılmıştır. mMRS olarak adlandırıldı.

M17 Agar (Liofilchem, Italy) Hazırlanması : Üretici firma hazırlama talimatına uygun olarak 1 litre distile suya 57,3 g M17 agar tartılarak manyetik ısıtıcılı karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Alev bekinin yanında steril petri kutularına 20 ml olacak şekilde doldurulmuş ve oda sıcaklığına gelip katılaşıncaya kadar beklenmiştir.

M17 Yatık agar hazırlanması ise manyetik karıştırıcıda berraklaşana kadar karıştırılan besiyeri tüplere 5 ml olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Otoklavdan çıkan tüpler yatık olarak soğumaya bırakılmıştır.

Peptonlu Su Hazırlanması: Peptone (Merc, Germany) üretici firma hazırlama talimatına uygun olarak 1 litre distile suya 22,5 g tartılarak manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Ardından 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.

Boza örneklerinin Hazırlanması: Sterilize stomacker poşetlerine steril 90 ml peptonlu su koyulup üzerine 10 g boza örneği olacak şekilde 7 farklı numune için hazırlanmıştır. 10 g boza örneği + 90 ml peptonlu su stomacker cihazında homojenize edilmiştir. Daha sonra bu karışımdan 1 ml alınarak steril 9 ml peptonlu su hazırlanmış tüplere aktararak karıştırılmış ve gerekli seyreltmeler yapılmıştır. 10^{-6} 'ye kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml çift petri plağına yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. MRS ve M17 agar 37 °C'de 48 saat, YGC agar ise 25 °C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda koloniler sayılmıştır ve 7 farklı boza örneğindeki seyreltmelerde meydana gelen üreme çeşitliliği boyut, renk, parlaklık farklılıklarına göre mikroorganizmalar izole edilerek kodlanmıştır.

İkinci aşamada kodlanmış izolatlardan tek koloni elde etmek için alev beki yanında steril öze ile alınarak petri kaplarına çizme yöntemi ile ekim yapılmıştır. MRS ve M17 agar 37 °C'de 48 saat, YGC agar ise 25 °C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. Burada M17 besiyerinde çoğalan bakteriler MRS besiyerinde de çoğaltılarak analize devam edilmiştir. İzolatların mikroskop altında gram boyama ile saflıkları kontrol edilmiş ve tek koloniye düşen mikroorganizmalar alev beki yanında steril öze yardımıyla MRS besiyerinden 10 adet olacak şekilde yatık agara alınarak 37 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Ayrıca saflıkları kontrol edilen izolatlar tekrar çizme yöntemiyle petride inkübasyona bırakılmıştır ve identifikasyon için dış Laboratuvara gönderilmiştir.

İdentifiye edilen 6 çeşit saf bakteri suşlarının etkinliğin artması ve tahıl sütlerine adaptasyonu için mMRS agar yatık tüplere steril bir öze ile alınarak 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerinin hazırlanması: Tahıl:su oranı 1:15 olacak şekilde her ürün ayrı ayrı karıştırılıp ve 2 saat boyunca kaynatılmıştır. İki kez tülbentten süzülen tahıl su karışıma şeker (5g sakkaroz) / (50 ml karışım) oranında ilave edilmiştir ve aynı karışım hacmi miktarı kadar daha önce kaynatılmış MRS agar ilave edilerek karıştırılmıştır. Ardından pH 6.4'e ayarlanmıştır. Hazırlanmış bu tahıl sütleri iki paralel olacak şekilde 5 ml tüplere alınmıştır. Toplamda 98 adet tüp bulunmaktadır. Test tüplerinde pirinç, bulgur, buğday, mısır unu, darı, yulaftan oluşan ayrı ayrı tahıl sütleri ve mMRS bulunmaktadır. Kalan şekerli tahıl sütleri + MRS karışımı ve hazırlanan tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilizasyon sonrası tüpler yatık olarak soğutulmuştur ve şekerli tahıl sütleri + MRS karışımı alev beki yanında steril petri kaplarına aktarılmış ve soğutulmuştur. mMRS agar ve tahıl sütleri test tüpleri bakterilerin aşılmasını amacıyla kullanılmıştır.

Daha önceden bakteri etkinliğinin artması için mMRS Agar kullanılarak uyarlanan bakteri suşlarının bulunduğu her bir tüp ayrı ayrı üzerine 1,5 ml steril peptonlu su koyularak vortekste homojen hale getirilmiştir, tek tip suş içerisinde steril bir tüpte yaklaşık 10 ml aşılama için kullanılacak bakteri solüsyon elde edilmiştir. Bundan da 5 ml tüplere hazırlanan pirinç, bulgur, buğday, mısır unu, darı, yulaf ve mMRS tüplerine bir mikropipet yardımı ile 100 µL alınarak test tüplerine aşılama yapılmıştır ve vortekste karıştırılmıştır. Kontrol test tahıl bazlı ortam

ve mMRS için 100 μ L steril peptonlu su ilave edilmiştir. Ayrıca aşılama kullanılmak üzere bakteri solüsyonundan 1 ml alınarak steril peptonlu su kullanılarak dilüsyonlar hazırlanmış aşılama miktar konsantrasyonunu belirlemek amacıyla bir mikropipet yardımı ile 100 μ L alınarak tahıl bazlı ortamlara ve mMRS agar bulunan petrilere aktarılmıştır. Yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Aşılama tahıl bazlı ortam içeren tüpler, mMRS, tahıl bazlı ortam içeren besiyeri 37°C’de 72 saat inkübe edilmiştir.

Ardından test tüplerindeki örnekler reometre cihazıyla viskozite tayini yapılmıştır ve petrilere de koloniler sayılarak dilüsyondaki bakteri suşu konsantrasyonu belirlenmiştir. Ayrıca tahıl bazlı ortamdan alınan bakteri suşları basit boyama yapılarak mikroskop altında incelenmiştir. Tüm analizler iki paralel yapılmıştır.

6. Mikroorganizmaların İdentifikasyonu

Saflaştırılan mikroorganizma izolatları “MALDI-TOF MS (Matriks Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry)” teknolojisi kullanılarak tanımlanmıştır. İzolat numaraları ve tür tanımlamaları şekilde gösterilmektedir. Yöntemin işlem basamakları şu şekildedir: Kültürün saf bir şekilde izole edildikten sonra, koloniden alınan numune MALDI-TOF plakasına yayılırken tanımlama sürecinin ilk adımı gerçekleştirilir. Formik asit ile öncelikle organik bir matriks solüsyonu eklenir ve ardından bu karışım MALDI-TOF cihazına yerleştirilir. Daha sonra lazer atışlarına maruz bırakılır. Matriks, lazer ışığından örnek moleküllerine gerekli iyonlaşma enerjisini ileterek, örnek moleküllerinin iyonlaşmasını sağlamak için bir araç olarak görev yapar. Lazerin etkisiyle mikroorganizma-matriks kompleksinde mikro patlamalar meydana gelir. Bu patlamaların ardından, mikroorganizmalara ait peptitler, proteinler, şekerler gibi moleküller matriksle birlikte iyonlaşır. Elektrik potansiyeline maruz kalan iyonize moleküller, cihaz içindeki elektrotlar tarafından hızlandırılarak dedektöre doğru yönlendirilirler. Dedektör ile İyonlar moleküler kütle (m)/yük (z) oranı ve bağıl yoğunluklarına göre ayrılır. Cihazdaki vakum, iyonlarla hava moleküllerinin ilişkisini engeller. İyonlar, kütleleriyle ters orantılı olarak hız kazanır ve dedektöre farklı zamanlarda çarparlar. Bu çarpışmaların kaydedilen sinyalleri, proteinlerin kütle

spektrumlarını oluşturur. Spektrumunda x eksenini proteinlerin kütle/yük (m/z) oranını, y eksenini proteinlerin yoğunluğunu belirtir. Her bir mikroorganizma için spesifik spektrum değerleri elde edilmesinin nedeni, hücrelerdeki hidrofobik karaktere sahip ana proteinlerin saptanmasıdır. Bu temel proteinler, mikroorganizmalar arasında çeşitlilik gösterdiği için farklı spektrumlar elde edilir. Genellikle ribozomal proteinler olan hidrofobik özellikteki bu proteinler, büyük çoğunlukla 4 ile 15 kDa aralığında bulunurlar. Ribozomal proteinler, mikrobiyal gelişme şartlarından en az düzeyde etkilenen proteinlerdir ve bundan dolayı Laboratuvarlarda tanımlama için kullanılabilir. Matris solüsyonunu seçerken, özellikle temel hidrofobik proteinlerin iyonizasyonunu sağlayabilen solüsyonlar tercih edilmelidir. (Suh ve Limbach, 2004).

7. Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi

1ml steril peptonlu su ilave edilmiş 5 ml tahıl sütlü ortam içeren test tüpleri ve mMRS besiyeri test tüpleri, her bir bakteri suşundan 1 ml ilave edilmiş 5 ml tahıl sütlü ortam içeren test tüpleri ve mMRS besiyeri test tüplerinin 37°C’de 72 saat inkübe edildikten sonra oda sıcaklığına gelmesi beklenir, reolojik özellikleri Paralel Plate Sensör kullanılarak (Paralel Plate P25 D=25 mm ve Profilli Paralel Plate PP25/P2, Peltier sıcaklık aksesuarı P-PTD200, Gap 1 mm) Modüler Kompakt Reometre (Anton Paar, 302e Model, Graz) cihazı ile ölçülmüştür. Ölçüm 25 °C’de gerçekleştirilmiştir. Kayma hızı aralığı 0 ile 200 s⁻¹ arasında ve iki paralel şekilde yapılmıştır. Değişen kayma hızları ile görünür viskoziteleri bir güç yasası modeline göre belirlenmiştir.

$$\tau = K * \gamma^n \quad (\text{Denklem 10})$$

τ : Kayma gerilimi (Pa)

K : Tutarlılık indeksi (Pa.sn)

γ : Kayma hızı tutarlılığı

n : akış davranış indeksi

Cihaz yazılımı kullanılarak tutarlılık indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri elde edildi ve numunelerin 10 s⁻¹ ve 100 s⁻¹ ‘deki görünür viskoziteleri aşağıdaki denklemden hesaplanmıştır.

$$\eta = K * \gamma^{(n-1)} \quad (\text{Denklem 11})$$

η : görünür viskozite

8. Boza Örneklerinde ve Boza Kaynaklı Bakteri Aşılanmış Tahıl Sütlerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Belirlenmesi

Boza örneklerinde ve boza kaynaklı bakteri aşılanmış tahıl sütlerinde, fonksiyonel gruplar zayıflatılmış toplam yansıma (ATR) örnekleme aksesuarı ile donatılmış Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) (Bruker Marka, Invenio S, Germany) ile belirlenmiştir. Her numune için 4000 cm^{-1} ile 400 cm^{-1} arasında 4 cm^{-1} çözünürlükte iki tarama yapılmıştır.

9. Kolonilerin Sayımı ve Gözlemlenmesi

Boza örnekleri MRS agarda $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Bölüm 2,2 de açıklanmıştır) ve boza kaynaklı bakteri aşılanmış tahıl sütleri (Bölüm 2,2 de açıklanmıştır) ve mMRS agarda 72 saat $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ inkübasyonu yapılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda kolonilerin sayımı yapılmıştır. Katı besiyerinin yüzeyinde toplanan koloniler gram boyama yapılarak mikroskop altında (Carl Zeiss, Primo Star, Germany) 100x hedefinde incelenmiş ve hücre şekli ve morfolojisi gözlenmiştir.

Gram Boyama işlem basamakları şu şekildedir: Alkole batırılan lam alevden geçirilir üzerine steril peptonlu sudan 2-3 damla damlatılır, bakteri steril bir öze ile alev bekinin yanında alınarak lam üzerine yayılır, kurumaya bırakılır, üzerine %0,005 metilen mavisi 2-3 damla damlatılarak 1 dakika süreyle bekletilir ardından lam dik bir şekilde kurumaya bırakılır. Sonuçta lam mikroskop altında incelenir.

10. İstatistiksel Analiz

Boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerine aşlanması sonucunda yapılan ölçümlerden elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 19 yazılımı ile One-Way Anova, Tukey metodu analizine tabii tutulmuştur. Değerlendirmeler $p < 0,05$ önem seviyesine göre bağımsız parametlerin bağımlı değişkenlere olan etkileri incelenmiştir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

A. Boza Örneklerinin pH, Kül, Toplam Asitlik, Toplam Protein Analiz

Sonuçları

İstanbul Bölgesinde yerel bir üreticiden temin edilen ve analiz gününe kadar -18 °C’de muhafaza edilmiş 7 farklı boza örneklerinin pH, kül, toplam asitlik ve toplam protein değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Boza örneklerinin pH, kül, toplam asitlik ve protein değerleri

	Boza Örnekleri	Fizikokimyasal Özellikler		
		pH	Toplam Kül (%)	Toplam Asitlik (%)
I	3,29±0,03 ^a	0,32±0,02 ^a	0,25±0,01 ^{de}	0,77±0,02 ^d
II	3,27±0,02 ^a	0,36±0,01 ^a	0,22±0,01 ^e	0,78±0,01 ^d
III	3,38±0,02 ^b	0,32±0,04 ^a	0,31±0,02 ^{bc}	0,69±0,03 ^c
IV	3,36±0,04 ^b	0,17±0,01 ^b	0,24±0,01 ^{de}	0,55±0,02 ^a
V	3,47±0,04 ^c	0,19±0,03 ^b	0,27±0,02 ^{cd}	0,59±0,03 ^b
VI	3,61±0,03 ^d	0,18±0,01 ^b	0,40±0,02 ^a	0,56±0,02 ^a
VII	3,60±0,06 ^d	0,17±0,02 ^b	0,35±0,01 ^b	0,55±0,03 ^a

Boza örneklerinde mevcut pH sonuçları incelendiğinde pH değeri 3,27 – 3,61 arasında değişmekte olup, I ve II numaralı örneklerde anlamlı fark yoktur aynı zamanda III ve IV numaralı örneklerde de anlamlı fark yoktur, VI ve VII numaralı örneklerde de anlamlı fark yoktur ancak I-II, III-IV, V, VI-VII örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. pH 3.27 ile II numaralı örnek en düşük pH’ya sahiptir. En yüksek pH ise 3.61 ile VII numaralı örnektedir. Ortalama pH değeri 3.43’tür.

Hancıoğlu ve Karapınar 1997’de yaptığı çalışmada 24 saatlik fermentasyon sonucunda boza örneklerinin pH değerleri ortalama 3,48 olduğu tespit edilmiştir. Buğday, mısır ve darı hammaddeleri kullanılarak yapılmış boza örneklerinin incelendiği bir çalışmada pH 3,47 ile 3,95 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Heperkan et al., 2014).

Beş farklı boza örneğinin pH değerinin 2,98 ile 3,42 arasında değiştiğini bildirmiştir (Tortum, 2018). Farklı tahıl çeşitlerinden üretilmiş boza örneklerinin incelendiği bir çalışmada pH 2,26 ile 4,94 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Atabay, 2023).

Tespit edilen pH sonuçlarımız literatürde yayınlanan sonuçlarla uyumludur. Ayrıca çalışmalarda boza örneklerinde kullanılan tahıl kombinasyonları, fermentasyon koşulları, fermentasyonda kullanılan mikroorganizma, depolama sıcaklık ve süreleri bozanın pH değerlerinde çeşitli farklılıklara neden olur (Yücel ve Köse, 2002, Hancıoğlu ve Karapınar 1997).

Atabay, 2023’te yaptığı çalışmada laktik asit cinsinden toplam asitlik değerlerini %0,14 ile %0,35 arasında tespit etmiştir. İzmir’de satılan 9 çeşit boza örneğinin toplam asitlik ortalaması %0,34’dir. Yücel ve Köse, 2002, Bursa’dan temin edilen 17 farklı boza numunesinin toplam laktik asit cinsinden asitliği ortalama %0,26 bulunmuştur. Toplam asitlik (laktik asit cinsinden) Boza Standardı 9778’e göre ikiye ayrılır: Asitlik değeri %0,2- %0,5 arasında olanlar “tatlı boza”, %0,5 - %1,0 arasında olanlar ise “ekşi boza” olarak isimlendirilir. Yaptığımız çalışmada boza örneklerinde toplam asitlik (laktik asit cinsinden) analizinde %0,22- %0,40 arasında olup, ortalama %0,29 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre çalışılan boza numuneleri tatlı boza olarak adlandırılmakla beraber literatür ve Türk Standardı (TS 9778)’e göre uygundur.

Yapılan bir çalışmada farklı tahıl hammaddelerinden elde edilen boza örneklerinde toplam kül miktarını %0,17- %0,44 olarak bulmuştur (Heperkan et al., 2014), diğer bir çalışmada toplam kül miktarı %0,06 ile %0,15 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Atabay, 2023). TS 9778’e göre bozanın kül miktarı en çok %0,2 olmalıdır. Yaptığımız çalışmada %kül miktarı için saptanan değerler I, II, III, IV numaralı örneklerde standardın üzerinde olup uyumlu değildir, buna karşın V, VI, VII numaralı örnekler ise standarta uygundur. Literatür çalışmaları

gösteriyor ki satışa sunulan boza örneklerinde yapılan çalışmalar standartta belirtilen limit değeri aşarak uygunsuzdur.

Çizelge 5'te boza örneklerinin % protein değerleri %0,55 ile %0,78 arasındadır. Literatürde yapılan bir çalışmada çeşitli hammaddelerle üretilmiş boza örneklerinin protein oranı %0,56 ile %2,13 arasında değişme göstererek hammadde fraksiyonuna bağlı olarak bu protein değerinin anlamlı olduğu bildirilmiştir (Atabay, 2023), Üstün ve Evren, 1998'de yaptığı çalışmada %0,477-%1,012 aralığında, Aksu vd, 2012 ise ortalama %3,5 arasında tespit etmiştir. Sonuçlarımız literatür ile uygunluk göstermiştir.

Boza örneklerinde MRS agar, M17 Agar, YGC Agar ve *E. coli/Coliform* bakterilerinin miktar analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda boza örneklerinde fekal koliform grubu ve *E.coli* bakteri varlığı tespit edilmemiştir. Boza Standardına göre bozada fekal koliform ve *E.coli* bulunmamalıdır. Sonuçlarımız standart ile uyumluluk göstermiştir.

Örneklerde maya sayıları ise en düşük V numaralı örnekte 3×10^3 Kob/g, en yüksek 7×10^3 Kob/g ile I numaralı örnekte tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Boza örneklerinde MRS agar, M17 Agar, YGC Agar ve *E. coli/Coliform* bakterilerinin miktar analiz sonuçları

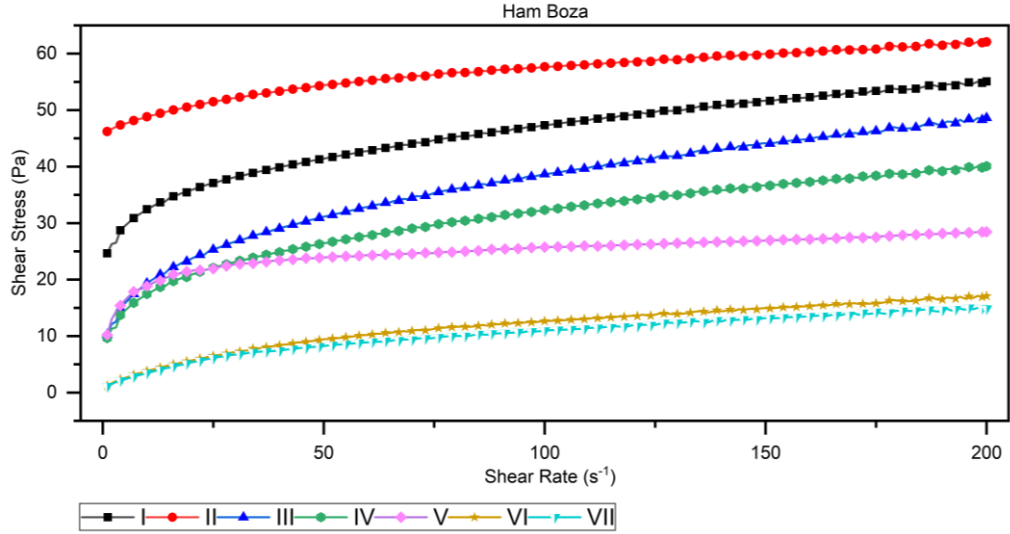
Boza Samples	MRS Agar (kob/ml)	M17 Agar (kob/ml)	YGC Agar (kob/ml)	<i>E. coli / Coliform</i> (kob/ml)
I	3×10^6_b	3×10^6_b	5×10^4_a	Tespit edilemedi
II	2×10^6_b	7×10^7_a	7×10^3_b	Tespit edilemedi
III	2×10^8_a	9×10^5_d	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
IV	2×10^8_a	2×10^6_b	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
V	1×10^6_b	2×10^5_f	3×10^3_c	Tespit edilemedi
VI	3×10^6_b	9×10^5_d	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
VII	7×10^5_d	3×10^5_e	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi

Örneklerde elde edilen sonuçlara göre MRS agar'de üreyen bakteri sayısı sırasıyla en az 7×10^5 kob/g ile VII numaralı örnekte en yüksek 2×10^8 kob/g en çok III ve IV nolu örneklerde bakteri gelimi olmuştur. M17 agarda gelişme gösteren bakteri sayısı ise en az V numaralı örnekte 2×10^5 kob/g, en çok II numaralı örnekte 7×10^7 kob/g bakteri bulunduğu saptanmıştır.

Beş farklı boza örneğinde yapılan araştırmada MRS agar besiyerinde geliştirilen LAB sayısının $2,5 \times 10^7$ ile $2,6 \times 10^9$ kob/g arasında değiştiği ve M17 Agarda ise $4,3 \times 10^7$ kob/g ile $1,4 \times 10^9$ kob/g arasında değişen bakteri yükü olduğu saptanmıştır. (Tortum, 2018)

B. Boza Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Zamandan bağımsız Newton tipi olmayan akışkanlarda, görünen viskozite kayma hızı arttıkça azalır (shear thinning). Bir akışkanın davranışını belirlemek için kullanılan akış davranış indeksi (n) 0 ile 1 arasında olması durumunda “psödoplastik” olarak adlandırılır (Steffe, 1996). Şekil 6'da boza örneklerinin farklı kayma hızına karşılık gelen kayma stresi grafiği verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere kayma hızı arttıkça görünen viskozite azalır. Bununla birlikte Çizelge 6'da akış davranış indeksinin (n) 0 ile 1 arasında olduğundan boza örneklerinin zamandan bağımsız Newton tipi olmayan psödoplastik akış davranışı sergilediği tespit edilmiştir. Boza örneklerinden hesaplanan görünen viskozite değerleri kayma hızı 100 s^{-1} 'de değerlendirilmiş; en yüksek $0,58 \text{ Pa.s}^n$ ile II numaralı boza örneğinde olup; en düşük viskozite ise VII numaralı örnekte $0,11 \text{ Pa.s}^n$ 'dir. 100 s^{-1} 'deki görünür viskozite sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde I,II,III,IV,V,VI, numaralı örneklerin arasında anlamlı bir fark ($p < 0,05$) bulunmuştur. Bunu karşın VI ve VII numaralı örnekler arasında anlamlı bir fark ($p < 0,05$) yoktur.



Şekil 6. Boza örneklerinin farklı kayma hızına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Çizelge 6. Boza örneklerinin reolojik parametreleri ($10s^{-1}$ ve $100s^{-1}$ 'kayma hızındaki görünür viskozite değerleri)

$\tau = K \cdot (\dot{\gamma})^n$	K	n	r	Viskozite ($Pa \cdot s^n$)	
Boza Örnekleri				($10s^{-1}$)	($100s^{-1}$)
I	20,78 ^b	0,18 ^c	0,99	3,15 ^b	0,48 ^b
II	40,88 ^a	0,08 ^e	0,97	4,86 ^a	0,58 ^a
III	9,22 ^d	0,31 ^b	0,99	1,89 ^c	0,39 ^c
IV	8,73 ^e	0,29 ^b	0,99	1,69 ^d	0,33 ^d
V	14,03 ^c	0,13 ^d	0,97	1,90 ^c	0,26 ^e
VI	1,54 ^f	0,45 ^a	0,99	0,44 ^e	0,12 ^f
VII	1,42 ^g	0,45 ^a	0,99	0,39 ^f	0,11 ^f

Arslan 2011'de yaptığı çalışmada boza örneklerinin ortalama görünen viskozite değeri $5.78 Pa \cdot s^n$ olarak hesaplamış ve örneklerin psödoplastik akış gösterdiğini belirtmiştir (Arslan, 2011). Başka bir çalışmada satışa sunulan boza örneklerinin reolojik özellikleri incelenmiş n ve K değerleri $0,36$ ve $8,35 Pa \cdot s^n$ olduğu saptanmıştır (Genç et al., 2002).

Bozanın reolojik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, bozanın görünür viskozitesi üzerinde farklı dönme hızlarının ve sıcaklıkların etkisi araştırılmıştır. Sabit bir rotasyonel hızda, sıcaklığın artmasıyla viskozitenin azaldığı ve aynı şekilde sabit bir sıcaklıkta, rotasyonel hızın artmasıyla viskozitenin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu fenomen, bozanın gerilim incelmesi (shear thinning) özelliğiyle açıklanmıştır. Sıcaklığın artması, bozanın daha akışkan hale gelmesine ve kıvamının azalmasına neden olmuştur (Çolakoğlu ve Çınar, 2004).

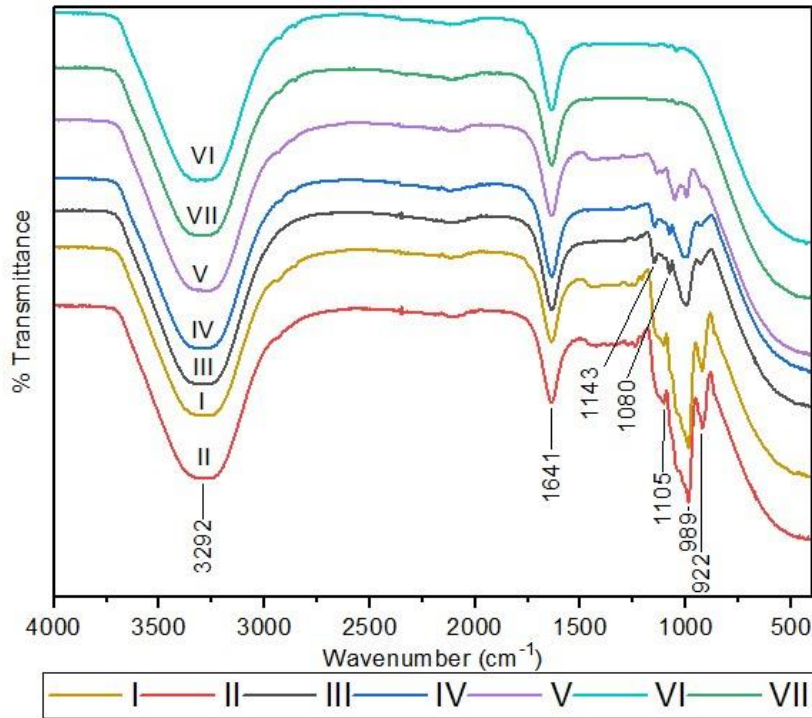
Başka bir çalışmada, farklı boza örneklerinin reolojik özellikleri sabit bir sıcaklıkta incelenmiştir. Elde edilen ölçümler, sabit sıcaklıkta kayma hızının artmasıyla birlikte görünür viskozitede azalma olduğunu ve boza örneklerinin psödoplastik davranış sergilediğini ortaya koymuştur (Genç et al., 2002).

Trakya Bölgesi'nde üretilen 27 adet boza örneğinin viskozite değerleri 81.9-1640 mPa.s aralığında değişmiştir ve ortalama değer 470.97 mPa.s olarak belirlenmiştir. Temin edilen örneklerde farklı tahıl oranları kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu değişkenlik, viskozitede sapmalara neden olmuştur (Meriç, 2010).

5 boza örneğinde gerçekleştirdiği ölçümler kayma gerilimi ve viskozite değerleri belirlenmiştir. Newtonyen olmayan akış gösteren örnekler Herschel-Bulkey davranıl modeline göre değerlendirilmiştir. Kayma hızı arttıkça görünen viskozitenin azaldığı bildirilmiştir (Tortum, 2018).

C. Boza Örneklerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Belirlenmesi

Boza örneklerinin fonksiyonel grupları FT-IR ile belirlenmiştir. Boza örneklerinin FT-IR spektrumları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Boza örneklerinin FT-IR spektrumları

Bölge 4000-2500 cm^{-1} : Yaygın olarak, polisakaritin IR spektrumunda 3600–3000 cm^{-1} bölgesinde güçlü ve geniş bir bant bulunabilir. Bu yoğun bant, polisakkaritte bol miktarda bulunan -OH'nin gerilme titreşimine karşılık gelir. Ek olarak, 3000–2500 cm^{-1} bölgesinde yer alan iyi çözümlenmiş bir orta dereceli bant grubu, polisakkaritlerdeki iskelet CH ve CH₂'nin simetrik ve asimetric gerilme titreşimlerine atanabilir (Wan et al., 2021).

Bölge 1800-1500 cm^{-1} : Bu bölge sözde “çift bağ esneme” bölgesidir. Bu bölgedeki bantlar, çift bağların esneme kullanımlarına atanabilir. Pektik polisakkaritler için özellikler olan COO- ikilisi bu bölgede bulunur. Ayrıca bu bölge yaklaşık 1635 cm^{-1} 'de bir su bandı belirir ve etkileşimlerin kuvvetine bağlı olarak kayabilir (Wan et al., 2021).

Bölge 1500-1200 cm^{-1} : Bu bölge, esas olarak CH₂ gibi yerel simetriye sahip grupların deformasyon titreşimlerini ve karbonhidratlarda karşılaşılan çok sayıda C-OH deformasyonunu içeren “yerel simetri” bölgesi olarak kabul edilir (Wiercigroch, et al., 2017).

Bölge 1200-800 cm^{-1} : Genel olarak 1200 cm^{-1} ile 800 cm^{-1} arasındaki frekans bölgesi “parmak izi” bölgesi olarak adlandırılır (Pasandide et al., 2017), Monosakkaritler ile karşılaştırıldığında, 1175–1140 cm^{-1} bölgesinde yeni bantların ortaya çıkmasının, polisakkaritte glikosidik bağ oluşumunun bir sonucu olduğuna inanılmaktadır. Farklı glikozidik bağlantı konfigürasyonları 1000–920 cm^{-1} bölgesinde farklılıklara yol açar (Nikonenko et al., 2005). Ayrıca anomeric bölge olarak adlandırılan 900–800 cm^{-1} bölgesindeki bantlar, anomeric karbonun α ve β konfigürasyonunu ayırt etmek için kullanılır (Wan et al., 2021).

Bölge 800 altı cm^{-1} : Bu bölge “iskelet bölgesi” olarak bilinir. Adından da anlaşılacağı gibi, bu bölgedeki bantlar karbonhidrat iskelet titreşimleri ile ilgilidir (Wiercigroch, et al., 2017).

Analizi yapılan boza örneklerinde ortak olarak gözlenen 3292 cm^{-1} 'deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 900 cm^{-1} ve 1100 cm^{-1} arasındaki tepe noktaları C-H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak 2014). 1641 cm^{-1} 'deki güçlü C=O çift bağının gerilme titreşiminin özelliğidir. (Wan et al., 2021). Örneklerdeki 900- 1150 cm^{-1} 'deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, 1200- 950 cm^{-1} 'deki titreşim

pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1100 cm⁻¹'deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 989 cm⁻¹ deki yoğun tepe noktası α (1 → 6) glikozid bağlarının geniş zincir esnekliğidir (Shingel, 2002).

D. Boza Kaynaklı Mikroorganizmaların İdentifikasyonu, Mikroorganizma İzolatlarının Belirlenmesi ve Farklı Tahıl Sütlerine Aşılması

Boza örneklerinden izole edilen mikroorganizmaların “MALDI-TOF MS (Matriks Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry)” yöntemi ile tanımlanmıştır. İdentifiye edilmiş mikroorganizma bileşimi Çizelge 7’de gösterilmiştir.

İzolatlardan tahıl sütlerine ilave edilmek için kullanılacak bakteriler şu şekildedir: *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* kullanılacaktır. Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerine ve mMRS agar’a aşılana bakteri konsantrasyon miktarı Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 7. Boza örneklerinden izole edilen mikroorganizma türleri

Boza Örnekleri	Mikroorganizma Cinsi
I	<i>Limosilactobacillus fermentum</i> <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> <i>Rhodotorula mucilaginosa</i>
II	<i>Acetobacter fabarum</i> <i>Lacticaseibacillus paracasei</i>
III	<i>Leuconostoc citreum</i>
IV	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Leuconostoc citreum</i> <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
V	<i>Leuconostoc citreum</i> <i>Acetobacter indenosiensis</i>
VI	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
VII	<i>Limosilactobacillus fermentum</i>

Çizelge 8. Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerine ve mMRS agara aşılama konsantrasyon miktarı

Mikroorganizma	Tahıl Sütleri						
	Buğday	Bulgur	Darı	Mısır	Pirinç	Yulaf	MRS Agar
	(kob/ml)	(kob/ml)	(kob/ml)	(kob/ml)	(kob/ml)	(kob/ml)	(kob/ml)
<i>A. fabarum</i>	6*10 ⁹	4*10 ⁸	2*10 ⁹	1*10 ⁹	3*10 ⁸	8*10 ⁸	1*10 ⁸
<i>L. fermentum</i>	3*10 ⁸	4*10 ⁸	5*10 ⁸	2*10 ⁸	2*10 ⁸	2*10 ⁹	4*10 ⁸
<i>L. paracasei</i>	3*10 ⁸	3*10 ⁸	7*10 ⁸	6*10 ⁸	3*10 ⁸	2*10 ⁸	6*10 ⁸
<i>L. plantarum</i>	2*10 ⁸	1*10 ⁹	1*10 ⁸	2*10 ⁷	1*10 ⁸	8*10 ⁸	1*10 ⁸
<i>L. lactis</i>	1*10 ⁹	8*10 ⁸	1*10 ⁸	6*10 ⁸	8*10 ⁸	2*10 ⁸	2*10 ⁸
<i>Leu. citreum</i>	1*10 ⁹	1*10 ⁹	2*10 ⁹	1*10 ⁹	1*10 ⁹	2*10 ⁹	1*10 ⁸

E. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Gelişimi Sonucu

Meydana Gelen Asitlik Değerleri

Hazırlanan buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerinin pH değeri 6.40'a ayarlanmıştır. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* bakterilerinin tahıl sütlerine aşılama ve inkübasyon süresince gelişimi sonucu meydana gelen asitlik değeri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Gelişimi Sonucu Meydana Gelen Asitlik Değerleri

pH	Tahıl Sütleri						
	Buğday Sütü	Bulgur Sütü	Darı Sütü	Mısır Sütü	Pirinç Sütü	Yulaf Sütü	mMRS
<i>A. fabarum</i>	4,56 ^b	3,84 ^c	4,10 ^b	3,76 ^c	5,54 ^b	4,26 ^b	3,60 ^d
<i>L. fermentum</i>	3,99 ^d	3,93 ^b	3,98 ^c	3,94 ^b	3,96 ^f	3,97 ^c	4,25 ^b
<i>L. paracasei</i>	3,78 ^e	3,52 ^f	3,54 ^e	3,48 ^f	3,81 ^e	3,78 ^f	3,57 ^e
<i>L. plantarum</i>	3,97 ^d	3,64 ^e	3,72 ^d	3,70 ^d	4,32 ^c	3,84 ^e	3,67 ^c
<i>L. lactis</i>	4,09 ^c	3,71 ^d	3,72 ^d	3,58 ^e	4,22 ^d	3,91 ^d	3,62 ^d
<i>Leu. citreum</i>	3,61 ^f	3,45 ^g	3,49 ^f	3,41 ^g	3,60 ^g	3,50 ^g	3,61 ^d
Tahıl Sütü	6,40 ^a	6,40 ^a	6,40 ^a	6,40 ^a	6,40 ^a	6,40 ^a	6,40 ^a
Kontrol							

Buğday sütüne aşılama bakterilerinin gelişimi sonucunda kontrol buğday sütünün asitlik değerini en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,61'e düşürmüştür. *A. fabarum* ise buğday sütünün asitlik değerini en az arttırarak

pH'yı 4,56'ya düşürmüştür. *L. fermentum* ve *L. plantarum* aşılansmış buğday sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark yoktur. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. lactis* ve *Leu. citreum* aşılansmış buğday sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

Bulğur sütüne aşılansmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol bulğur sütünün asitlik değeri en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,45'e düşürmüştür. *L. fermentum* ise bulğur sütünün asitlik değeri en az arttırarak pH'yı 3,93'e düşürmüştür. Bulğur sütüne aşılansmış tüm bakterilerin aktivitesi sonucu bulğur sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

Darı sütüne aşılansmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol darı sütünün asitlik değeri en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,49'a düşürmüştür. *A. fabarum* ise darı sütünün asitlik değeri en az arttırarak pH'yı 4,10'a düşürmüştür. *L. lactis* ve *L. plantarum* aşılansmış darı sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark yoktur. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. lactis* ve *Leu. citreum* aşılansmış darı sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

Mısır sütüne aşılansmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol mısır sütünün asitlik değeri en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,41'e düşürmüştür. *L. fermentum* ise mısır sütünün asitlik değeri en az arttırarak pH'yı 3,94'ya düşürmüştür. Mısır sütüne aşılansmış tüm bakterilerin aktivitesi sonucu mısır sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

Pirinç sütüne aşılansmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol pirinç sütünün asitlik değeri en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,60'a düşürmüştür. *A. fabarum* ise pirinç sütünün asitlik değeri en az arttırarak pH'yı 5,54'e düşürmüştür. Pirinç sütüne aşılansmış tüm bakterilerin aktivitesi sonucu pirinç sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

Yulaf sütüne aşılansmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol yulaf sütünün asitlik değeri en çok arttıran *Leu. citreum* olmuş ve pH'yı 3,50'ye düşürmüştür. *A. fabarum* ise yulaf sütünün asitlik değeri en az arttırarak pH'yı 4,26'ya düşürmüştür. Yulaf sütüne aşılansmış tüm bakterilerin aktivitesi sonucu yulaf sütlerinin asitlik değeri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

mMRS agara aşılانmış bakterilerin gelişimi sonucunda kontrol mMRS agarın asitlik değerini en çok arttıran *L. paracasei* olmuş ve pH'yı 3,57'ye düşürmüştür. *L. fermentum* ise mMRS agarın asitlik değerini en az arttırarak pH'yı 4,25'e düşürmüştür. *L. lactis* ve *Leu. citreum* aşılانmış mMRS agar asitlik değerleri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark yoktur. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, ve *Leu. citreum* aşılانmış mMRS agar asitlik değerleri arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır.

F. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerine ve mMRS agar'ye çizelge 10'de belirtilen konsantrasyonlarda aşılانan *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* bakterilerin faaliyeti sonucu örneklerin viskoziteleri reometre parametreleri kullanılarak güç yasasına göre hesaplanmıştır. Boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerindeki reolojik parametreleri ve kayma hızı 10 s^{-1} ve 100 s^{-1} 'deki görünür viskozite değerleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerindeki reolojik parametreleri ve 10 s^{-1} ve 100 s^{-1} 'deki görünür viskozite değerleri

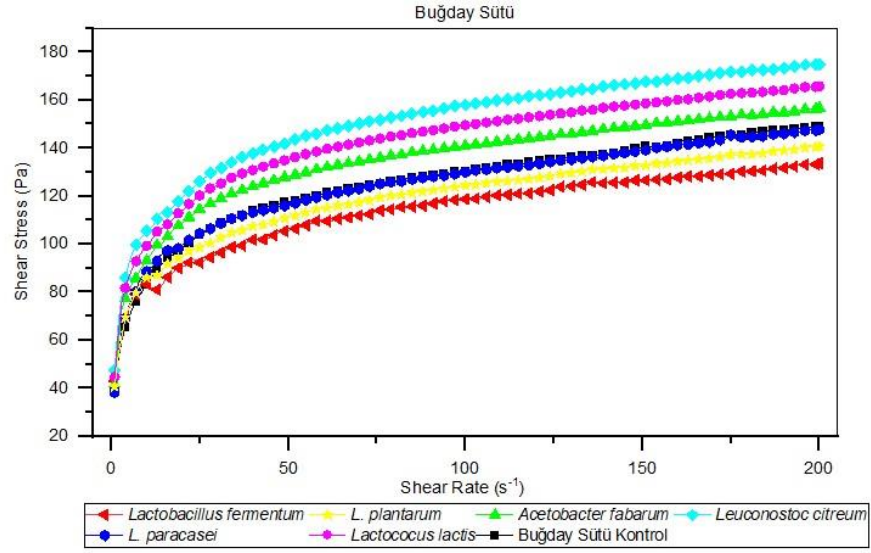
	$\tau = K^*(\dot{\gamma}^n)$	K	n	r	Viscosity (Pa.s ⁿ)	
					(10 s^{-1})	(100 s^{-1})
Buğday Sütü	<i>A. fabarum</i>	65,45 ^c	0,17 ^a	0,996	9,6 ^c	1,41 ^c
	<i>L. fermentum</i>	54,14 ^f	0,17 ^a	0,997	8,01 ^g	1,18 ^f
	<i>L. paracasei</i>	58,41 ^d	0,17 ^a	0,997	8,73 ^d	1,30 ^d
	<i>L. plantarum</i>	56,27 ^e	0,17 ^a	0,996	8,37 ^f	1,24 ^e
	<i>L. lactis</i>	68,92 ^b	0,17 ^a	0,994	10,13 ^b	1,49 ^b
	<i>Leu. citreum</i>	72,4 ^a	0,17 ^a	0,996	10,67 ^a	1,57 ^a
	Kontrol	55,68 ^g	0,19 ^a	0,997	8,54 ^e	1,31 ^d
Bulgur Sütü	<i>A. fabarum</i>	110,3 ^a	0,1 ^a	0,988	14,02 ^a	1,78 ^a
	<i>L. fermentum</i>	83,93 ^f	0,12 ^a	0,993	11,15 ^f	1,48 ^d
	<i>L. paracasei</i>	90,41 ^d	0,11 ^a	0,987	11,77 ^d	1,53 ^c
	<i>L. plantarum</i>	83,71 ^g	0,1 ^a	0,992	10,64 ^g	1,35 ^g
	<i>L. lactis</i>	88,28 ^e	0,11 ^a	0,983	11,29 ^e	1,44 ^e
	<i>Leu. citreum</i>	96,98 ^c	0,11 ^a	0,985	12,39 ^b	1,58 ^b
	Kontrol	101,86 ^b	0,07 ^b	0,987	11,86 ^c	1,38 ^f

Çizelge 10. (devamı) Boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerindeki reolojik parametreleri ve 10 s⁻¹ ve 100 s⁻¹'deki görünür viskozite değerleri

	$\tau = K \cdot (\dot{\gamma}^n)$	K	n	r	Viscosity (Pa.s ⁿ)	
					(10s ⁻¹)	(100s ⁻¹)
Darı Sütü	<i>A. fabarum</i>	3,44 ^c	0,5 ^a	0,983	1,08 ^b	0,34 ^a
	<i>L. fermentum</i>	3,06 ^e	0,48 ^{ab}	0,985	0,93 ^e	0,28 ^{cd}
	<i>L. paracasei</i>	3,32 ^d	0,48 ^{ab}	0,981	0,99 ^d	0,30 ^{bc}
	<i>L. plantarum</i>	2,94 ^f	0,47 ^b	0,983	0,87 ^f	0,26 ^d
	<i>L. lactis</i>	3,46 ^c	0,48 ^{ab}	0,977	1,05 ^c	0,32 ^{ab}
	<i>Leu. citreum</i>	4,1 ^a	0,46 ^b	0,982	1,19 ^a	0,34 ^a
	Kontrol	3,58 ^b	0,47 ^b	0,982	1,05 ^c	0,31 ^b
Mısır Sütü	<i>A. fabarum</i>	17,89 ^b	0,28 ^a	0,999	3,38 ^a	0,64 ^a
	<i>L. fermentum</i>	14,78 ^f	0,29 ^a	0,996	2,87 ^f	0,56 ^b
	<i>L. paracasei</i>	17,08 ^c	0,25 ^{bc}	0,998	3,02 ^d	0,54 ^{bc}
	<i>L. plantarum</i>	12,70 ^g	0,29 ^a	0,998	2,45 ^g	0,47 ^d
	<i>L. lactis</i>	15,99 ^e	0,27 ^{ab}	0,999	2,96 ^e	0,55 ^b
	<i>Leu. citreum</i>	16,61 ^d	0,29 ^a	0,989	3,20 ^b	0,62 ^a
	Kontrol	18,31 ^a	0,23 ^c	0,999	3,09 ^c	0,52 ^c
Pirinç Sütü	<i>A. fabarum</i>	3,96 ^b	0,54 ^a	0,999	1,38 ^b	0,48 ^a
	<i>L. fermentum</i>	3,08 ^e	0,56 ^a	0,999	1,13 ^e	0,41 ^{bc}
	<i>L. paracasei</i>	3,23 ^d	0,56 ^a	0,999	1,18 ^d	0,43 ^b
	<i>L. plantarum</i>	3,25 ^d	0,54 ^a	0,999	1,13 ^e	0,39 ^c
	<i>L. lactis</i>	3,59 ^c	0,54 ^a	0,999	1,24 ^c	0,43 ^b
	<i>Leu. citreum</i>	4,09 ^a	0,54 ^a	0,999	1,41 ^a	0,49 ^a
	Kontrol	2,88 ^f	0,56 ^a	0,999	1,06 ^f	0,39 ^c
Yulaf Sütü	<i>A. fabarum</i>	5,36 ^a	0,39 ^{cd}	0,999	1,31 ^a	0,32 ^a
	<i>L. fermentum</i>	4,51 ^c	0,37 ^d	0,999	1,05 ^f	0,25 ^d
	<i>L. paracasei</i>	4,16 ^e	0,41 ^{abc}	0,997	1,07 ^{ef}	0,28 ^{bc}
	<i>L. plantarum</i>	3,84 ^g	0,42 ^{ab}	0,998	1,01 ^g	0,27 ^{cd}
	<i>L. lactis</i>	4,03 ^f	0,43 ^a	0,998	1,08 ^d	0,29 ^{bc}
	<i>Leu. citreum</i>	4,68 ^b	0,41 ^{abc}	0,998	1,19 ^b	0,3 ^{ab}
	Kontrol	4,48 ^d	0,40 ^c	0,995	1,13 ^c	0,29 ^{bc}
mMRS	<i>A. fabarum</i>	11,92 ^b	0,34 ^e	0,876	2,63 ^b	0,58 ^a
	<i>L. fermentum</i>	7,31 ^c	0,42 ^d	0,894	1,91 ^c	0,50 ^b
	<i>L. paracasei</i>	5,83 ^d	0,45 ^c	0,886	1,65 ^d	0,47 ^c
	<i>L. plantarum</i>	5,38 ^e	0,46 ^c	0,877	1,57 ^e	0,46 ^c
	<i>L. lactis</i>	3,39 ^f	0,54 ^b	0,815	1,17 ^f	0,40 ^d
	<i>Leu. citreum</i>	12,56 ^a	0,34 ^e	0,873	2,73 ^a	0,59 ^a
	Kontrol	2,73 ^g	0,57 ^a	0,996	1,02 ^g	0,38 ^d

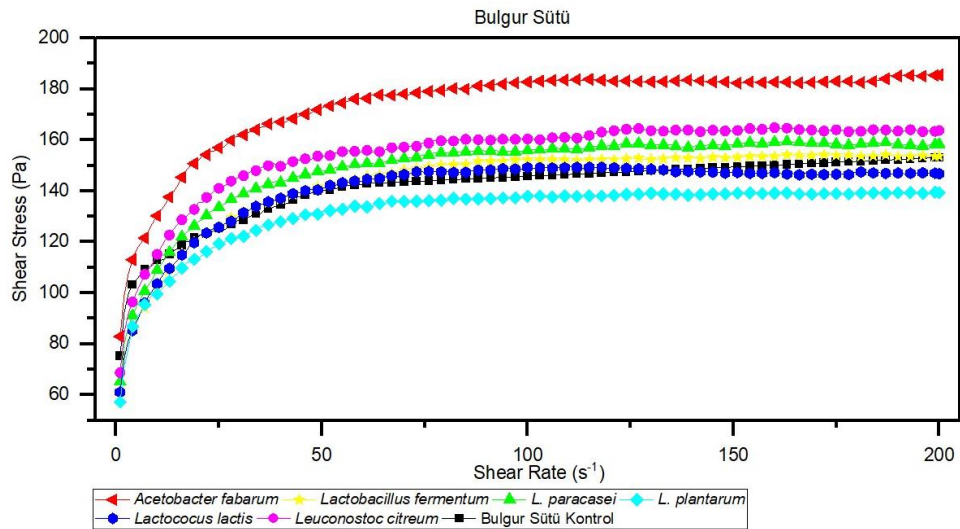
Kontrol buğday sütünün ve buğday sütüne aşıl原因an bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s⁻¹'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *Leu. citreum* ile aşıl原因mış buğday sütünde 1,57 Pa.sⁿ, en düşük ise *L. fermentum* aşıl原因mış buğday sütünde 1,18 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. Tüm numunelerin görünür viskozite değerleri arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.

Şekil 8’de bakteri aşılansmış buğday sütünün ve kontrol buğday sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı verilmiştir.



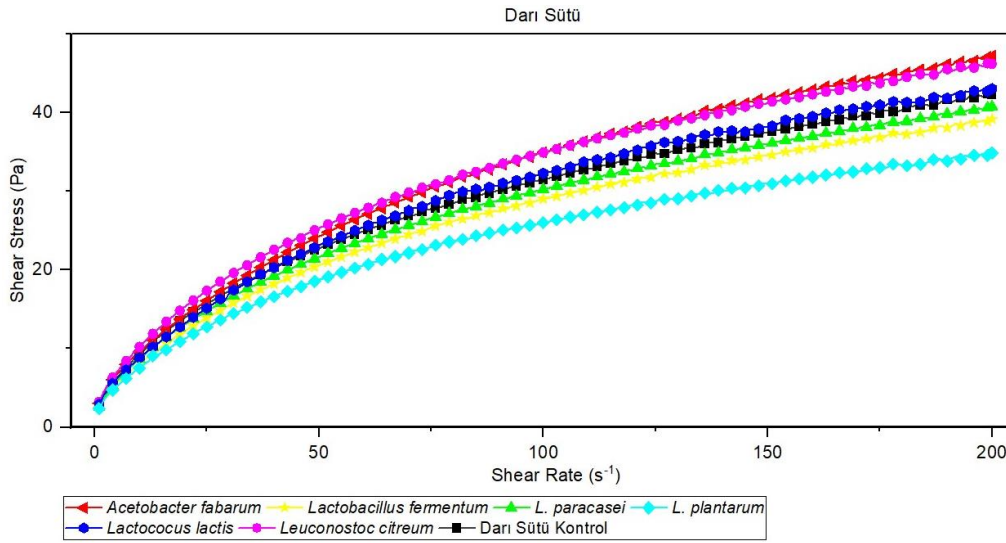
Şekil 8. Bakteri aşılansmış buğday sütünün ve kontrol buğday sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

Kontrol bulgur sütünün ve bulgur sütüne aşılans bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s⁻¹'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *A. fabarum* ile aşılansmış bulgur sütünde 1,78 Pa.sⁿ, en düşük ise *L. plantarum* aşılansmış bulgur sütünde 1,35 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. Tüm numunelerin görünür viskozite değerleri arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır. Şekil 9’da bakteri aşılansmış bulgur sütünün ve kontrol bulgur sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı verilmiştir.



Şekil 9. Bakteri aşılansmış bulgur sütünün ve kontrol bulgur sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

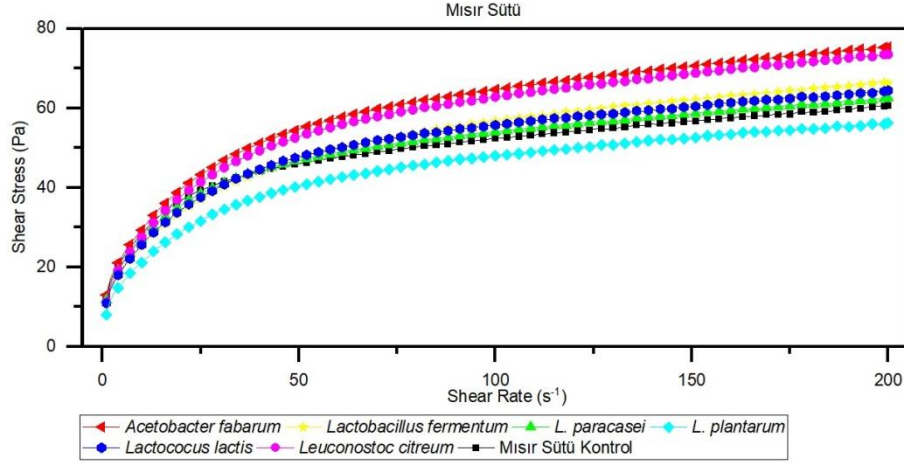
Kontrol darı sütünün ve darı sütüne aşıl原因an bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s^{-1} 'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *Leu. citreum* ve *A. fabarum* ile aşıl原因mış darı sütünde $0,34 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise *L. plantarum* aşıl原因mış darı sütünde $0,26 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum*, *Leu. citreum* ve *L. lactis* aşıl原因mış darı sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. lactis* ve *L. paracasei* aşıl原因mış darı sütü ve kontrol darı sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. paracasei* ve *L. fermentum* aşıl原因mış darı sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. fermentum* ve *L. plantarum* aşıl原因mış darı sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. Şekil 10'da bakteri aşıl原因mış darı sütünün ve kontrol darı sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı verilmiştir.



Şekil 10. Bakteri aşıl原因mış darı sütünün ve kontrol darı sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

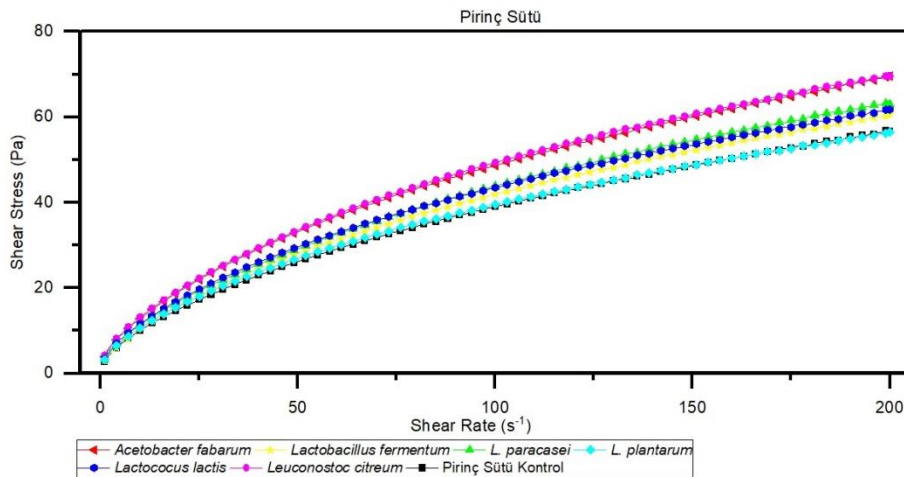
Kontrol mısır sütünün ve mısır sütüne aşıl原因an bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s^{-1} 'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *A. fabarum* ile aşıl原因mış mısır sütünde $0,64 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise *L. fermentum* aşıl原因mış mısır sütünde $0,47 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşıl原因mış mısır sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. fermentum*, *L. lactis* ve *L. paracasei* aşıl原因mış mısır sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. Kontrol mısır sütü ve *L. paracasei* aşıl原因mış mısır sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. plantarum* aşıl原因mış mısır sütü anlamlı ($p<0,05$) farklıdır. Şekil 11'de bakteri aşıl原因mış mısır sütünün ve kontrol

mısır sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği verilmiştir.



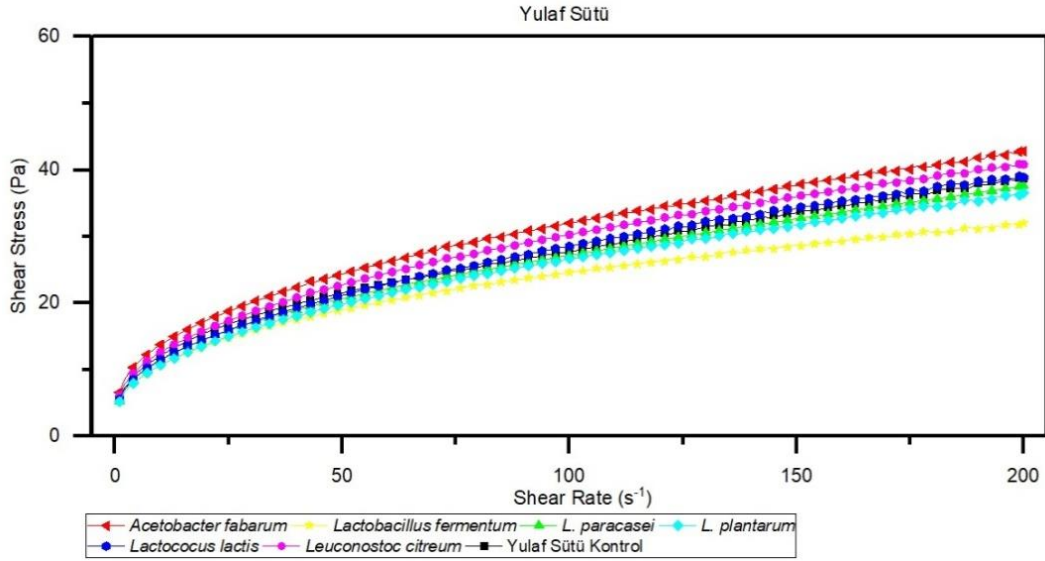
Şekil 11. Bakteri aşılansmış mısır sütünün ve kontrol mısır sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Kontrol pirinç sütünün ve pirinç sütüne aşılans bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s^{-1} 'de hesaplanan görünür viskozite değeri en yüksek *Leu. citreum* ile aşılans pirinç sütünde $0,49 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise *L. plantarum* aşılans pirinç sütünde ve kontrol pirinç sütünde $0,39 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşılans pirinç sütü arasında anlamlı ($p < 0,05$) bir fark yoktur. *L. lactis*, *L. paracasei* ve *L. fermentum* aşılans pirinç sütü arasında anlamlı ($p < 0,05$) bir fark yoktur. *L. fermentum*, *L. plantarum* aşılans pirinç sütü ve kontrol pirinç sütü arasında anlamlı ($p < 0,05$) bir fark yoktur. Şekil 12'de bakteri aşılans pirinç sütünün ve kontrol pirinç sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği verilmiştir.



Şekil 12. Bakteri aşılans pirinç sütünün ve kontrol pirinç sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

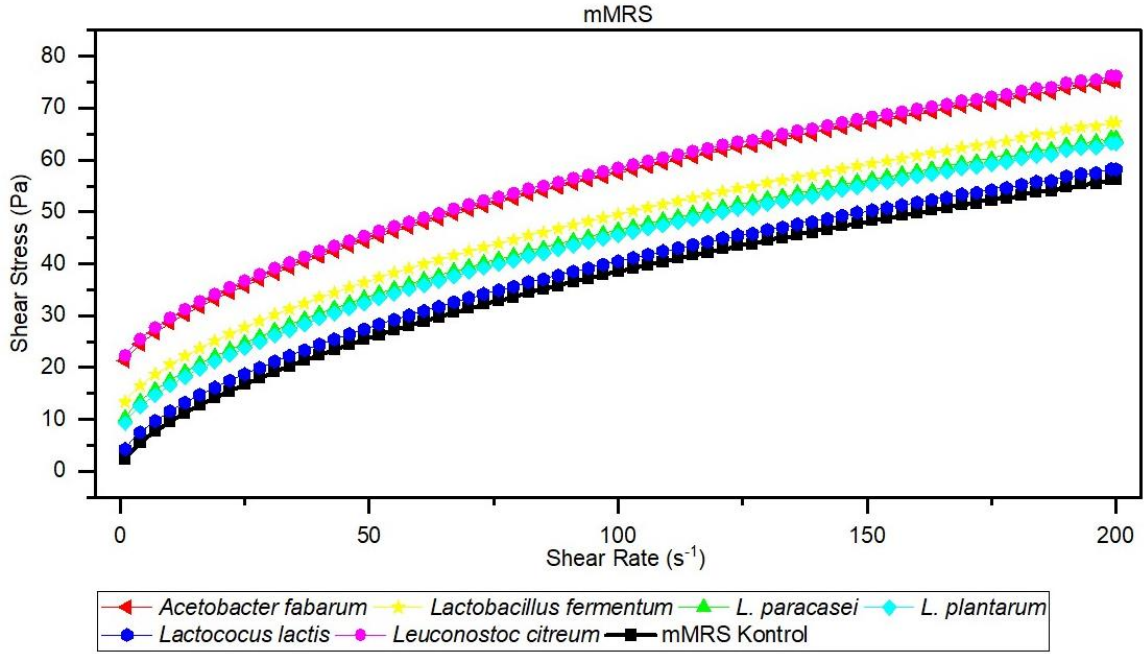
Kontrol yulaf sütünün ve yulaf sütüne aşıl原因 bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s^{-1} 'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *A. fabarum* ile aşıl原因mış yulaf sütünde $0,32 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise *L. fermentum* aşıl原因mış yulaf sütünde $0,25 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşıl原因mış yulaf sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *Leu. citreum*, *L. lactis* ve *L. paracasei* aşıl原因mış yulaf sütü ve kontrol yulaf sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. lactis* aşıl原因mış yulaf sütü ve kontrol yulaf sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. plantarum* ve *L. fermentum* aşıl原因mış yulaf sütü arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. Şekil 13'de bakteri aşıl原因mış yulaf sütünün ve kontrol yulaf sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı verilmiştir.



Şekil 13. Bakteri aşıl原因mış yulaf sütünün ve kontrol yulaf sütünün farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

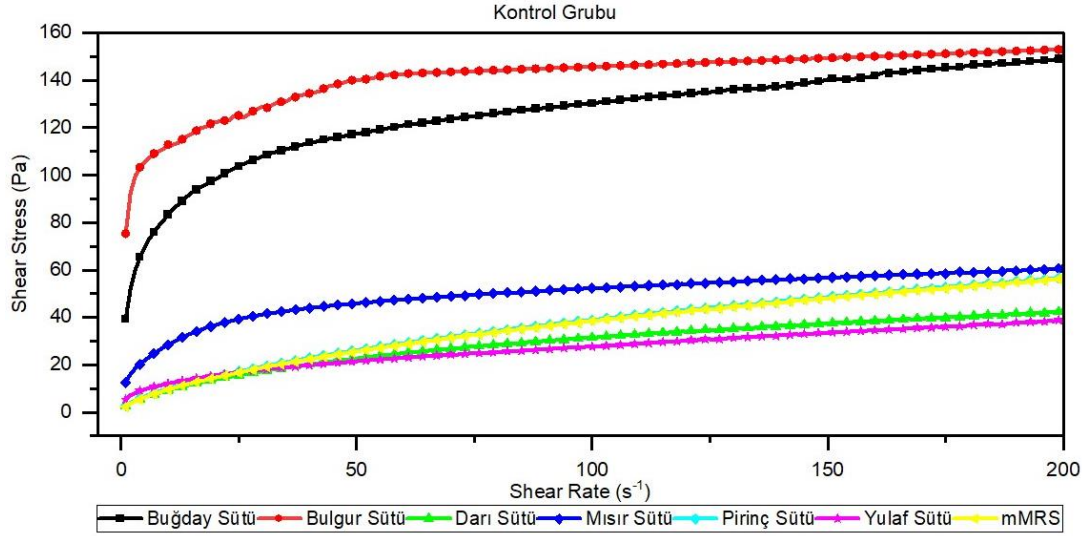
Kontrol mMRS agar ve mMRS agara aşıl原因 bakterilerin aktivitesi sonucunda kayma hızı 100 s^{-1} 'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek *Leu. citreum* ile aşıl原因mış mMRS agar $0,59 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise kontrol mMRS agar $0,38 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşıl原因mış mMRS agar arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. fermentum* aşıl原因mış mMRS agar ve diğer örnekler arasında anlamlı ($p<0,05$) fark vardır. *L. paracasei* ve *L. plantarum* aşıl原因mış mMRS agar arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. *L. lactis* aşıl原因mış mMRS agar ve kontrol mMRS agar arasında anlamlı ($p<0,05$) bir fark yoktur. Şekil 14'de bakteri aşıl原因mış mMRS agar ve

kontrol mMRS agar farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği verilmiştir.



Şekil 14. Bakteri aşılantmış mMRS agar ve kontrol mMRS agar farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütlerinin hazırlanmasında kullanılan tahıl:su oranı 1:15'dir. Tahılların içerdiği organik bileşiklerin ve su miktarının farklı olması tahıl sütlerinin aynı oranda su karıştırılmış olmasına rağmen su kaldırma kapasiteleri farklıdır. Bu durum viskozitelerini de etkilemiştir. Şekil 15'de farklı tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde kayma hızı 100 s⁻¹'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek bulgur sütünde 1,38 Pa.sⁿ, en düşük ise yulaf sütünde 0,29 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. Pirinç sütü ve mMRS agar arasında anlamlı (p<0,05) bir fark yoktur. Darı sütü ve yulaf sütü arasında anlamlı (p<0,05) bir fark yoktur. Bulgur sütü, buğday sütü, mısır sütü, pirinç sütü ve darı sütü arasında anlamlı (p<0,05) fark vardır.



Şekil 15. Farklı tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Tahıl (buğday, buldur, darı, mısır, pirinç, yulaf) sütlerine ve mMRS agara aşılana bakterilerin aktivitesi sonucu tür düzeyinde gruplandırılmış boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerinde reolojik parametreleri Çizelge 11’de verilmiştir.

Çizelge 11. Gruplandırılmış boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerinde (buğday, buldur, darı, mısır, pirinç, yulaf) reolojik parametreleri

	$\tau = K \cdot (\dot{\gamma})^n$	K	n	r	Viscosity (Pa.s ⁿ)	
					(10s ⁻¹)	(100s ⁻¹)
<i>Acetobacter fabarum</i>	Buğday	65,45 ^b	0,17 ^f	0,996	9,6 ^b	1,41 ^b
	Bulgur	110,3 ^a	0,1 ^g	0,988	14,02 ^a	1,78 ^a
	Darı	3,44 ^g	0,5 ^b	0,983	1,08 ^g	0,34 ^f
	Mısır	17,89 ^c	0,28 ^e	0,999	3,38 ^c	0,64 ^c
	Pirinç	3,96 ^f	0,54 ^a	0,999	1,38 ^e	0,48 ^e
	Yulaf	5,36 ^e	0,39 ^c	0,999	1,31 ^f	0,32 ^f
	mMRS	11,92 ^d	0,34 ^d	0,876	2,63 ^d	0,58 ^d
<i>Limosilactobacillus fermentum</i>	Buğday	54,14 ^b	0,17 ^f	0,997	8,01 ^b	1,18 ^b
	Bulgur	83,93 ^a	0,12 ^g	0,993	11,15 ^a	1,48 ^a
	Darı	3,06 ^f	0,48 ^b	0,985	0,93 ^g	0,28 ^f
	Mısır	14,78 ^c	0,29 ^f	0,996	2,87 ^c	0,56 ^c
	Pirinç	3,08 ^f	0,56 ^a	0,999	1,13 ^e	0,41 ^e
	Yulaf	4,51 ^e	0,37 ^d	0,999	1,05 ^f	0,25 ^g
	mMRS	7,31 ^d	0,42 ^c	0,894	1,91 ^d	0,50 ^d

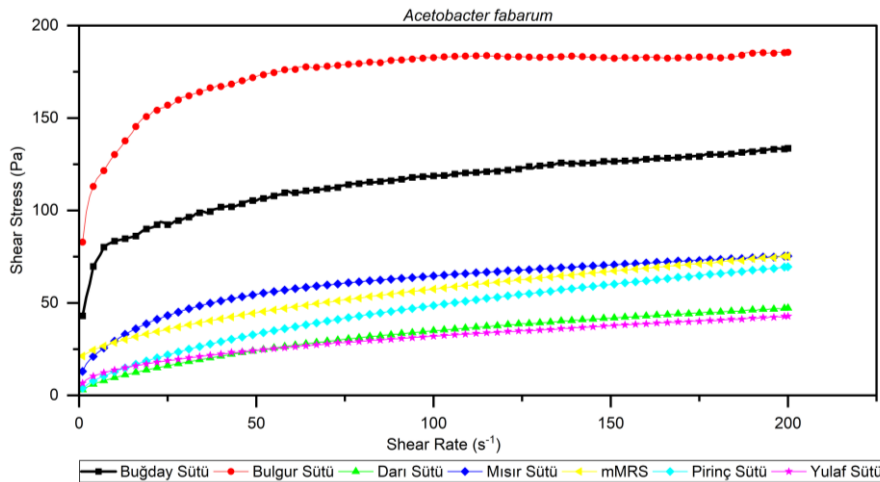
Çizelge 12. (devamı) Gruplandırılmış boza kaynaklı bakterilerin farklı tahıl sütlerinde (buğday, buldur, darı, mısır, pirinç, yulaf) reolojik parametreleri

	$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$	K	n	r	Viscosity (Pa.s ⁿ)	
					(10s ⁻¹)	(100s ⁻¹)
<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>	Buğday	58,41 ^b	0,17 ^f	0,997	8,73 ^b	1,30 ^b
	Bulgur	90,41 ^a	0,11 ^g	0,987	11,77 ^a	1,53 ^a
	Darı	3,32 ^f	0,48 ^b	0,981	0,99 ^g	0,30 ^f
	Mısır	17,08 ^c	0,25 ^e	0,998	3,02 ^c	0,54 ^c
	Pirinç	3,23 ^g	0,56 ^a	0,999	1,18 ^e	0,43 ^e
	Yulaf	4,16 ^d	0,41 ^d	0,997	1,07 ^f	0,28 ^f
	mMRS	5,83 ^d	0,45 ^c	0,886	1,65 ^d	0,47 ^d
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Buğday	56,27 ^b	0,17 ^e	0,996	8,37 ^b	1,24 ^b
	Bulgur	83,71 ^a	0,10 ^f	0,992	10,64 ^a	1,35 ^a
	Darı	2,94 ^f	0,47 ^b	0,983	0,87 ^f	0,26 ^e
	Mısır	12,7 ^c	0,29 ^d	0,998	2,45 ^c	0,47 ^c
	Pirinç	3,25 ^e	0,54 ^a	0,999	1,13 ^d	0,39 ^d
	Yulaf	3,84 ^d	0,42 ^c	0,998	1,01 ^e	0,27 ^e
	mMRS	5,38 ^c	0,46 ^d	0,877	1,57 ^c	0,46 ^c
<i>Lactococcus lactis</i>	Buğday	68,92 ^b	0,17 ^e	0,994	10,13 ^b	1,49 ^a
	Bulgur	88,28 ^a	0,11 ^f	0,983	11,29 ^a	1,44 ^b
	Darı	3,46 ^f	0,48 ^c	0,977	1,05 ^f	0,32 ^e
	Mısır	15,99 ^c	0,27 ^d	0,999	2,96 ^c	0,55 ^c
	Pirinç	3,59 ^e	0,54 ^a	0,999	1,24 ^d	0,43 ^d
	Yulaf	4,03 ^d	0,43 ^c	0,998	1,08 ^e	0,29 ^f
	mMRS	3,39 ^c	0,54 ^d	0,815	1,17 ^c	0,40 ^c
<i>Leuconostoc citreum</i>	Buğday	72,4 ^b	0,17 ^f	0,996	10,67 ^b	1,57 ^a
	Bulgur	96,98 ^a	0,11 ^g	0,985	12,39 ^a	1,58 ^a
	Darı	4,1 ^f	0,46 ^b	0,982	1,19 ^f	0,34 ^e
	Mısır	16,61 ^c	0,29 ^e	0,989	3,2 ^c	0,62 ^b
	Pirinç	4,09 ^f	0,54 ^a	0,999	1,41 ^e	0,49 ^d
	Yulaf	4,68 ^e	0,41 ^c	0,998	1,19 ^f	0,30 ^f
	mMRS	12,56 ^d	0,34 ^d	0,873	2,73 ^d	0,59 ^c
Kontrol	Buğday	55,68 ^b	0,19 ^e	0,997	8,54 ^b	1,31 ^b
	Bulgur	101,86 ^a	0,07 ^f	0,987	11,86 ^a	1,38 ^a
	Darı	3,58 ^e	0,47 ^b	0,982	1,05 ^e	0,31 ^e
	Mısır	18,31 ^c	0,23 ^d	0,999	3,09 ^c	0,52 ^c
	Pirinç	2,88 ^f	0,56 ^a	0,999	1,06 ^e	0,39 ^d
	Yulaf	4,48 ^d	0,4 ^c	0,995	1,13 ^d	0,29 ^e
	mMRS	2,73 ^g	0,57 ^a	0,996	1,02 ^f	0,38 ^d

Tahıl sütleri arasındaki viskozite farklılıkları, aşılana bakterilerin aktivitesi sonucu değişen viskozite değerlerini de etkilediği görülmüştür. Şekil 20’de tahıl sütü ve mMRS ağarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği incelendiğinde kayma hızı 100 s⁻¹’de görünür viskozite değerleri en yüksekten en düşüğe sıralandığında bulgur sütü, buğday sütü, mısır sütü, pirinç sütü, mMRS

agar, darı sütü, yulaf sütü olmuştur. Bu durum aşılana bakterilerin faaliyeti sonucu tahıl sütünün akmaya karşı direncini etkilemiştir. Dolayısıyla bakteri farklı tahıl sütlerinde aynı oranda viskoziteyi etkilese bile mevcut kontrol tahıl sütü arasındaki viskozite farklılığı bakteri türü aşılana tahıl sütlerinin ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğini de etkilediği tespit edilmiştir. *Acetobacter fabarum* aşılana tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği Şekil 16’da verilmiştir. *A. fabarum* tüm tahıl sütlerinde aktivitesi sonucu 100 s^{-1} ’de görünür viskoziteyi arttırmıştır.

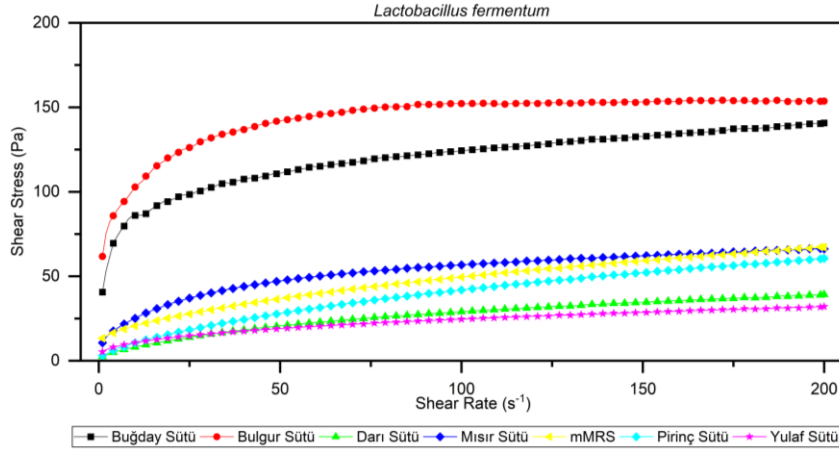
Kayma hızı 100 s^{-1} ’de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek bulgur sütünde $1,78 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise yulaf sütünde $0,32 \text{ Pa.s}^n$ olduğu tespit edilmiştir. *A. fabarum* aktivitesi sonucu darı sütü ve yulaf sütü arasında anlamlı ($p < 0,05$) bir fark yoktur. Bulgur, buğday, darı, mısır ve pirinç sütleri arasında ve mMRS agar arasında anlamlı ($p < 0,05$) bir fark vardır.



Şekil 16. *Acetobacter fabarum* aşılana tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

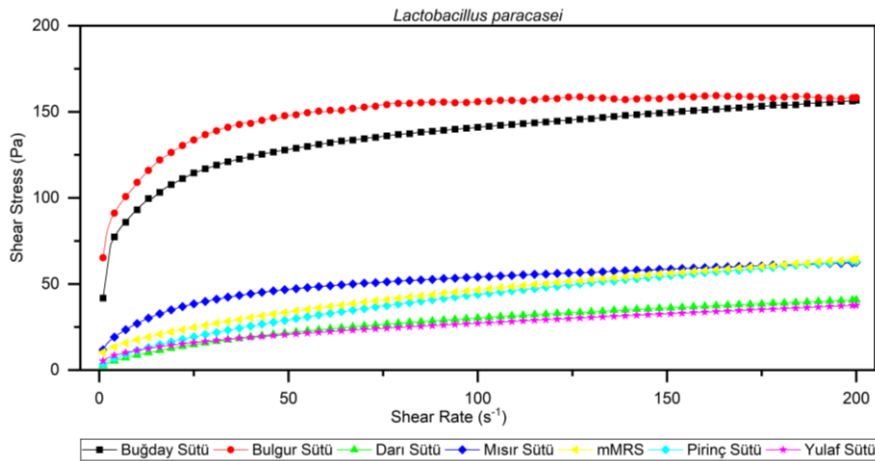
Limosilactobacillus fermentum aşılana tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği Şekil 17’de verilmiştir. *L. fermentum* bulgur, mısır, pirinç, yulaf sütlerinde ve mMRS agarda aktivitesi sonucu kayma hızı 100 s^{-1} ’de görünür viskoziteyi arttırmıştır. Ancak buğday ve darı sütünde görünür viskoziteyi arttırmaya etki etmemiştir. Kayma hızı 100 s^{-1} ’de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek bulgur sütünde $1,48 \text{ Pa.s}^n$, en düşük ise darı sütünde $0,28$

Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. *L. fermentum* aktivitesi sonucu tüm tahıl sütleri ve mMRS agar arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.



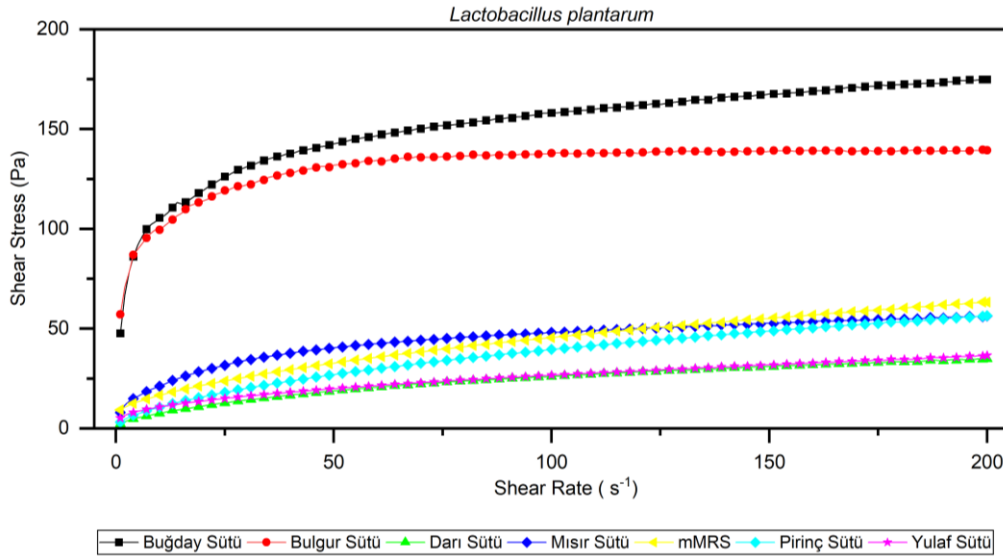
Şekil 17.: *Limosilactobacillus fermentum* aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Lactocaseibacillus paracasei aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği Şekil 18'de verilmiştir. *L. paracasei* bulgur, mısır, pirinç sütlerinde ve mMRS agarda aktivitesi sonucu kayma hızı 100 s⁻¹'de görünür viskoziteyi arttırmıştır. Ancak buğday, darı ve yulaf sütünde görünür viskoziteyi arttırmaya etki etmemiştir. Kayma hızı 100 s⁻¹'de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek bulgur sütünde 1,53 Pa.sⁿ, en düşük ise yulaf sütünde 0,28 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. *L. paracasei* aktivitesi sonucu tüm tahıl sütleri ve mMRS agar arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.



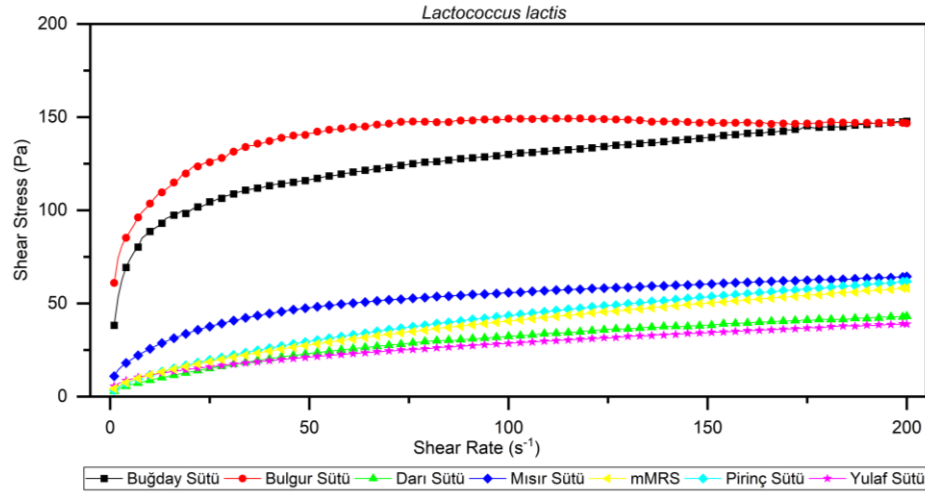
Şekil 18. *Lactocaseibacillus paracasei* aşılınmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiği

Lactiplantibacillus plantarum aşılannmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı Şekil 19’da verilmiştir. *L. plantarum* mMRS agarda aktivitesi sonucu kayma hızı 100 s⁻¹’de görünür viskoziteyi arttırmıştır. Ancak buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç ve yulaf sütünde görünür viskoziteyi arttırmaya etki etmemiştir. Kayma hızı 100 s⁻¹’de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek bulgur sütünde 1,35 Pa.sⁿ, en düşük ise buğday sütünde 0,24 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. *L. plantarum* aktivitesi sonucu mMRS agar ve mısır sütü arasında anlamlı (p<0,05) bir fark yoktur. Buğday, buldur, darı, mısır, pirinç ve yulaf sütü arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.



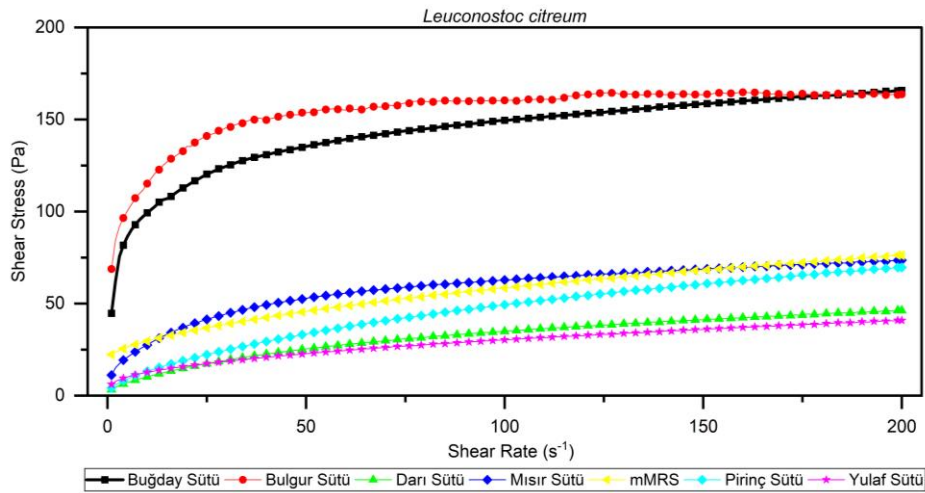
Şekil 19. *Lactiplantibacillus plantarum* aşılannmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

Lactococcus lactis aşılannmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı Şekil 20’de verilmiştir. *L. lactis* buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç sütleri ve mMRS agarda aktivitesi sonucu kayma hızı 100 s⁻¹’de görünür viskoziteyi arttırmıştır. Ancak yulaf sütünde görünür viskoziteyi arttırmaya etki etmemiştir. Kayma hızı 100 s⁻¹’de hesaplanan görünür viskozite değerleri en yüksek buğday sütünde 1,49 Pa.sⁿ, en düşük ise yulaf sütünde 0,29 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. *L. lactis* aktivitesi sonucu mMRS agar ve mısır sütü arasında anlamlı (p<0,05) bir fark yoktur. Buğday, buldur, darı, mısır, pirinç ve yulaf sütü arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.



Şekil 20. *Lactococcus lactis* aşılantmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

Leuconostoc citreum aşılantmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı Şekil 21’de verilmiştir. *Leu. citreum* tüm sütlerinde ve mMRS agarda aktivitesi sonucu kayma hızı 100 s⁻¹’de görünür viskoziteyi arttırmıştır. Kayma hızı 100 s⁻¹’de hesaplanan görünür viskozite değeri en yüksek bulgur sütünde 1,58 Pa.sⁿ, en düşük ise yulaf sütünde 0,30 Pa.sⁿ olduğu tespit edilmiştir. *L. citreum* aktivitesi sonucu bulgur ve buğday sütleri arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır. Bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf sütleri ve mMRS agar arasında anlamlı (p<0,05) bir fark vardır.



Şekil 21. *Leuconostoc citreum* aşılantmış tahıl sütlerinin (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) ve mMRS agarın farklı kayma hızlarına karşılık gelen kayma gerilimi grafiğı

Grafiklerden de anlaşılacağı üzere kayma hızı arttıkça görünen viskozite azalır bununla birlikte Şekil 5a ve Şekil 5b'deki akış davranış indeksinin (n) 0 ile 1 arasında olduğundan boza bakterisi kaynaklı tahıl sütleri örneklerinin zamandan bağımsız Newton tipi olmayan psödoplastik akış davranışı sergilediği tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada MRS agar'ye %10 oranında sukroz eklenmiş besiyerinde laktik asit bakterilerinin ürettiği EPS miktarlarının viskoziteye etkisinin incelendiğinde sonuçların referans örneğe göre yüksek çıktığı saptanmıştır. Ayrıca bu örnekler Newtonian olmayan akış göstererek kayma hızına karşılık viskozitenin azaldığı bildirilmiştir (Malik et al., 2015).

Castellane et al., 2014'de yaptıkları çalışmada *Rhizobium tropici* bakterisiyle üretilmiş EPS kullanılan numunelerin viskoziteleri incelenmiş ve kayma hızı arttıkça viskozite azaldığı dolayısıyla psedoplastik davranış gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca çalışmada viskozite artışının EPS artışıyla doğru orantılı olduğu da bildirilmiştir.

Boza kaynaklı *Weissella confusa* C19 tarafından üretilen EPS'nin karakterize edildiği ve farklı tahıllarda (mısır, yulaf, pirinç ve buğday) reolojik özelliklerinin incelendiği çalışmada örneklerin kayma davranışlarının psedoplastik olduğu ve mısır ortamında üretilen EPS'nin (dekstran) viskozitesinin anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Heperkan et al., 2019).

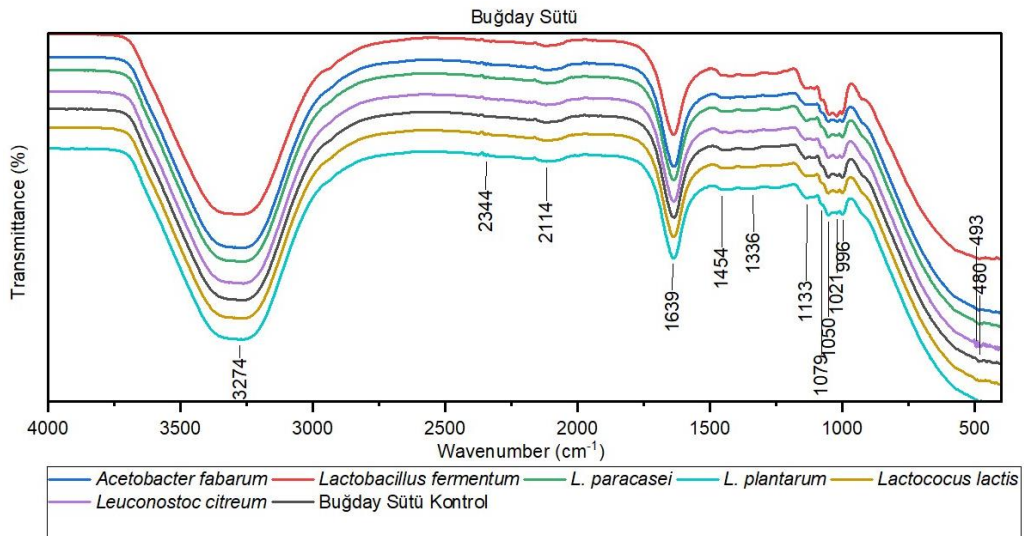
Yapılan bir çalışmada soya suyundan ayrılan EPS'lerin distile duyun ve buğday suyuna eklenmesiyle viskozitesinde meydana gelen değişimi incelemiştir. İki örnekte de referans örneğe göre ve EPS ilave edilenlerden en çok *L. lactis* F39 suşunun viskoziteyi arttırdığı aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. EPS'nin viskoziteyle paralel ilişkisi olduğu sonucu çıkarılmıştır. (Serin, 2016)

Başka bir çalışmada ksantam gum ilave edilen karışımlar belirli koşullarda (60 C'de 20 dakika) bekletilmiş ve reolojik özellikleri incelenmiştir. Kayma hızı arttıkça görünen viskozite değerlerinin azaldığı ve dolayısıyla psedoplastik akış sergilediği saptanmıştır. Çalışmada alkali muamele ve pH ilişkisi de incelenmiş olup asidik koşullarda viskozitenin arttığı rapor edilmiştir (Luvielmo et al., 2016).

G. Boza Kaynaklı Bakterilerin Farklı Tahıl Sütlerinde Fonksiyonel Grupların Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile Belirlenmesi

A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış tahıl sütlerinin bakteri aktivitesi sonucunda tahıl sütünde meydana gelen bileşiklerin veya bakteri gelişimi için bakterilerin kullandıkları bileşiklerden kalan tahıl sütünde bulunan fonksiyonel grupları FT-IR ile belirlenmiştir.

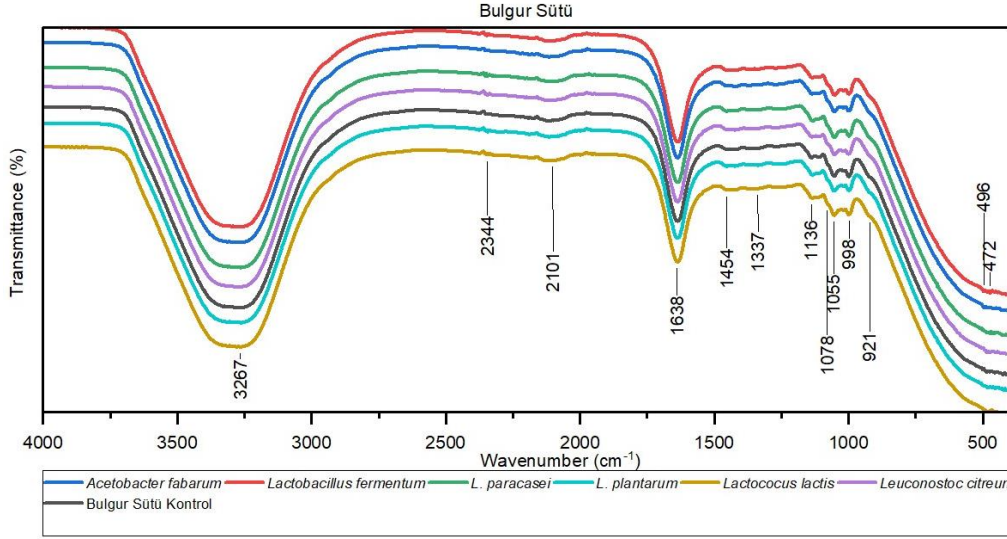
A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış buğday sütünün FT-IR spektrumu Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 22. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış buğday sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 22’de gözlenen 3274 cm^{-1} ’deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2000-2500 cm^{-1} ’deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1639 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılantmış buğday sütlerindeki 996 - 1133 cm^{-1} ’deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, 1200- 950 cm^{-1} ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1154 cm^{-1} ’deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 996 cm^{-1} ’deki yoğun tepe noktası α (1 \rightarrow 6) glikozid bağlarının geniş zincir esnekliğidir (Shingel et al., 2002).

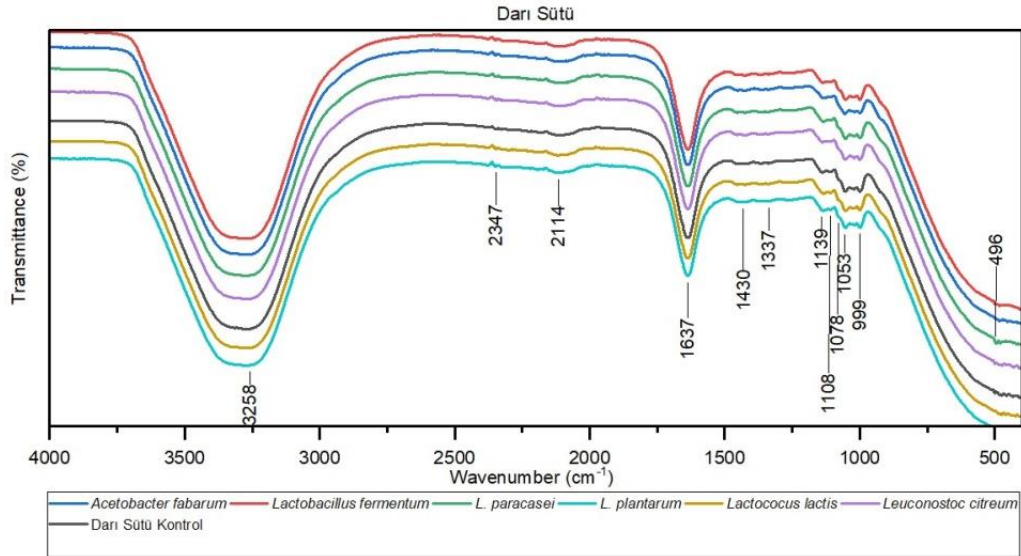
A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış bulgur sütünün FT-IR spektrumu Şekil 23’de verilmiştir.



Şekil 23. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış bulgur sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 23’de gözlenen 3264 cm^{-1} ’deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2000-2500 cm^{-1} ’deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1638 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılantmış bulgur sütlerindeki 921 - 1136 cm^{-1} ’deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, 1200- 950 cm^{-1} ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1337 cm^{-1} ’deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 998 ve 1078 cm^{-1} ’deki yoğun tepe noktası α (1 \rightarrow 6) glikozid bağlarınının geniş zincir esnekliğidir (Shingel et al., 2002).

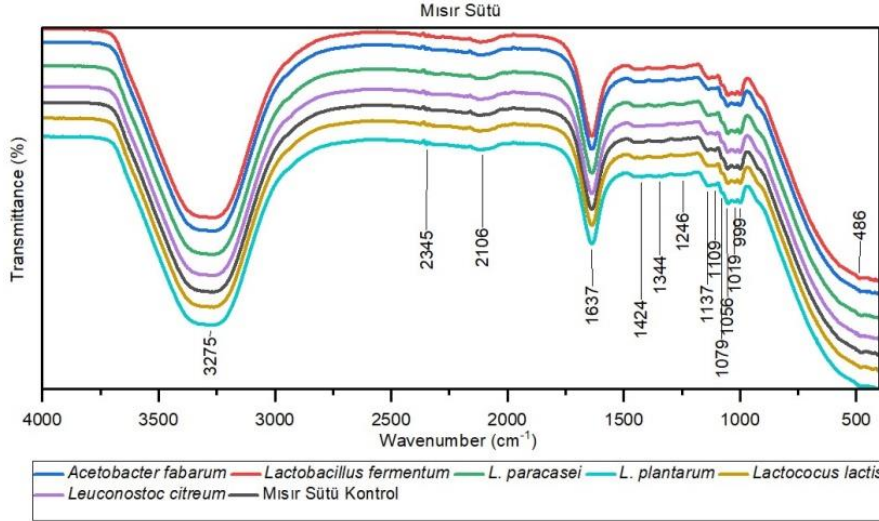
A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılantmış darı sütünün FT-IR spektrumu Şekil 24’de verilmiştir.



Şekil 24. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılansmış darı sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 24’de gözlenen 3258 cm^{-1} ’deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2000-2500 cm^{-1} ’deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1637 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılansmış darı sütlerindeki 999 - 1139 cm^{-1} ’deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, 1200- 950 cm^{-1} ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1154 cm^{-1} ’deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 999 cm^{-1} ’deki yoğun tepe noktası α (1 \rightarrow 6) glikozid bağlarının geniş zincir esnekliğidir (Shingel et al., 2002).

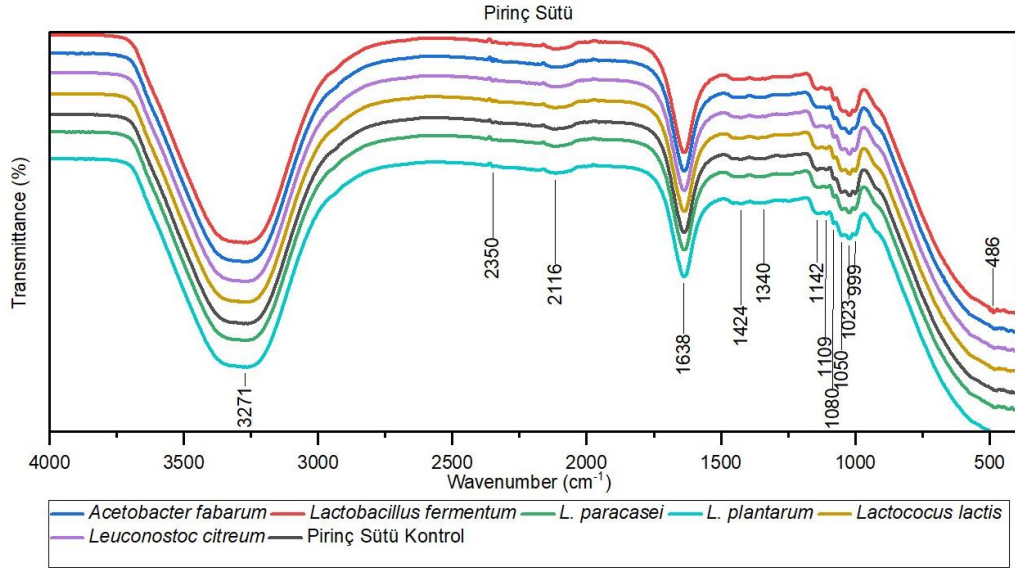
A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılansmış mısır sütünün FT-IR spektrumu Şekil 25’de verilmiştir.



Şekil 25. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılansmış mısır sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 25’de gözlenen 3275 cm^{-1} ’deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2000-2500 cm^{-1} ’deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1637 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılansmış mısır sütünündeki 999 - 1137 cm^{-1} ’deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, 1200- 950 cm^{-1} ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1337 cm^{-1} ’deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 999 cm^{-1} ’deki yoğun tepe noktası α (1 \rightarrow 6) glikozid bağlarınının geniş zincir esnekliğidir (Shingel at al., 2002).

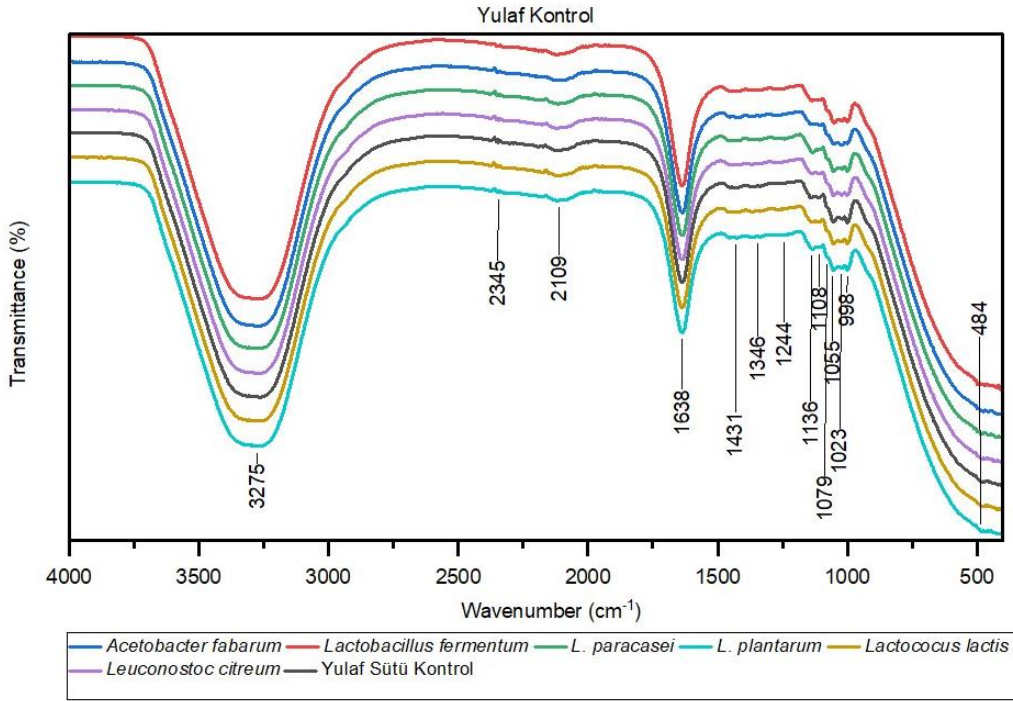
A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılansmış pirinç sütünün FT-IR spektrumu Şekil 26’da verilmiştir.



Şekil 26. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılanmış pirinç sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 26'da gözlenen 3271 cm^{-1} 'deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. $2000-2500 \text{ cm}^{-1}$ 'deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1638 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılanmış pirinç sütlerindeki $999 - 1142 \text{ cm}^{-1}$ 'deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, $1200- 950 \text{ cm}^{-1}$ 'deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1340 cm^{-1} 'deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 999 cm^{-1} 'deki yoğun tepe noktası $\alpha (1 \rightarrow 6)$ glikozid bağlarınının geniş zincir esnekliğidir (Shingel at al., 2002).

A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılanmış yulaf sütünün FT-IR spektrumu Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. *A. fabarum*, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılanmış yulaf sütünün FT-IR spektrumu

Şekil 27’de gözlenen 3275 cm^{-1} ’deki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. $2000\text{-}2500\text{ cm}^{-1}$ ’deki tepe noktaları C=H bağlarının titreşiminden kaynaklanmaktadır (Synytsya and Novak, 2014). 1638 cm^{-1} güçlü amid I gerilme titreşiminin özelliğidir. (Shukla et al., 2014). Bakteri aşılanmış yulaf sütlerindeki $998\text{ - }1136\text{ cm}^{-1}$ ’deki yoğunlaşmış tepeler yüksek emicilik göstermiştir, $1200\text{-}950\text{ cm}^{-1}$ ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1346 cm^{-1} ’deki bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009). Ayrıca 998 cm^{-1} ’deki yoğun tepe noktası $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glikozid bağlarınının geniş zincir esnekliğidir (Shingel at al., 2002).

A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılanmış tahıl (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) sütlerinin FT-IR spektrumları incelendiğinde 3300 cm^{-1} bölgesindeki geniş bant hidroksil gerilme titreşiminden kaynaklanır ayrıca su moleküllerinin bağları olduğu görülmüştür. Ayrıca buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulafta bulunan protein bağlarının titreşiminden 1640 cm^{-1} bölgesinde pik görülmüştür. $1200\text{-}950\text{ cm}^{-1}$ ’deki titreşim pikleri polisakkaritler için tipiktir (Heperkan et al., 2014, Shang et

al., 2013). Bu bölgedeki titreşimler C=O, C=C bağlarını ve CCH, COH ve HCO titreşimlerini kapsar. 1100 cm⁻¹ etrafına toplanmış bant C-O-C bağı ve glikozit köprüsü titreşimlerine atanır (Purama et al., 2009).

Karbonhidratlar, dört kimyasal gruba ayrılabilir ve bu inceleme de aynı şekilde düzenlenmiştir. İlk olarak, en küçük moleküller ele alınır, yani monosakkaritler (D-(-)-riboz, 2-deoksi-D-riboz, L-(-)-arabinos, D-(+)-ksiloz, D-(+)-glukoz, D-(+)-galaktoz ve D-(-)-fruktoz) ve disakkaritler (D-(+)-sükroz, D-(+)-maltoz ve D-(+)-laktoz), daha sonra daha karmaşık olanlar, yani trisakkaritler (D-(+)-rafinoz) ve polisakkaritler (amilopektin, amiloz, glikojen). Hem Raman hem de IR spektrumları tüm spektral aralıkta toplandı ve özel bölgelere odaklanarak tartışıldı, yani OH, CH/CH₂ ve C-O/C-C gruplarının gerilme titreşimlerine atanan V bölgesi (3600–3050 cm⁻¹), IV bölgesi (3050–2800 cm⁻¹) ve II bölgesi (1200–800 cm⁻¹), sırasıyla, ve CH/CH₂ ve CCO gruplarının deformasyonel modları tarafından domine edilen III bölgesi (1500–1200 cm⁻¹) ve I bölgesi (800–100 cm⁻¹). Sakkaritlerin titreşim spektrumları, diğer biyomoleküllerin (örneğin lipitler veya proteinler) spektrumlarından önemli ölçüde daha az özgün olmasına rağmen, incelenen moleküllerin belirleyici bantları tanımlanabilir ve yapılarıyla ilişkilendirilebilir (Wiercigroch et al., 2017).

Yapılan bir çalışmada *L.plantarum*'un metaboliti EPS'lerin FTIR analiz sonuçları; 3320 cm⁻¹ titreşim gerilimi karbondidratların -OH grubunu, 1642 cm⁻¹ titreşimi geriliminin C=O polisakkaritleri, 2922 cm⁻¹ gerilimin C-H asimetrik metil gruplarını, 1200-950 cm⁻¹ arasındaki bandın parmak izi bölgesinde ekzopolisakkaritleri gösterdiğini, anomorik bölge 950-700 cm⁻¹ titreşiminde mannoz varlığını, polisakkaritlerin 1000-1200 cm⁻¹ bölgede piranoz içerdiklerini saptamıştır (Bremer and Geesey, 1991, Chi et al., 2007).

H. Boza Kaynaklı Bakterilerin Tahıl Sütlerinde ve mMRS Agarda Gelişimi ve Bakterilerin Mikroskop Altında İncelenmesi

A. fabarum, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantatum*, *L. lactis*, *Leu. citreum* aşılansız tahıl (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) sütleri ve mMRS agarda gelişimi sonucu petri kutularının fotoğrafları çekilmiştir. İnkübasyon süresince bakteri gelişimi sonucunda tahıl sütlerinden ve mMRS agardan izole edilen bakteriler gram boyama işleminden sonra mikroskop altında

x100 objektifi ile incelemeye alınmıştır. Mikroskop görüntüleri de fotoğraflandırılmıştır. Bakteri gelişmiş petri kutusu ve mikroskop görüntüsü olarak gruplandırılmıştır.

Şekil 28’de buğday sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 29’da Bulgur sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 30’da Darı sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 31’de Mısır sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 32’de Pirinç sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 33’de Yulaf sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi, Şekil 34’de mMRS agarda *Acetobacter fabarum* gelişimi, verilmiştir.

Şekil 35’de buğday sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, Şekil 36’da Bulgur sütünde geli *Limosilactobacillus fermentumun* şimi, Şekil 37’de Darı sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, Şekil 38’de Mısır sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, Şekil 39’da Pirinç sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, Şekil 40’da Yulaf sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, Şekil 41’de mMRS agarda *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi, verilmiştir.

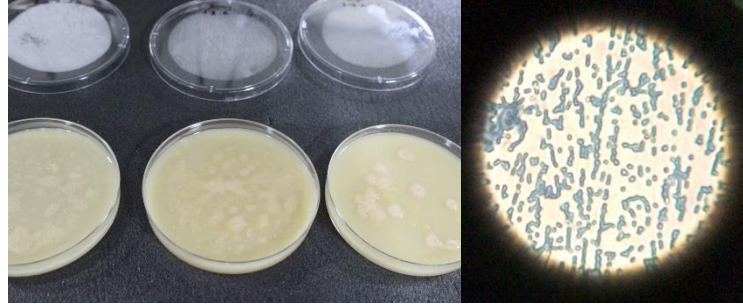
Şekil 42’de buğday sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 43’de Bulgur sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 44’de Darı sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 45’de Mısır sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 46’de Pirinç sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 47’de Yulaf sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, Şekil 48’de mMRS agarda *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi, verilmiştir.

Şekil 49’de buğday sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 50’de Bulgur sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 51’de Darı sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 52’de Mısır sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 53’de Pirinç sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 54’de Yulaf sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, Şekil 55’de mMRS agarda *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi, verilmiştir.

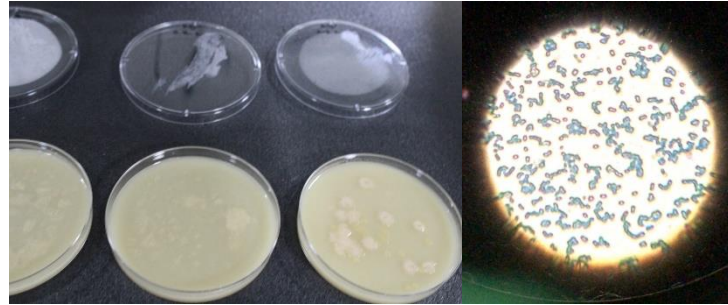
Şekil 56’da buğday sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi, Şekil 57’de Bulgur sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi, Şekil 58’de Darı sütünde *Lactococcus lactis*

gelişimi, Şekil 59’da Mısır sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi, Şekil 60’da Pirinç sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi, Şekil 61’de Yulaf sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi, Şekil 62’de mMRS agarda *Lactococcus lactis* gelişimi, verilmiştir.

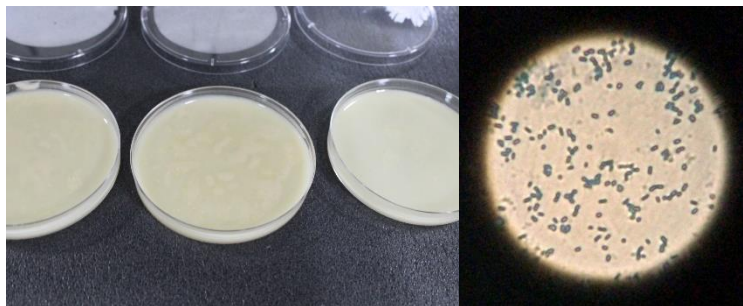
Şekil 63’de buğday sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 64’de Bulgur sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 65’de Darı sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 66’da Mısır sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 67’de Pirinç sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 68’de Yulaf sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi, Şekil 69’da mMRS agarda *Leuconostoc citreum* gelişimi, verilmiştir.



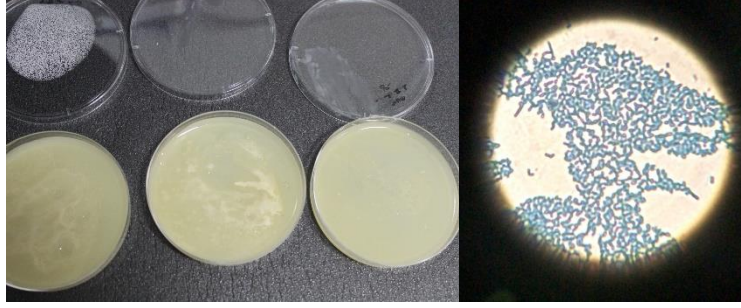
Şekil 28. Buğday sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



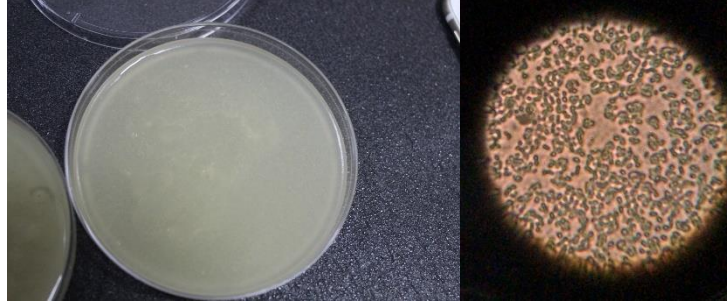
Şekil 29. Bulgur sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



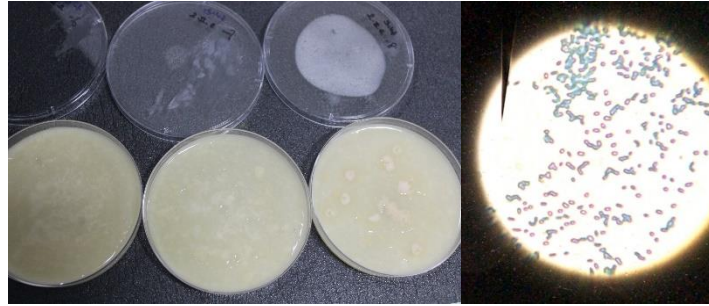
Şekil 30. Darı sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



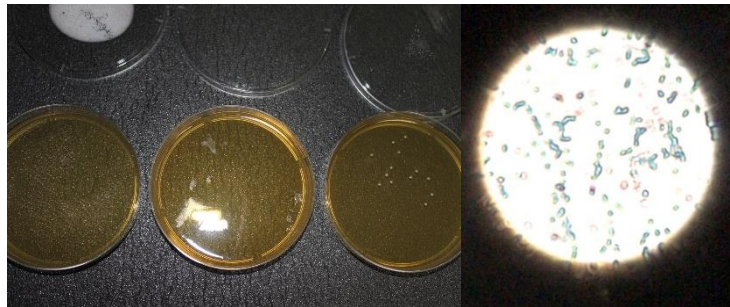
Şekil 31. Mısır sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



Şekil 32. Pirinç sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



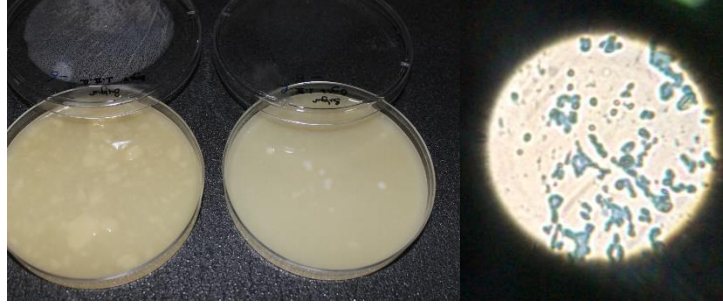
Şekil 33. Yulaf sütünde *Acetobacter fabarum* gelişimi



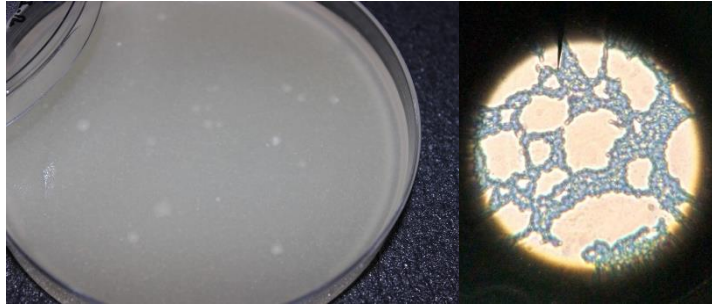
Şekil 34.: mMRS agarda *Acetobacter fabarum* gelişimi



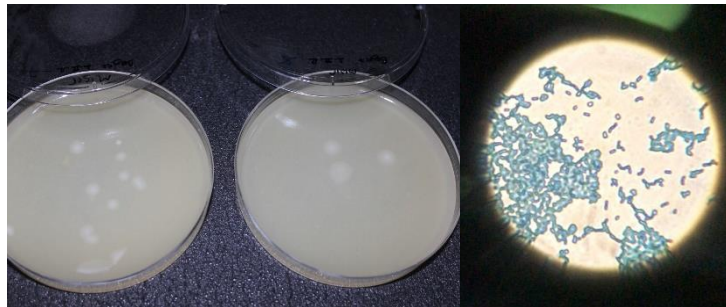
Şekil 35. Buğday sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



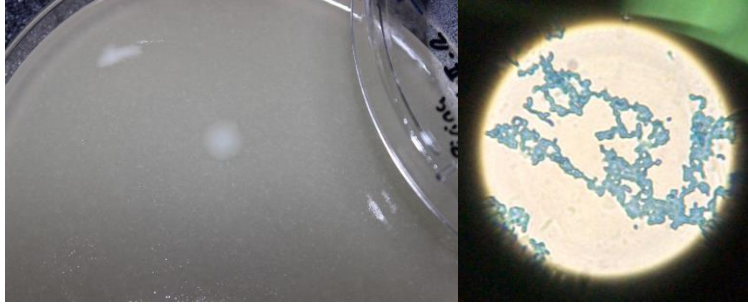
Şekil 36. Bulgur sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



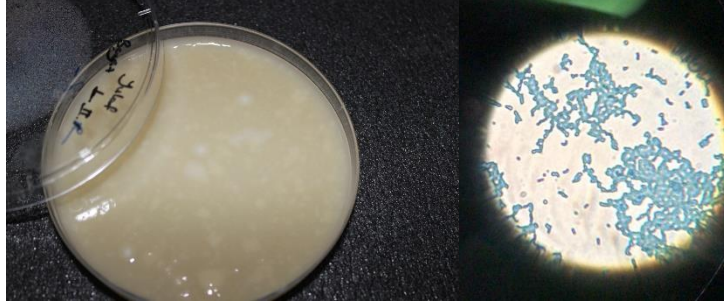
Şekil 37. Darı sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



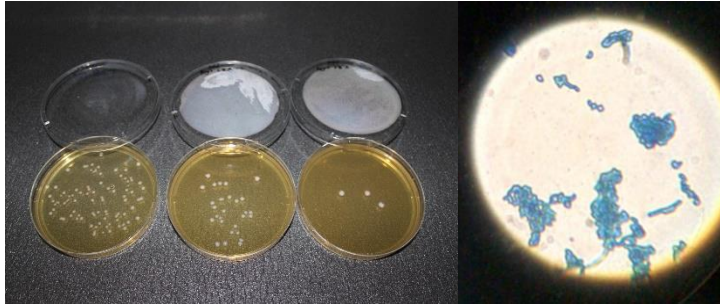
Şekil 38. Mısır sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



Şekil 39. Piriç sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



Şekil 40. Yulaf sütünde *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



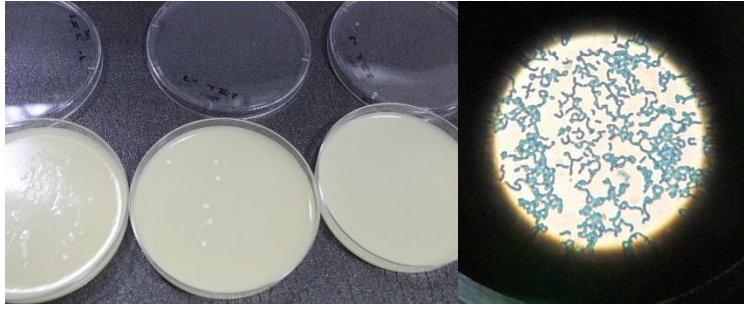
Şekil 41. mMRS agarda *Limosilactobacillus fermentumun* gelişimi



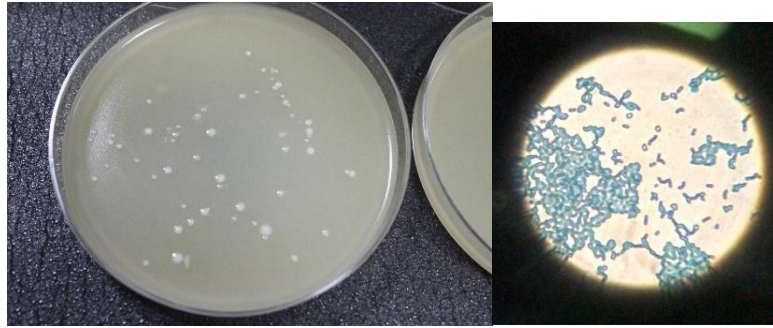
Şekil 42. Buğday sütünde *Lacticaseibacillus paracasei* gelişimi



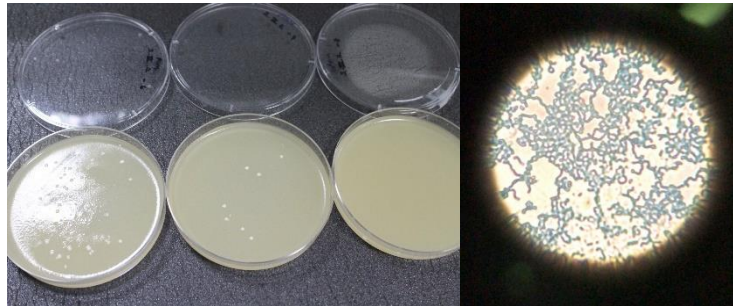
Şekil 43. Bulgur sütünde *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



Şekil 44. Darı sütünde *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



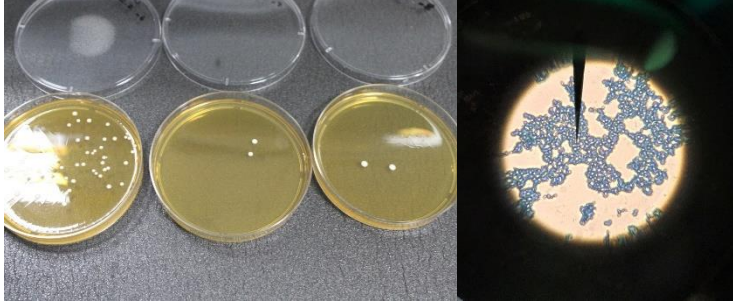
Şekil 45. Mısır sütünde *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



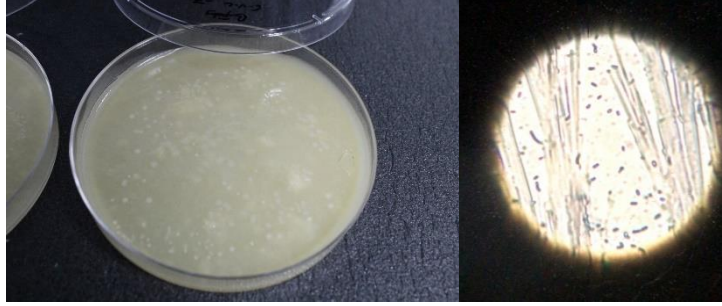
Şekil 46. Pirinç sütünde *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



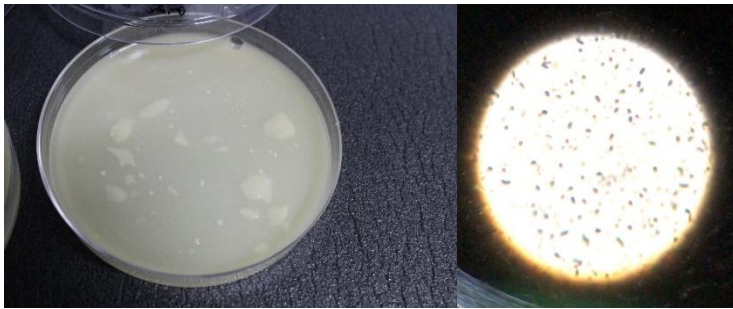
Şekil 47. Yulaf sütünde *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



Şekil 48. mMRS agarda *Lactocaseibacillus paracasei* gelişimi



Şekil 49. Buğday sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi

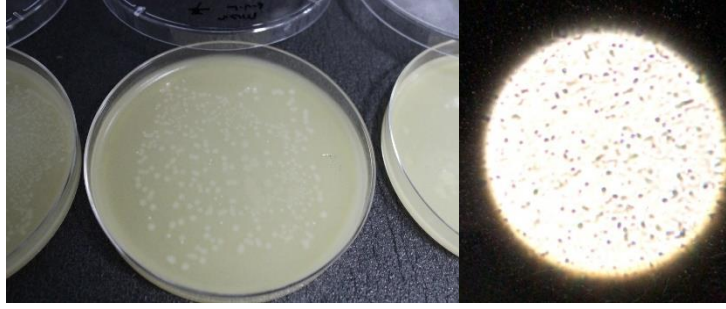


Şekil 50. Bulgur sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi

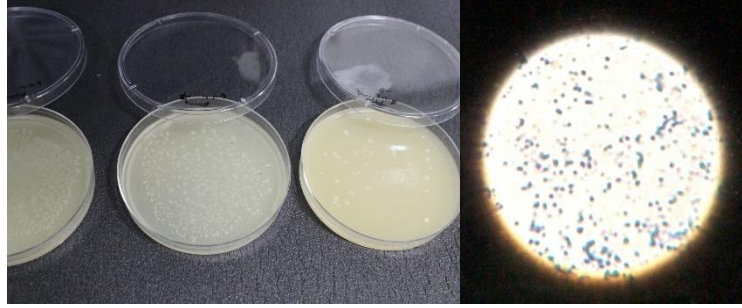
Şekil 51.



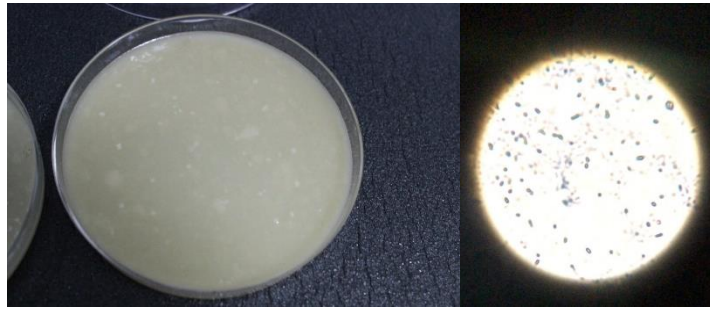
Şekil 52. Darı sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi



Şekil 53. Mısır sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi



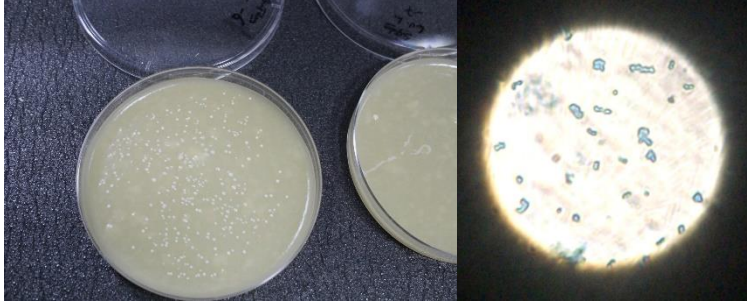
Şekil 54. Pirinç sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi



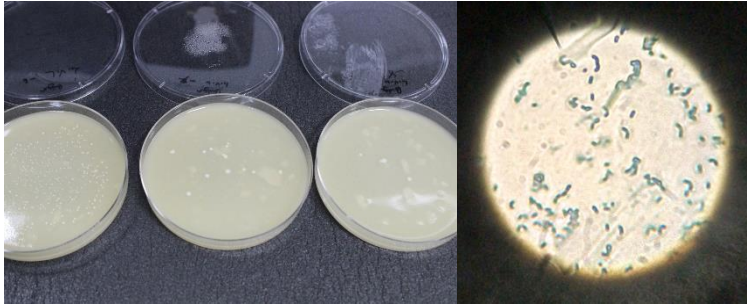
Şekil 55. Yulaf sütünde *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi



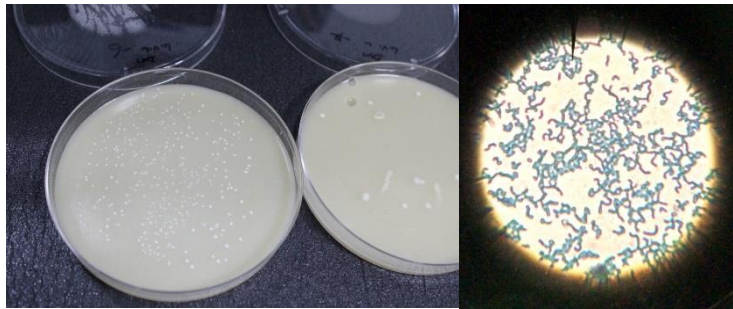
Şekil 56. mMRS agarda *Lactiplantibacillus plantarum* gelişimi



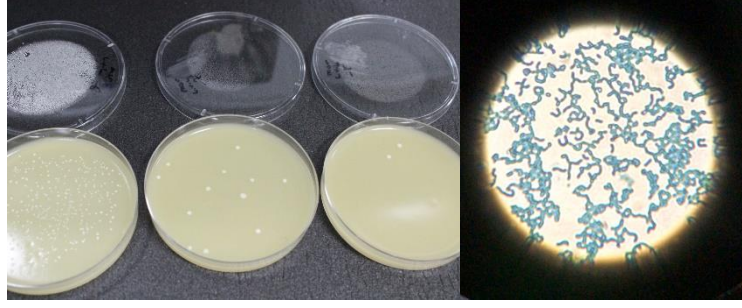
Şekil 57. Buğday sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



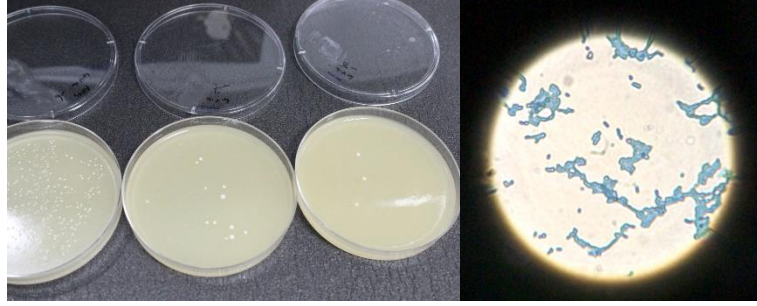
Şekil 58. Bulgur sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



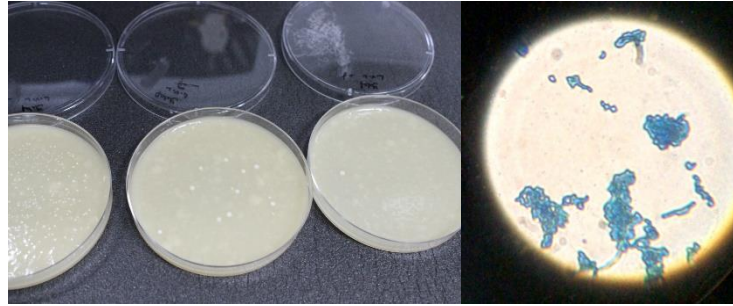
Şekil 59. Darı sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



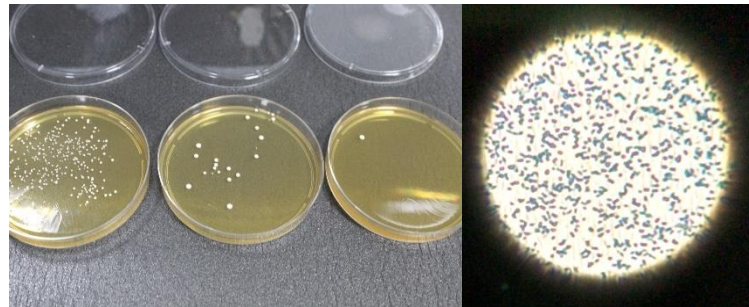
Şekil 60. Mısır sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



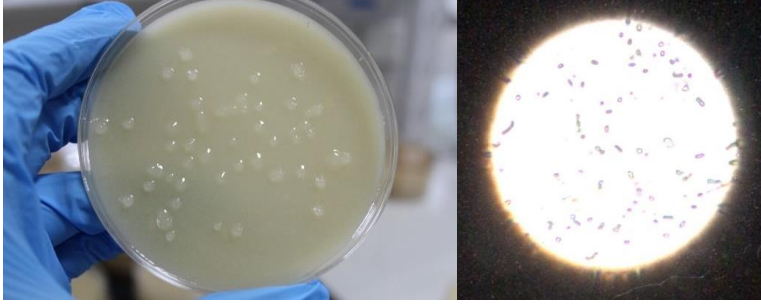
Şekil 61. Pirinç sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



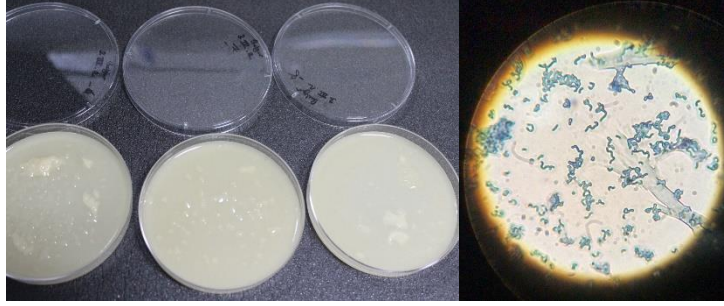
Şekil 62. Yulaf sütünde *Lactococcus lactis* gelişimi



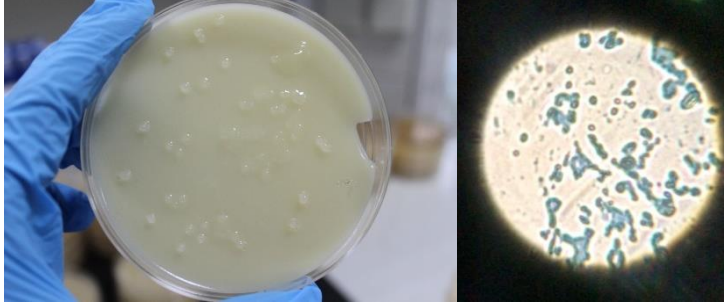
Şekil 63. mMRS agarda *Lactococcus lactis* gelişimi



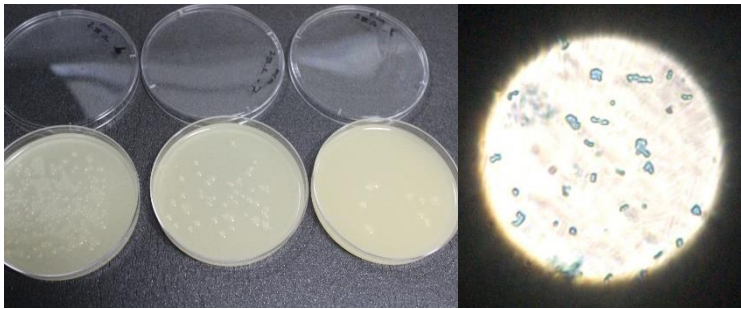
Şekil 64. Buğday sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



Şekil 65. Bulgur sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



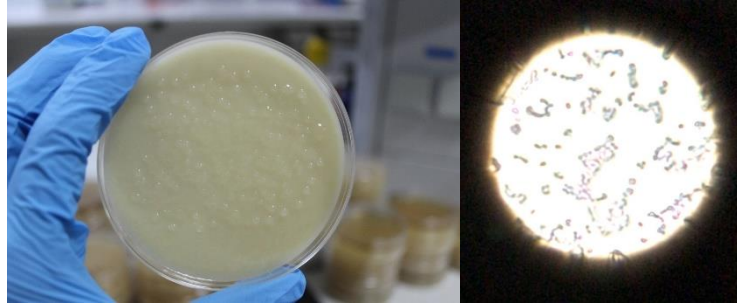
Şekil 66. Darı sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



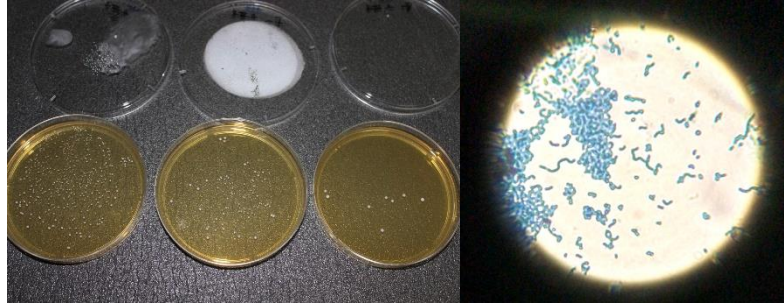
Şekil 67. Mısır sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



Şekil 68. Pirinç sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



Şekil 69. Yulaf sütünde *Leuconostoc citreum* gelişimi



Şekil 70. mMRS agarda *Leuconostoc citreum* gelişimi

IV.SONUÇ VE ÖNERİLER

Boza, darı, arpa, pirinç, buğday, mısır, yulaf ve bulgur gibi öğütülmüş tahılların suda kaynatılmasının ardından laktik asit bakterileri ve maya ile fermente edilmesiyle üretilen koyu kıvamlı, ekşimsi tatta bir içecektir. . Boza özellikle sonbahar ve kış aylarında tüketilir. Fermente içecek olan boza, tahılın cinsine bağlı olmakla beraber protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, lif ve fenolik maddeler içeriği açısından zengin bir gıdadır.

Fermente bir içecek olan boza mikrobiyal bileşim bakımından zengin bir kaynaktır. Ayrıca günümüzde gıda katkı maddesi olarak bakteriyel metabolitler kullanılmaya başlanmış ve üzerinde daha çok araştırma yapılan bir konu olmuştur.

Bu çalışmada 7 farklı boza örneğinden izole edilen *Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum* bakterilerin çeşitli tahıl (buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç, yulaf) sütlerine aşılması, bakterilerin faaliyeti sonucu tahıl sütlerinin asitlik değerlerinin, fonksiyonel gruplarının ve reolojik parametrelerinin belirlenmesidir.

Boza kaynaklı bakterilerin gelişiminin tahıl sütlerindeki reolojik parametrelere etkisi belirlenmesi amacıyla yedi farklı boza örneğinin 100s⁻¹'deki görünür viskozite değerleri incelenmiştir ve 0,11 Pa.sⁿ ile 0,58 Pa.sⁿ arasında değişmektedir (p<0.05). Boza örneklerinin Zamandan bağımsız Newton tipi olmayan psödoplastik akış davranışı sergilediği belirlenmiştir. Bozadan izole edilen ve bozanın reolojik özelliklerini etkilediği öngörülen bakteriler belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmada *Acetobacter fabarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc citreum* bakterileri kullanılmıştır. Buğday, bulgur, darı, mısır, pirinç ve yulafı tahıl:su oranı 1:15 olacak şekilde kaynatılması ardından hacmen MRS agar ilave edilip sterilizasyon işleminden sonra belirli oranlarda aşılama yapılarak 37 °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oda

sıcaklığına gelen bakteri aşılansmış tahıl sütleri ve kontrol tahıl sütlerinin reolojik özellikleri Paralel Plate Sensör teknolojisi kullanılarak 0 s^{-1} ile 200 s^{-1} 'e kadar farklı kayma hızlarında kayma gerilimi değerleri elde edilmiş ve görünür viskozite değerleri 100 s^{-1} 'de bir güç yasası modeli ile belirlenmiştir. Bakteri aşılansmış buğday sütünde 100 s^{-1} 'de görünür viskozite değerleri $1,18 \text{ Pa.s}^n$ ile $1,57 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *Leu. citreum* aşılansmış örnekte $1,57 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Bulgur sütünde $1,35 \text{ Pa.s}^n$ ile $1,78 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansmış örnekte $1,78 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Darı sütünde $0,26 \text{ Pa.s}^n$ ile $0,34 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* ve *Leu. citreum* aşılansmış örnekte $0,34 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Mısır sütünde $0,47 \text{ Pa.s}^n$ ile $0,64 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansmış örnekte $0,64 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Pirinç sütünde $0,39 \text{ Pa.s}^n$ ile $0,49 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *Leu. citreum* aşılansmış örnekte $0,49 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Yulaf sütünde $0,25 \text{ Pa.s}^n$ ile $0,32 \text{ Pa.s}^n$ arasında değişmekle beraber en yüksek *A. fabarum* aşılansmış örnekte $0,32 \text{ Pa.s}^n$ olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak aşılansmış bakteriler arasında *A. fabarum* ve *Leu. citreum* bakterilerinin tahıl sütlerinin reolojisine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir, potansiyel starter kültür olarak boza üretiminde kullanılması mümkün olduğu belirlenmiştir. *L. plantarum*, *L. paracasei* bakterilerinin tahıl sütlerinin reolojisine etki göstermemiştir ve probiyotik boza üretiminde kullanılması mümkün olduğu belirlenmiştir. *L. lactis* bakterisi boza üretiminde darı, mısır, pirinç ve yulaf kullanılması durumunda reolojisine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. *L. fermentum* bakterisinin tahıl sütlerinin reolojisine önemli etki göstermemiştir. Reolojik parametre sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde anlamlı farklar olduğu görülmüştür.

Literatürde yayınlanan çalışmalar neticesinde bu akış davranış değişimlerinin bakterilerin bir metaboliti olan ekzopolisakkaritlerin neden olduğu saptanmıştır. Viskozite artışı gıdaların organoleptik özelliklerinin iyileştirilmesinde ve gıdanın fiziksel yapısının geliştirilmesi gibi birçok alanda etkili olmaktadır. Bu çalışma neticesinde elde edilen bulgular bakteriyel kaynaklı metabolitlerin reolojik özelliklerini geliştirici etkisi olması sebebiyle gıda teknolojisinde kullanılmasını destekler.

Bakterilerin çeşitli tahıl sütlerinde davranışlarının daha net anlaşılması için bakterilerin tahıllarda bulunan karbonhidratları nasıl metabolize ettikleri üzerinde çalışılmalıdır. Ayrıca bakterilerin faaliyeti sonucu üretilen EPS'lerin viskozite üzerine etkisi araştırılmalıdır.

V.KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ARICI, M. (2017). **Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi**, İstanbul, Nobel Akademik Yayıncılık, 1.Baskı

HEPERKAN D. (2021), **Temel Gıda Mikrobiyolojisi**, İstanbul, Nobel Akademik Yayıncılık, 5. Baskı.

HOLT, J.G., KRIE, N.R., SNEATH, P.H.A., STALEY J.T. VE WILLAMS S.T. (1998). **Genus Streptococcus in Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 9. Baskı.

SALOVAARA, H., SALMINEN, S., WRIGHT, A. AND OUWEHAND A., (2004). **“Lactic acid bacteria in cereal-based products in Microbiological and Functional Aspects”** USA, CRC Press, 1. Baskı.

SCHLEGEL, H.G. (1997)., **General Microbiology**, New York, Cambridge University Press.

STANDAGE, T. (2006). **A History of the World in 6 Glasses**, Bloombury, Red Cat, 3. Baskı

TUNAIL, N. (2009). **Mikrobiyoloji**, Ankara, Palme Yayınevi, Birinci Baskı.

DERGİLER

ABDEL-AAL, E-S.M., YOUNG, J.C., RABALSKI, I., (2006). “Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, cilt 13, sayı 54, ss. 4696- 4704.

AKKOÇ, N., GHAMAT A. VE AKÇELİK, M., (2011). “Optimisation of bacteriocin production of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MA23, a

strain isolated from Boza”, **International Journal of Dairy Technology**”, sayı 64, ss.1-8.

AKPINAR-BAYIZIT, A., ERSAN-YILMAZ, L., OZCAN, T. (2010). “Determination Of Boza’s Organic Acid Composition As It Is Affected By Raw Material And Fermentation”. **International Journal of Food Properties**, sayı (3): ss.648-656.

ALTAY F., GULER F.K., DIKMEN C.D., HEPERKAN D., (2013). “A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiata, fermentation process and quality characteristics”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı167, ss.44-56.

ANDERSON RC, YOUNG W, CLERENS S, COOKSON AL, MCCANN MJ, ARMSTRONG KM, (2013). “Human oral isolate *Limosilactobacillus fermentum* AGR1487 reduces intestinal barrier integrity by increasing the turnover of microtubules in Caco-2 cells”. **PLoS One**, sayı 11, ss.1–12.

ANONIM, (1992). TS 9778 Boza Standardı, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi 112, Bakanlıklar, Ankara.

ARICI M. ve DAGLIOGLU O. (2007). “Boza: Laktik Asit Fermentasyonu Ile Uretilen Tahıl Kaynaklı Geleneksel Bir Türk Gıdası. Acısıyla Tatlısıyla Boza”, **T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları**, Ankara, 76-87.

ARICI, M., DAGLIOGLU, O., (2002). “Boza: a lactic acid fermented cereal beverage as a traditional Turkish food”. **Food Reviews International** , cilt 1, sayı 18,ss.39-48.

ARSLAN, S., DURAK, A.N., ERBAS, M., TANRIVERDI, E., GULCAN, U., (2015). “Determination of microbiological and chemical properties of probiotic boza and its consumer acceptability”, **Journal of the American College of Nutrition**, sayı 34(1), ss. 56-64.

BADEL, S., BERNARDI, T. & MICHAUD, P. (2011). “New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides”. **Biotechnology advances**, sayı 29, ss.54-66.

- BECKER, A., KATZEN, F., PUHLER, A. & IELPI, L. (1998). "Xanthan gum biosynthesis and application: a biochemical/genetic perspective", **Applied microbiology and biotechnology**, sayı 50, ss.145-152.
- BETORET, N., PUENTE, L., DIAZ, M.J., PAGAN, M.J., GARCIA, M.J., GRAS, M.L., MARTINEZ-MONZO, J. and FITO, P. (2003). "Development of probioticenriched dried fruits by vacuum impregnation", **Journal of Food Engineering**, sayı 56, ss. 273–277.
- BHASKAR, P. & BHOSLE, N. B. (2005). "Microbial extracellular polymeric substances in marine biogeochemical processes", **Current Science**, ss.45-53.
- BIRER S., (1987). "Boza Yapımı ve Özellikleri". **Gıda Derigi**, sayı 12, ss.341-343.
- BLANDINO A., AL-ASEERI M.E., PANDIELLA S.S., CANTEROB D., WEBB C. (2003). "Cereal-based fermented foods and beverages", **Food Research International**, sayı 36, ss.527–543
- BLANGUET, S MARUL-BONNIN, S. BEYSSAC, E. POMPON, D. RENAUD, M. ALRIC, M. (2001). "The Biodrug Concept:on Innovative Approach to Therapy".**Trend in Biotechnology**,sayı 19(10),ss.393-400.
- BOECK, T.D., RUBIANO, L.A.S., NADAL, I., MONEDERO, V., MARTINEZ, G.P., & YEBRA, M.J. (2010). "Sorbitol production from lactose by engineered *Lactobacillus casei* deficient in sorbitol transport system and mannitol-1-phosphate dehydrogenas", **Applied Genetics and Molecular Biotechnology**, sayı 85, ss.1912-1992
- BOTES A, TODOROV SD, MOLLENDORFF JW, BOTH A, DICKS LMT (2007). "Identification of Lactic Acid Bacteria and Yeast From Boza", **Process Biochemistry**, sayı 42, ss.267–270.
- BRAGADEESWARAN S, R. JEEVAPRIYA, K. PRABHU, S.S. RANI, S. PRIYADHARSINI, T. BALASUBRAMANIAN, (2011). "Exopolysaccharide production by *Bacillus cereus* GU812900, a

- fouling marine bacterium”, **Afr J Microbiol Res**, sayı 5(24), ss. 4124-4132.
- BREMER PJ., GEESEY GG. (1991). “An evaluation of biofilms developmentutilizing non-destructive attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy”, **Biofouling**, sayı 3, ss.89-100.
- CAMPBELL- PLATT, G. (1994). “Fermented foods- a world perspective”, **Food Research International**, sayı 27, ss.253- 257
- CAPUTO L., QUINTERI L., BARUZZI, F., BORCAKLI, M., MOREA, M. (2012). “Molecular and phenotypic characterization of *Pichia fermentans* strains found among Boza yeasts”, **Food Research Internatioanal**, sayı 48, ss.755-762.
- CASALTA, E., MONTEL, M.C. (2008). “Safety assessment of dairy microorganisms: The *Lactococcus* genus”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 126, ss. 271-273.
- CASTELLANE, T.C.L, LEMOS, M.V.F. VE LEMOS, E.G.M. (2014). “Evaluation of the biotechnological potential of *Rhizobium tropici* strains for exopolysaccharide production”, **Carbohydrate Polymers**, sayı 111, ss.191-197.
- CERNING J., BOUILLANNE C., LANDON M., DESMAZEAUD M., (1992). “Isolation and characterization of exopolysaccharides from slime-forming mesophilic lactic acid bacteria”, **Journal of Dairy Science**, sayı75, ss.692-699.
- CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S.S., WEBB, C. (2002). “Application of cereal and cereal components in functional foods”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 79, ss.131-141
- CHAVAN, J. K., & KADAM, S. S. (1989). “Critical reviews in food science and nutrition”. **Food Science**, sayı 28, ss.348–400.
- CHI Z., SU CD, LU WD. (2007). “A new exopolysaccharide produced by marine Cyanothecae”, **Bioresource Technology**, sayı 98, ss.1329-1332.

- CLEENWERCK I., GONZALEZ A., CAMU N., ENGELBEEN K., DE VOS P., DE VUYST L., (2008). “*Acetobacter fabarum* sp. nov., an acetic acid bacterium from a Ghanaian cocoa bean heap fermentation”, **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, sayı 58, ss.9.
- COMPOS, G.L., URDA, M.A., BLANCO, M.M., GIBELLO, A., CUTULI, M.T., ALONSO, V.L., SANCHEZ, F.M., & GARAYZABAL, J.F.F. (2015).” *Lactococcus garvieae*: a small bacteria and a big data world”. **Health information Science and System**, sayı 3(1), ss. 55-64.
- COSKUN, F., CAKIR, E., (2014). “Effect of the addition of different spices on some characteristics of boza during storage”, **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, sayı 20(5), ss.1079-1084.
- COSTA, N. E., HANNON, J. A., GUINEE, T. P., AUTY, M. A. E., MCSWEENEY, P. L. H., AND BERESFORD, T. P., (2010). “Effect of exopolysaccharide produced by isogenic strains of *Lactococcus lactis* on half-fat Cheddar cheese”, **Journal of dairy science**, sayı 93(8), ss.3469-3486.
- COTE, G. L., SKORY, C. D., UNSER, S. M. AND RICH, J. O., (2012) “The Production of glucans via glucansucrases from *Lactobacillus satsumensis* isolated from a fermented beverage starter culture”, **Applied Microbiology and Biotechnology**. Sayı 14, ss 5-13.
- ÇELİK I, ISIK F, YILMAZ Y. (2016). “Effect of roasted yellow chickpea (leblebi) flour addition on chemical, rheological and sensory properties of boza”, **Journal of Food Processing and Preservation**, sayı 40:6 ss.1400-1406.
- ÇOPUR U, TAMER C.E (2003). “Boza ve Yeni Yaklaşımlar”, **Dünya Gıda**, sayı 8(4), ss.61-62.
- DAGBAGLI, S. & GOKSUNGUR, Y. (2013). “Mikrobiyal Yolla Üretilen Polisakkaritler Ve Gıda Sanayinde Kullanımı”, **Akademik Gıda**, sayı 3, ss.32-37.

- DE VRIES, M. C., VAUGHAN, E. E., KLEEREBEZEM, M., & DE VOS, W. M. (2006). “*Lactiplantibacillus plantarum*—survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract”, **International Dairy Journal**, sayı 16(9), ss.1018-1028.
- DE VUYST, L. & DEGEEST, B. (1999). “Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria”, **FEMS microbiology reviews**, sayı23, ss.153-177.
- DE VUYST, L. & MARSHALL, V. (2001). “Exopolysaccharides from Lactic Acid Bacteria: from Fundamentals to Applications”, **International Dairy Journal**, sayı 11(9),ss.659-661
- DE VUYST, L., NEYSENS, P. (2005). “The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions”, **Trends Food Sci Technol**, sayı 1, ss.43-56.
- DELGADO, S. AND MAYO, B. (2004). “Phenotypic and genetic diversity of *Lactococcus lactis* and *Enterococcus* spp. strains isolated from Northern Spain starter-free farmhouse cheeses”, **Int. J. Food Microbiology.**, sayı 90, ss. 309-319.
- DELVES-BROUGHTON, J., BLACKBURN, P., EVANS, R.J. AND HUGENHOLTZ, J. (1996). “Applications of the bacteriocin, nisin”, **Antonie van Leeuwenhoek**, sayı 69, ss. 193-202.
- DEMIR, N., BAHÇECİ, K.S., ACAR, J. (2006). “The Effects of Different Initial *Lactiplantibacillus plantarum* Concentrations on Some Properties of Fermented Carrot Juice”, **Journal of Food Processing and Preservation**, sayı 30, ss.352-363.
- DERTLİ, E., MERCAN, E., ARICI, M., YILMAZ, M. T. & SAGDIÇ, O. (2016). “Characterisation of lactic acid bacteria from Turkish sourdough and determination of their exopolysaccharide (EPS) production characteristics”. **LWT-Food Science and Technology**, sayı 71, ss.116-124.
- DI SABATINO, A. AND CORAZZA, G. R., (2009). “Coeliac disease”, **The Lancet**, sayı 373(9673), ss.1480-1493.

- DICKSON, E. M., RIGGIO , M.P. VE MACPHERSON, L. (2005).” A novel species-specific PCR assay for identifying *Limosilactobacillus fermentum*”, **Journal of Medical Microbiology**, sayı 54, ss.299–303.
- DINÇER, E.; KIVANÇ, M.; KARACA, H. (2009)” Biyokoruyucu Olarak Laktik Asit Bakterileri ve Bakteriyosinler”, **Gıda Dergisi**, sayı 3, ss. 26-34.
- DONOT, F., FONTANA, A., BACCOU, J.C., & SCHORR-GALINDO, S. (2012). “Microbial exopolysaccharides: main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction”, **Carbohydrate Polymers**, sayı 87, ss.951-962.
- DUAN X., Z. CHI, L. WANG, X. WANG, (2008). “Influence Of Different Sugars On Pullulan Production And Activities Of A-Phosphoglucose Mutase, UDPGPyrophosphorylase And Glucosyltransferase Involved In Pullulan Synthesis In Aureobasidium pullulans Y68,” **Carbohydr Polym**, sayı.73, ss.587– 593.
- DUBOC, P., & MOLLET, B. (2001). “Applications of exopolysaccharides in the dairy industry”, **International Dairy Journal**, sayı 11(9), ss.759-768.
- DUPONT, I., ROY, D. AND LAPOINTE, G., (2000). “Comparison of exopolysaccharide production by strains of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactocaseibacillus paracasei* grown in chemically defined medium and milk”, **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, sayı 24(4), ss.251-255.
- DYKES, L. VE ROONEY, L. W., (2007). “Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits”, **Cereal Foods World**, sayı 52, ss.105-111.
- ERBAS, M. (2006). “Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar”, **Türkiye 9. Gıda Kongresi**, ss.791-794, Bolu.
- ERGENE, E. & AVCI, A. (2016). “Microbial exopolisaccharides”. **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, sayı 20, ss. 193-202.
- ERTEN, H., AGIRMAN, B. GUNDUZ, C.P.B., ÇARSANBA, E., SERT, S., BIRCAN, S. & TANGULER, H. (2014). “Importance of Yeasts and Lactic Acid Bacteria in Food Processing”. **Food Processing: Strategies for Quality Assessment**, ss .351-360).

- EVREN, M., APAN, M., TUTKUN, E. VE EVREN, S. (2011). “Geleneksel Fermente Gıdalarda Bulunan Laktik Asit Bakterileri”, **Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi**, sayı 9(1), ss.11-17.
- FANG Y., S. AHMED, S. LIU, S. WANG, M. LU, Y. JIAO (2013). “Optimization of antioxidant exopolysaccharides production by *Bacillus licheniformis* in solid state fermentation,” **Carbohydr Polym**, sayı.98, ss.1377– 1382.
- FREITAS, F. ALVES, V.D., REIS, M.A.M. (2011). “Advances in bacterial exopolysaccharides: from production to biotechnological applications”, **Trends in Biotechnology**, sayı 29, ss. 388-398.
- FREITAS, F., ALVES, V. D., REIS, M. A., CRESPO, J. G. AND COELHO, I. M., (2014). “Microbial polysaccharide-based membranes: current and future applications”, **Journal of Applied Polymer Science**, sayı 6, ss. 131-133
- FUNAMI T., K. NISHINARI, (2007). “Gelling characteristics of curdlan aqueous dispersions in the presence of salts,” **Food Hydrocolloid**, sayı .21, ss.59–65.
- FURET, J.P., QUEENE, P. AND TALLIEZ, P. (2002). “Quantification de bacteries lactiques parPCR quantitative”. **Sci. Aliments**, sayı 22; ss.33–44.
- GALLARDO-ESCAMILLA, F. J., KELLY, A. L. AND DELAHUNTY, C. M. (2007), “Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids”, **International Dairy Journal**, sayı 17(4), ss.308-315.
- GALLE, S., SCHWAB, C., ARENDT, E. AND GÄNZLE, M., (2010). “Exopolysaccharide-forming *Weissella* strains as starter cultures for sorghum and wheat sourdoughs”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, sayı 58(9), ss.5834-5841.
- GENC M., ZORBA, M. VE OVA, G., (2002). “Determination of rheological properties of boza by using physical and sensory analysis”, **Journal of Food Engineering**, sayı 52, ss.95–98.

- GEORGE F, DANIEL C, THOMAS M, SINGER E, GUILBAUD A, TESSIER FJ, (2018). “Occurrence and dynamism of lactic acid bacteria in distinct ecological niches: A multifaceted functional health perspective”, **Front Microbiology**, sayı 9, ss. 1-15.
- GEREKOVA, P., PETRULAKOVA, Z., & STURDIK, E. (2011). “Importance of lactobacilli for bread making industry”, **Acta Chimica Slovaca**, sayı 4(2), ss. 118-135.
- GHEYTANCHI, E., HESHMATI, F., SHARGH, B. K., NOWROOZI, J., MOVAHEDZADEH, F., (2010). “Study on β -galactosidase enzyme produced by isolated lactobacilli from milk and cheese”, **African Journal of Microbiology Research**, sayı 4(6), ss. 454–458.
- GOEL, A., HALAMI P.M., TAMANG, J.P., (2020). “Genome Analysis of *Lactiplantibacillus plantarum* Isolated From Some Indian Fermented Foods for Bacteriocin Production and Probiotic Marker Genes”, **Frontiers in Microbiology**, sayı 11, ss. 40.
- GOKIRMAKLI Ç. VE GUZEL-SEYDİM Z.B. (2019). “Sirkenin Sağlık Uzerine Etkileri”, **Gıda Dergisi**, sayı 44 , ss. 1042 – 1058.
- GONZÁLEZ A, MAS A. (2011). “Differentiation of Acetic Acid Bacteria Based on Sequence Analysis of 16S-23S rRNA Gene Internal Transcribed Spacer Sequences”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 147, ss.217–222.
- GOTCHEVA, V., PANDIELLA, S. S., ANGELOV, A., ROSHKOVA, Z. G., & WEBB, C. (2001). “Monitoring the fermentation of the traditional Bulgarian beverage boza”. **International Journal of Food Science and Technology**, sayı 36, ss.129–134.
- GUVEN, K. VE BENLIKAYA, N., (2005). A”cid Ph produced by lactic acid bacteria prevent the growth of *Bacillus Cereus* in boza, a traditional fermented Turkish beverage”, **Journal of Food Safety**, sayı 25, ss.98 – 108.

- GUZZO J., & DESROCHE, N. (2009). “Physical and Chemical Stress Factors in Lactic Acid Bacteria”, **Biology of Microorganisms**, sayı.1, ss.293-306.
- HANCIOGLU O, KARAPINAR M (1997). “Microflora of Boza, A Traditional Fermented Turkish Beverage”, *International Journal of Food Microbiology*, sayı 35, ss.271–274.
- HANCIOGLU, O., KARAPINAR, M. (1998). “Hububat bazlı fermente ürünler ve fermentasyon işleminin sağladığı avantajlar”, *Gıda Dergisi*, cilt 3, sayı 23, ss.211-215
- HARLANDER, S. (1992). “Encyclopaedia of microbiology”, **Food biotechnology**, ss. 191–207.
- HARUTOSHI, T., (2013) “Exopolysaccharides of Lactic Acid Bacteria for Food and Colon Health Applications”, **Lactic Acid Bacteria – R & D for Food, Health and Livestock Purposes**, sayı 22, ss. 515-538.
- HASSAN AN., CORREDIG M FRANK J.F., (2001). “Viscoelastic properties of yogurt made with ropy and non-ropy exopolysaccharides producing cultures” **Milchwissenschaft Journal**, sayı 56(12), ss.684-687.
- HEPERKAN Z.D., BOLLUK M., BULBUL S. (2020). “Structural analysis and properties of dextran produced by *Weissella confusa* and the effect of different cereals on its rheological characteristics”, **International Journal of Biological Macromolecules**, sayı 143, ss. 305–313
- HEPERKAN, D., DASKAYA-DIKMEN, C. VE BAYRAM, B. (2014). “Evaluation of lactic acid bacterial strains of boza for their exopolysaccharide and enzyme production as a potential adjunct culture”, **Process Biochem**, sayı 49, ss.1587–1594.
- HWANHLEM, N., CHOBERT, J.M. VE H-KITTIKUN, A. (2014). “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**, sayı 41, ss. 202-211.
- IGLESIAS, M. B., VIÑAS, I., COLÁS-MEDÀ, P., COLLAZO, C., SERRANO, J. C. E., & ABADIAS, M. (2017). “Adhesion and invasion of *Listeria*

monocytogenes and interaction with *Lactobacillus rhamnosus* GG after habituation on fresh-cut pear”, **Journal of Functional Foods**, sayı 34, ss.453-460.

ISLETEN, M., YUCER, Y.K., YILMAZ E. and MENDES, M. (2007), “Consumer attitudes and factors affecting buying decision for functional foods”, **Gıda Dergisi**, sayı 32, ss. 25-32.

ISMAIL B., NAMPOOTHIRI KM. (2010). “Production, purification and structural characterization of an exopolisaccharide produced by a probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* MTCC 9510”, **Archives of Microbiology**, sayı 192:12, ss. 1049-1057.

IVANOVA, I., KABADJOVA, P., PANTEV, A., DANOVA, S., DOUSSET, X., (2000). “Detection, purification and partial characterization of a novel bacteriocin substance produced by *Lactococcus lactis* susp. *lactis* B14 isolated from boza – Bulgarian traditional cereal beverage”, **Vestnik Moskovskova Universiteta Kimia**, sayı 41, ss.47-53.

JAMBI E., X.W. NI, B. MCNEIL, A, BASALEH, L. HARVEY, (2013) “Comparative Study of the Power Consumption on the Production of Xanthan Using the Traditional Industrial Stirred Tank Reactor and a Novel Oscillatory Baffled Reactor,” **Life Sci. J**, sayı.10, ss.2241-2249.

JESPERSEN, L. (2003). “Occurrence and Taxonomic Characteristics of Strains of *Saccharomyces cerevisiae* Predominant in African Indigenous Fermented Foods and Beverages”, **FEM Yeast Research**, sayı 3, ss.191-200.

JOLLY, L. AND STINGELE, F., (2001). “Molecular organization and functionality of exopolysaccharide gene clusters in lactic acid bacteria”, **International Dairy Journal**, sayı 11(9), ss.733-745.

JOLLY, L., NEWELL, J., PORCELLI, I., VINCENT, S. J. AND STINGELE, F., (2002). “*Lactobacillus helveticus* glycosyltransferases: from genes to carbohydrate synthesis”, **Glycobiology**, sayı 12(5), ss.319-327.

- KABADJOVA, P.; GOTCHEVA, I.; IVANOVA, I.; DOUSSET, X (2000). “Investigation of Bacteriosin Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Boza”, **Biotechnol.** sayı14, ss.56–59.
- KABAK B., DOBSON, A.D.W. (2011). “An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey”. **Crit. Rev. Food Sci.Nutr**, sayı 51, ss.248-260.
- KANCABAS, A., KARAKAYA, S., (2013). “Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Activity of Boza, A Traditional Fermented Beverage”, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, sayı 93(3), ss. 641- 645.
- KANDLER, O., WEISS, N. (1986). “Genus *Lactobacillus*”, **Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology**, sayı. 2, ss. 1209- 1234.
- KASSIM M.B.I., (2011). “Production and characterization of the polysaccharide “xanthan gum” by a local isolate of the bacterium *Xanthomonas campestris*”, **Afr J Biotechnol**, sayı.10, ss.16924-16928.
- KESKIN, B., GUNES, E. (2021). “Social and cultural aspects of traditional drinks A review on
- KEWUYEMI YO, NJOBEH PB, KAYITESI E, ADEBIYI JA, OYEDEJI AB, ADEFISOYE MA, (2020). “Metabolite profile of whole grain ting (a Southern African fermented product) obtained using two strains of *Limosilactobacillus fermentum*”, **J Cereal Sci**, sayı 1 , ss. 1-39.
- KILIÇ, S. (2008). “Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri”, **Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No:542**, 2.baskı.
- KIM D., KIM H., SEO K., (2019). “Microbial composition of Korean kefir and antimicrobial activity of *Acetobacter fabarum* DH1801”, **Journal of Food Safety**, ss.40.
- KIM, H. S., PARK, H., CHO, I. Y., PAIK, H. D. AND PARK, E. (2006). “Dietary supplementation of probiotic *Bacillus polyfermenticus*, Bispan strain, modulates natural killer cell and Tcell subset populations and immunoglobulin g levels in human subjects”, **Journal of Medicinal Food**, sayı 9; ss.321-327.

- KIVANÇ, M., YILMAZ, M., ÇAKIR, E., (2011). “Isolation And Identification Of Lactic Acid Bacteria From Boza, And Their Microbial Activity Against Several Reporter Strains”, **Turkish Journal of Biology**, sayı 35, ss.313-324.
- KOJIC, M., VUJIC, M., BANINA, A., COCCONCELLI, P., CERNING, J. AND TOPISIROVIC, L., (1992). “Analysis of exopolysaccharide production by *Lactobacillus casei* CG11, isolated from cheese”, **Appl Environ Microbiol**, sayı158(12), ss.4086-4088.
- KOMMANEE, J., TANASUPAWAT, S., YUKPHAN, P., THONGCHUL, N., MOONMANGMEE, D., & YAMADA, Y. (2012). “Identification of Acetobacter strains isolated in Thailand based on the phenotypic, chemotaxonomic, and molecular characterizations”, **ScienceAsia**, sayı 38(1), ss.44–53.
- KONIG, H., & FROHLICH J. (2009). “Lactic acid bacteria”, **Biology of Microorganisms on Grapes**, sayı.1, ss.3-29.
- KUBILAY, A., ALTUN, S., ULUKOY, G., & DILER, O. (2005). “*Lactococcus garvieae* suşlarının antimikrobiyal duyarlılıklarının belirlenmesi”, **Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi**, sayı 1(1), ss.39-48.
- KUMAR, A.S. MODY, K., JHA, B. (2007). “Bacterial exopolysaccharides”, **Jurnal of Basic Microbiology**, sayı 47, ss. 103–117.
- KUMAR, T. (2012). “Microbial extracellular polymeric substances production, isolation and applications”. **IOSR Journal of Pharmacy**, sayı2 (2), ss.276-281.
- KUNTIYA, A., HANMOUNGJAI, P., TECHAPUN, C., SASAKI, K. & SEESURIYACHAN, P. (2010). “Influence of pH, sucrose concentration and agitation speed on exopolysaccharide production by *Lactobacillus confusus* TISTR 1498 using coconut water as a raw material substitute”, **Maejo International Journal of Science and Technology**, sayı 4, ss. 318-330.
- LADRAT C.D., C. SINQUIN, L. LEBELLENGER, A. ZYKWINSKA, S. COLLIEC-JOUAULT, (2014). “Exopolysaccharides produced by

marine bacteria and their applications as glycosaminoglycan-like molecules,” **Frontiers in Chem**, sayı.2, ss.1-15.

LAWS PA., MARSHALL M.V., (2001).“The Revelance ofExopolysaccharides to the Rheological Properties in Milk Fermented with Ropy Strains of Lactic Acid Bacteria”, **International Dairy Journal**, ss. 709-721.

LEBLANC, A.M., CASTILLO, N.A. VE PERDIGON, G., (2010). “Anti-infective mechanisms induced by a probiotic *Lactobacillus* strain against Salmonella enterica serovar Typhimurium infection”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 138, ss.223-231.

LEBLANC, J.G., MILANI, C., DE GIORI, G.S., SESMA, F., VAN SINDEREN, D. (2013). “Bacteria as vitamin suppliers to their host: a gut microbiota perspective”, **Current Opinion in Biotechnology**, sayı 24(2), ss.160-168.

LEROY, F. AND DE VUYST, L., (2004) “Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry”, **Trends in Food Science & Technology**, sayı15, ss.67–78, (2004).

LEROY, F., DEGEEST, B. AND DE VUYST, L., (2002) “A novel area of predictive modelling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 73(2), ss.251-259.

LEVANDER, F., SVENSSON, M. & RÅDSTROM, P. (2002). “Enhanced exopolysaccharide production by metabolic engineering of *Streptococcus thermophilus*”, **Applied and Environmental Microbiology**, sayı 68, ss.784-790.

LI, J.M VE NIE, S.P. (2016). “The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods”, **Food Hydrocolloids**, sayı 53, ss.46- 61.

LIU, H. FANG, H.H.P. (2002). “Extraction of extracellular polymeric substances (EPS) of sludges”, **Journal of Biotechnology**, sayı 95, ss.249–256.

LIU, W., PANG, H., ZHANG, H., & CAI, Y. (2014). “Biodiversity of lactic acid bacteria. In H. Zhang, and Y. Cai (Eds.)”, **Lactic Acid Bacteria**, cilt 1., sayı .2, ss.103-203

- LOW, D., AHLGREN, J. A., HORNE, D., MCMAHON, D. J., OBERG, C. J. AND BROADBENT, J. R., (1998). "Role of *Streptococcus thermophilus* MR-1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention", **Applied and Environmental Microbiology**, sayı 64(6), ss.2147-2151.
- LU, Z., BREIDT, F., FLEMING, H.P, ALTERMANN, E., KLAENHAMMER, T.R. (2003). "Isolation and Characterization of a *Lactiplantibacillus plantarum* Bacteriophage, øJL-1, From a Cucumber Fermentation", **Int. J. Food Microbiol.**, sayı184, ss.225-235.
- LUVIELMO, M. M. VE DIG. (2016). "Structure of xanthan gum and cell ultrastructure at different times of alkali stress", **Brazilian Journal of Microbiology**, sayı 1, ss.102-109.
- MALIK, A. VE DIG. (2015). "Sucrase Activity and Exopolysaccharide Partial Characterization From Three *Weissella confusa* Strains". **HAYATI Journal of Biosciences**, sayı 3, ss. 130-135.
- MARJANOVIĆ, A., ĐEĐIBEGOVIĆ, J., BRČANINOVIĆ, M., OMERAGIĆ, E., ČAKLOVICA, F., DOBRAČA, A., ŠOBER, M., (2015). "Antioxidant Potential Of Selected Traditional Plant-Based Beverages In Bosnia And Herzegovina", **Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina**, sayı 45, ss.2013-2016.
- MARTIN DIANA AB, JANER C, PELAEZ C, REQUENA T (2003). "Development of a Fermented Goat's Milk Containing Probiotic Bacteria", **International Dairy Journal**, sayı 13, ss.827-833.
- MARTINEZ-CASTELLANOS, G., PELAYO-ZALDÍVAR, C., PÉREZ-FLORES, L.J. , LÓPEZ-LUNA, A., GIMENO, M., EDUARDO BÁRZANA, E. VE SHIRAI, K. (2011). "Postharvest litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) quality preservation by *Lactiplantibacillus plantarum*", **Postharvest Biology and Technology**, sayı 59, ss.172-178.
- MATTILA, P., PIHLAVA, J., HELLSTROM, J., (2005). "Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in

- commercial grain products”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry** , sayı 53(21), ss. 8290–8295.
- MAYO, B., ALEKSANDRZAK-PIEKARCZYK, T., FERNANDEZ, M., KOWALCZYK, M., ALVAREZ- MARTÍN, P. VE BARDOWSKI, J. (2010). “Updates in the metabolism of lactic acid bacteria” **Biotechnology of lactic acid bacteria**, ss. 3-33.
- MCKAY, L. L., & BALDWIN, K. A. (1990). “Applications for biotechnology: present and future improvements in lactic acid bacteria”. **FEMS Microbiology Reviews**, sayı 87, ss. 3–14.
- MENDE, S., ROHM, H. & JAROS, D. (2016). “Influence of exopolysaccharides on the structure, texture, stability and sensory properties of yoghurt and related products”, **International Dairy Journal**, sayı 52, ss.57-71.
- MILCI, S. YAYGIN, H. (2005). “Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler ve süt ürünlerindeki fonksiyonları”, *Gıda Dergisi*, sayı 30 (2), ss. 123-129.
- MINERVINI, F. ANGELIS, M.D., SURICO, R.F., GANZLE, M., GOBBETTI, M. (2010). “Highly efficient synthesis of exopolysaccharides by *Lactobacillus curvatus* DPPMA10 during growth in hydrolyzed wheat flour agar”, **International Journal of Food Microbiology**, sayı 141, ss.130–135.
- MISHRA, A. JHA, B. (2013), “Microbial exopolysaccharides”, **Applied Bacteriology and Biotechnology**, sayı 5, ss.8-25.
- MOLLENDORFF, J. W., TODOROV, S. D. VE DICKS L. M. T., (2006). “Comparison of Bacteriocins Produced by Lactic-Acid Bacteria Isolated from Boza, a Cereal-Based Fermented Beverage from the Balkan Peninsula”, **Current Microbiology**, sayı 53, ss.209–216.
- MOSER SA, SAVAGE DC, (2001). “Bile Salt Hydrolase Activity and Resistance to Toxicity of Conjugated Bile Salts are Unrelated Properties in *Lactobacilli*”, **Appl Environ Microbiol**.

- MOZZI, F., VANINGELGEM, F., HÉBERT, E. M., VAN DER MEULEN, R., MORENO, M. R. F., DE VALDEZ, G. F., & DE VUYST, L. (2006). “Diversity of heteropolysaccharide-producing lactic acid bacterium strains and their biopolymers”, **Applied and Environmental Microbiology**, sayı 72(6), ss.4431-4435.
- NOUT, M. J. R. (2014). “Food technologies: fermentation. In Encyclopedia of Food Safety”, **Technologies and Risks**, sayı 3, ss. 168-177.
- NOVAK, M. & VETVICKA, V. (2008) “ β -glucans, history, and the present: immunomodulatory aspects and mechanisms of action”, **Journal of immunotoxicology**, sayı 5, ss.47-57.
- OHAMA, H., IKEDA, H. and MORIYAMA, H. (2006). “Health foods and foods with health claims in Japan”, **Toxicology**, sayı 221, ss.95-111
- ONER, E.T. (2013). “Microbial production of extracellular polysaccharides from biomass”, **Green Energy and Technology**, sayı 6, ss.35-56.
- ONER, E.T. AKBUGA, F.J., GENÇ, S., SEZER, A.D. (2010). “Yeni bir mikrobiyal biyopolimerin endüstriyel uygulama alanlarının araştırılması”, sayı 5, ss.32-41.
- OZTURK, I., KARAMAN, S., TORNUK, F., SAGDIÇ, O., (2013). “Physicochemical and rheological characteristics of alcohol free probiotic boza produced using *Lactobacillus casei* Shirota: estimation of apparent viscosity of boza using nonlinear modeling techniques”, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry** , sayı 37(4), ss. 475-487.
- PAPAGIANNI, M. PSOMAS, S.K., BATSILAS, L., PARAS, S.V., KYRIAKIDIS, D.A., KYRIAKIDES, M.L. (2001). “Xanthan production by *Xanthomonas campestris* in batch cultures”, **Process Biochemistry**, sayı 37, ss.73–80.
- PASANDIDE, B. KHODAIYAN F., MOUSAVI Z.E., HOSSEINI S.S., (2017). “Optimization of aqueous pectin extraction from *Citrus medica* peel”. **Carbohydrate Polymers**. sayı 178, 15, ss. 27-33

- PATEL, A., PRAJAPATI J. B., HOLST, O. AND LJUNGH, A., (2014) “Determining probiotic potential of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from vegetables and traditional indian fermented food products”, **Food Bioscience**, sayı 5, ss.27-33,
- PATEL, S., MAJUMDER, A. & GOYAL, A. (2012). “Potentials of exopolysaccharides from lactic acid bacteria”, **Indian journal of microbiology**, sayı 52, ss.3-12.
- PEDERSON, C. (1938). “The Gas-Producing Species of The Genus *Lactobacillus*”. **J.Bacteriol.**, sayı 35(2), ss.95-108.
- PEHLIVANOGLU, H., GUNDUZ, H.H., OZULKU, G., DEMIRCI, M., (2015). “An investigation of antimicrobial activity of wheat GRAS juice, barley GRAS juice, hardaliye and boza”, **International Interdisciplinary Journal of Scientific Research** sayı 2(1), ss.8-14.
- PIGMAN, W. & HORTON, D. (1957). “Introduction, structure and stereochemistry of the monosaccharides”, **The carbohydrates**. ss.1-76.
- PURAMA R.K., GOSWAMI P., KHAN A.T., GOYAL A., (2009). “Structural analysis and properties of dextran produced by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-640”, **Carbohydr. Polym**, sayı 76, ss. 30–35
- R.M. BANIK, B. KANARI, S.N. UPADHYAY, (2000). “Exopolysaccharide of the gellan family: prospects and potential,” **World J Microb Biot**, sayı.16, ss.407-414.
- RAO, M A, (1995). “Rheological properties of fluid Foods”, **Engineering Properties of Foods**, ss.1-97.
- REID G, BRUCE AW, FRASER N, HEINEMANN C, OWEN J AND HENNING B (2001).”Oral Probiotics Can Resolve Urogenital Infections”, **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, sayı 30, ss.49-52.
- ROBERFROID, M. (2007). “Prebiotics: The concept revisited”, **Journal of Nutrition**, cilt 3, sayı 137, ss.830-837

- ROSS, R. P., MORGAN, S., & HILL, C. (2002). "Preservation and fermentation: past, present and future", **International journal of food microbiology**, sayı 79(1-2), ss.3-16.
- RUAS-MADIEDO, P., HUGENHOLTZ, J., & ZOON, P. (2002). "An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria", **International Dairy Journal**, sayı 12(2-3), ss.163- 171.
- RYAN, P. M., ROSS, R. P., FITZGERALD, G. F., CAPLICE, N. M. AND STANTON, C. (2015), "Sugar-coated: exopolysaccharide producing lactic acid bacteria for food and human health applications", **Food & Function**, sayı 6(3), ss.679-693.
- SAEGUSA S, TOTSUKA M, KAMINOGAWA S, HASAI T (2004). "Candida albicans and Saccharomyces cerevisiae Induce Interleukin-8 Production from Intestinal Epithelial Like Caco-2 Cells in the Presence of Butyric acid", **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, sayı 41, ss.227-235.
- SAMARZIJA, D., SIKORA, S., REDZEPOVIC, S., ANTUNAC, N. AND HAVRANEK, J. (2002). "Application of RAPD analysis for identification of *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* strains isolated from artisanal cultures", **Microbiological Research**, sayı 157, ss.13-17.
- SANDOVAL-CASTILLA, O., LOBATO-CALLEROS, C., AGUIRRE-MANDUJANO, E. AND VERNON-CARTER, E. J., (2004). "Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers", **International Dairy Journal**, sayı 14(2), ss.151-159.
- SANLIBABA, P. AND ÇAKMAK, G. A., (2016). "Exopolysaccharides production by lactic acid bacteria", **Applied Microbiology**, ss. 2(2).
- SAXENA, I. M., BROWN, R. M., JR., FEVRE, M., GEREMIA, R. A. AND HENRISSAT, B., (1995). "Multidomain architecture of beta-glycosyl transferases: implications for mechanism of action", **J Bacteriol**, sayı 177(6), ss. 1419-1424.

- SCHLEIFER, K.H. (1987). “Recent changes in taxonomy of lactic acid bacteria”, **FEMS MicrobioL.** sayı 46, ss.201-203.
- SENGUN I. VE KILIÇ G. (2019). “Farklı Sirke Çeşitlerinin Mikroflorası, Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Uzerine Etkileri”, **Akademik Gıda**, sayı 17 (1), ss. 89-101.
- SHANG N., XU R., LI P., (2013). “Structure characterization of an exopolysaccharide produced by *Bifidobacterium animalis* RH”, **Carbohydr. Polym**, sayı 91, ss. 128–134.
- SHINGEL K.I., (2002). “Determination of structural peculiarities of dextran, pullulan and c irradiated pullulan by Fourier-transform IR spectroscopy”, **Carbohydr. Res.**, sayı 337, ss. 1445–1451.
- SHUKLA S., SHI Q., MAINA N.H., JUVONEN M., MAIJATENKANEN A., GOYAL A., (2014). “*Weissella confusa* Cab3 dextransucrase: properties and in vitro synthesis of dextran and glucooligosaccharides”, **Carbohydr. Polym.**, sayı 101, ss. 554–564.
- SOBEL, R.M. (2012). “Proteins and gums as microencapsulating agents”, **IFT Pre-Annual Meeting Short Course: Microencapsulation in Food Applications**, ss. 122-132.
- SONG, D-F., ZHU, M-Y., GU, Q.,(2014). “ Purification and Characterization of Plantaricin ZJ5, a New Bacteriocin Produced by *Lactiplantibacillus plantarum* ZJ5”, **Plus One**, sayı 1, ss.1-8.
- SONI, S. K., & SANDHU, D. K. (1990). “Indian fermented foods: microbiological and biochemical aspects”. **Indian Journal of Microbiology**, sayı 30, ss.135–157.
- SPANGLER, J.R., DEAN, S.N., LEARY, D.H., WALPER, S.A.,(2019). “Response of *Lactiplantibacillus plantarum* WCFS1 to the Gram-Negative Pathogen-Associated Quorum Sensing Molecule N-3-Oxododecanoyl Homoserine Lactone”, **Frontiers in Microbiology**, cilt 5, sayı 10, ss. 715.
- STEINKRAUS, K.H. (1994). “Nutritional significance of fermented foods”, **Food Research International**, sayı 27, ss.259- 267

- STILES, M.E. AND HOLZAPFEL, W.H. (1997). "Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy", **Int. J. Food Microbiol.**, sayı 36, ss.1-29.
- STINGELE, F., NEESER, J. R. & MOLLET, B. (1996). "Identification and characterization of the eps (exopolysaccharide) gene cluster from *Streptococcus thermophilus* Sfi6", **Journal of Bacteriology**, sayı 178, ss.1680-1690.
- SUN, Z., YU, J., DAN, T., ZHANG, W., & ZHANG, H. (2014). "Phylogenesis and evolution of lactic acid bacteria", **In H. Zhang, & Y. Cai (Eds.), Lactic Acid Bacteria**, cilt 1 , sayı 2, ss.103-203.
- SUTHERLAND, I. W., (2007). "Bacterial exopolysaccharides", **Comprehensive Glycoscience**, sayı 521, ss.57.
- SUTHERLAND, I.W. (1998). "Novel and established applications of microbial polysaccharides", **Tietech January**, sayı 16, ss.41-46.
- SUTHERLAND, I.W. (1999). "Microbial polysaccharide products", **Biotechnology and Genetic Engineering Reviews**, sayı 16, ss.217-229.
- SUTHERLAND, I.W. (2001). "Microbial polysaccharides from gram-negative bacteria" , **International Dairy Journal**, sayı 11, ss.663–674.
- SYNYTSYA A., NOVAK M., (2014). "Structural analysis of glucans", **Ann. Transl. Med.**, sayı 2, ss. 1–14
- TAMANG, J. P., SHIN, D. H., JUNG, S. J., & CHAE, S. W. (2016). "Functional properties of microorganisms in fermented foods", **Frontiers in microbiology**, sayı 7, ss.578.
- TEIXEIRA, L., LUICA, V., MERQUIOR, V.L., VIANNI, M.C., CORVAKO, M.G.S.,FRACALANZZA, S.E.L., STEIGERWALT, A.G., BRENNER, D.J. AND FACKLAM, R.R. (1996). "Phenotypic and genotypic characterization of a typical *Lactococcus* gaviae strains isolated from water buffalos with subclinical mastitis and confirmation of *L. gaviae* as a senior subjective synonym of

- Enterococcus seriolicida”, **Int. J. Syst. Bacteriol.**, sayı 46(3), ss. 664–668.
- TEUBER, M., GEIS, A. AND NEVE, H. (1991). “The genus *Lactococcus*”, **Springer-Verlag**, ss.1482-1501.
- TIEKING, M. & GÄNZLE, M. G. (2005). “Exopolysaccharides from cereal-associated lactobacilli”, **Trends in Food Science & Technology**, sayı 16, ss.79-84.
- TIEKING, M., KORAKLI, M., EHRMANN, M.A., GÄNZLE, M.G., VOGEL, R.F. (2003). “In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria”, **Applied and Environmental Microbiology**, sayı 69 (2), ss.945-952
- TODOROV SD, BOTES M, GUIGAS C, SCHILLINGER U, WIID I, WACHSMAN MB, HOLZAPFEL WH, DICKS, LMT, (2008). “Boza, a natural source of probiotic lactic acid bacteria”, **Journal of Applied Microbiology**, sayı 104(2), ss.465–477.
- TODOROV, S.D., DICKS, L.M., (2007). “Bacteriocin production by *Lactobacillus pentosus* ST712BZ isolated from boza”, **Brazilian Journal of Microbiology**, sayı 38: ss.166-172.
- TODOROV, S.D., FRANCO, B.D.G.D.M., 2010. “*Lactiplantibacillus plantarum*, Characterization of the species and application in food production”, **Food Reviews International** , sayı 26 (3), ss. 205–229.
- traditional Turkish drinks”, **International Journal of Gastronomy and Food Science**, ss. 25,
- TUNCER, Y., OZDEN, B., & AVSAROGLU, M., (2008). “Bozanın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Ve Laktik Asit Bakterisi İzolatlarının Antibakteriyel Aktivitelerinin Belirlenmesi” , **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, sayı 12(1), ss.19-25.
- TURKER, I. (1974). “Fermentasyon Teknolojisi”. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, 553, 190-201.

- USTUN, N. VE EVREN, M. (1998). “Değişik Hammeddelerden Boza Uretimi ve Uretilen Bozaların Bileşimi”, **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, cilt 13, sayı 3, ss. 95-105.
- VAN GEEL-SCHUTTEN G. H., FLESCHE F., TEN BRINK B., SMITH M. R., DIJKHUIZEN L., (1998). “Screening and characterization of *Lactobacillus* strains producing large amounts of exopolysaccharides” **Applied Microbiology and Biotechnology**, sayı 50(6), ss.697-703.
- VAN NIEL, E.W.J., HOFVENDAHL, K. AND HAHN-HAGERDAL, B. (2002). “Formation and conversion of oxygen metabolites by *Lactococcus lactis*”, **AppL. Environ. MicrobioL.**, sayı 68(9), ss.4350–4356.
- VANINGELGEM, F., Zamfir M, Mozzi F, Adriany T, Vancanneyt M, Swings J, Vuyst L.D. “Biodiversity of exopolysaccharides produced by *Streptococcus thermophilus* strains is reflected in their production and their molecular and functional characteristics”, **Applied and Environmental Microbiology**, sayı 70 (2), ss. 900-912.
- VARKI, A., CUMMINGS, R. D., ESKO, J. D., STANLEY, P., HART, G. W., AEBI, M., DARVILL, A. G., KINOSHITA, T., PACKER, N. H. & PRESTEGARD, J. H. (2015). “Essentials of Glycobiology”, Cold Spring Harbor, sayı 3, ss 1-18.
- VELITCHKA G, PANDIELLA S S, ANGELOV A, ROSHKOVA Z G, WEBB C (2000). “Microflora Identification of the Bulgarian Cereal-Based Fermented Beverage Boza”. **Process Biochemistry**, sayı 36: ss.127-130.
- VORHOLTER, F.J., SCHNEIKER, S., GOESMANN, A., KRAUSE, L., BEKEL, T., KAISER, O., LINKE, B., PATSCHKOWSKI, T., RUCKERT, C., SCHMID, J., SIDHU, V.K., SIEBER, V., TAUCH, A., WATT, S.A., WEISSHAAR, B., BECKER, A., NIEHAUS, K., PUHLER, A. (2008). “The genome of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* B100 and its use for the reconstruction of metabolic pathways involved in xanthan biosynthesis”, **Journal Biotechnology**, sayı 134, ss.33–45.

- VUYST, D. & DE VEN, V. (1998). "Production by and isolation of exopolysaccharides from *Streptococcus thermophilus* grown in a milk medium and evidence for their growth-associated biosynthesis", **Journal of Applied Microbiology**, sayı 84, ss.1059-1068.
- WAN Y.-J., HONG T., SHI H.-F., YIN J.-Y., KOEV T., NIE S.-P., GILBERT R.G., XIE M.-Y. (2021). "Probiotic fermentation modifies the structures of pectic polysaccharides from carrot pulp", **Carbohydr Polym**, sayı 251, ss.116-129.
- WELMAN, A. D., & MADDOX, I. S. (2003). "Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: perspectives and challenges", **Trends in biotechnology**, sayı 21(6), ss.269-274.
- WIERCIGROCH, E., SZAFRANIEC E., CZAMARA K., PACIA M.Z., MAJZNER K., KOCHAN K., KACZOR A., BARANSKA M., MALEK K., (2017). "Raman and infrared spectroscopy of carbohydrates", **Molecular and Biomolecular Spectroscopy Volume**, sayı 185(5), ss. 317-335
- WILLIAMS, A.M., FRYER, J.L. AND COLLINS, M.D. 1990. "*Lactococcus piscium* sp. Nov. A new *Lactococcus* species from salmonid fish", **FEMS MicrobioL. Lett.**, sayı 68, ss.109- 114.
- WOOD, B.J.B. AND HOLZAPFEL, W.H. 1992. "The genera of lactic acid bacteria", **The Lactic Acid Bacteria**, sayı 2 , ss.1-6.
- YANG, R.D., CHEN, Q. VE CHEN, H.Y. (2003). "Progress in fermented goods of *Lactobacillus*" **Guangzhou food industry and technology** , sayı 19,ss. 79–83.
- YANG, Z. (2000). "Antimicrobial compounds and extracellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria", **Department of Food Technology, University of Helsinki**, ss. 31-45.
- YANG, Z., LI, S., ZHANG, X., ZENG, X., LI, D., ZHAO, Y. AND ZHANG, J., (2010). "Capsular and slime-polysaccharide production by *Lactobacillus rhamnosus* JAAS8 isolated from Chinese sauerkraut:

- Potential application in fermented milk products”, **Journal of Bio-science and Bioengineering**, sayı 110, ss.53–57.
- YEGIN S, UREN A (2008). “Biogenic amine content of boza: A traditional cereal based, fermented Turkish beverage”, **Food Chemistry**, sayı 111, ss. 983–987.
- YILMAZ, M. & ÇELİK, G.Y. (2007). “Bakteriyel ekstraselüler polisakkaritler (EPS)”, **OrLAB On-Line Mikrobiyoloji Dergisi**, sayı 5(2), ss.7-13.
- YORUK, G.N VE GUNER, A. (2011). “Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Weissella Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi”, **Atatürk Üniversitesi Vet. BiL. Derg.** sayı 6(2), ss.163-176.
- YUCEL U, KOSE E (2002). “İzmir' de Üretilen Bozaların Kimyasal Bileşimi Üzerine Bir Araştırma”, **Gıda Dergisi.** cilt 5, sayı 27: ss.395-398.
- YUCEL, U. OTLES, S. (1998). “Geleneksel Fermente İçeceğimiz: Boza”, **Dunya Gıda**, sayı 5, ss.36–38.
- YUKSEKDAG, Z.N. VE BEYATLI, Y. (2003). “Kefir mikroflorası ile laktik asit bakterilerinin metabolik, antimikrobiyal ve genetik özellikleri”, **OrLAB On-Line Mikrobiyoloji Dergisi**, sayı 1(2), ss.49-69.
- ZANNINI, E., WATERS, D.M., COFFEY, A., & ARENDT, E.K. (2016). “Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteria derived exopolysaccharides” , **Applied Microbiology and Biotechnology**, sayı 100, ss.1121-1135.
- ZÁRATE, G., PÈREZ-CHAIA, A., GONZÁLEZ, S., OLIVER, G., (2000). “Viability and β -Galactosidase Activity of Dairy Propionibacteria Subjected to Digestion by Artificial Gastric and Intestinal Fluids”. **J. Food Protect.**, cilt 9, sayı 63, ss.1214-1221.
- ZEIDAN, A. A., KUZINA POULSEN, V., JANZEN, T., BULDO, P., DERKX, P. M. F., QREGAARD, G. AND NEVES, A. R., (2017) “Polysaccharide production by lactic acid bacteria: from genes to industrial applications: a review”, **FEMS Microbiology Reviews**, ss.1-33.
- ZHENG, Y., WANG, M., CHEN, J., CHEN, L., HU, L., SHI, T., WAN, S., (2020). “Analysis and control of microbial gas production in

fermented chili paste”, J. **Food Process. Preserv.**, sayı 44 (10), ss. 4806.

ZHOU, F. VE DIG. (2014). “Exopolysaccharides produced by *Rhizobium radiobacter* S10 in whey and their rheological properties”, **Food Hydrocolloids**, sayı 36, ss.362-368.

ZHU, G., SHENG, L. VE TONG, Q. (2013). “A new strategy to enhance gellan production by two-stage culture in *Sphingomonas paucimobilis*”, **Carbohydrate Polymers**, sayı 98, ss. 829–834.

ZORBA M, HANCIOGLU O, GENÇ M, KARAPINAR M, OVA G, (2003). “The Use of Starter Cultures in the Fermentation of Boza, a Traditional Turkish Beverage”. **Process Biochemistry**, sayı 38: ss.1405-1411.

TEZLER

AKTUG GONUL, S., HANCIOGLU, O. (1999). “Bozanın ve bozadan izole edilen laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal etkisinin araştırılması”, (Araştırma Projesi), Ege Üniversitesi, İzmir.

ATABAY, S. (2023). “Farklı Tahıl Çeşitlerinden Endüstriyel Olarak Üretilmiş Bozaların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi”, (Yüksek lisans tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

AYTEKİN, S. (2001). “Değişik Hammaddelerden Farklı Oranlarda Seker Katkısıyla Üretilen Bozaların Kalite Kriterleri Üzerinde Araştırmalar”, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi .

BERKTAS, I., (2012). “Bozanın Farklı Hammaddeler Kullanılarak Üretilmesinin Fenolik İçeriğine ve Kalitesine Etkisi”. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

DURAN B, N., (2011). “Keçiboynuzlu Bozanın Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi” (Yüksek lisans tezi, basılmamış), Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

- GURLEYENDAG, B. (2006). “Polisakkarit üreten ekstremofillerin belirlenmesi ve ekzopolisakkarit üretimi”, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi.
- HANCIOGLU, O. (1996). “Boza Fermentasyonunda Rol Oynayan Mikroorganizmaların Tanımlanması ve Kontrollü Koşullarda Boza üretimi” (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi .
- KENTEL, Z.B., (2001). “Bozanın raf ömrünün uzatılması üzerine çalışma”. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi.
- KIRMA, I. (2016).” Gıda Kaynaklı Laktik Asit Bakterileri Kullanılarak Ekzopolisakkarit Üretimi”, (Yüksek lisans tezi), Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 439472)
- MERİÇ A., (2010). “Trakya Bölgesinde Üretilen Bozaların Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Çalışma”, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Universtesisi.
- OZPINAR, A., (2012). “Kefir ve Bozanın in vitro Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması”, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- PAMIR M.H., (1961), “Boza Üzerinde Mikrobiyolojik ve Kimyasal Araştırmalar”,(Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi
- RUIJSSENAARS, H.J. (2001). “Enzymatic modification of bacterial exopolysaccharides -xanthan lyase as a tool for structural and functional modification of xanthan”, (Master Thesis), The Netherlands, Wageningen University.
- SAGLAM, H., (2013). “Tanımlanmış *Lactiplantibacillus plantarum* suşlarının plazmit profilleri ve bunların bazı özelliklerinin belirlenmesi”, (Doktora Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Süleyman Demirel Üniversitesi.

- SERIN, Y. (2016), “Bakteri Kaynaklı Ekzopolisakkaritlerin Viskoziteye Etkisinin Belirlenmesi” (Yüksek lisans tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- TONGUÇ, I.E. (2006). “Probiyotik Ayran Üretimi Üzerine Bir Araştırma”, (Yüksek Lisans Tezi) Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ege Üniversitesi.
- TORTUM, M. (2018). “Trakya Bölgesinde Üretilen Bozalardan Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların İzolasyonu ve PZR yöntemi ile Tanımlanması”, (Yüksek lisanstezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.
- YAVUZ, M., 2001. “Bozanın Reolojik Karakterizasyonu”, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- YETİMAN A.E. (2012). “Sirke Mikroflorasındaki Asetik Asit Bakterilerinin Moleküler Teknikler ile Tanımlanması”, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erciyes Üniversitesi.
- YILMAZ, M. 2006. “Bazı *Bacillus* türlerinin ekzopolisakkarid (EPS) üretimi”, (Yüksek Lisans Tezi.), Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Niğde Üniversitesi.
- ZEHİR, D. (2017). “Tarhanadan izole edilen bazı laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin karakterizasyonu”, (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir (Tez No. 474183).

DİĞER KAYNAKLAR

- ANONİM (2017). “TSE 9778 Boza standardı”, Kabul tarihi 22.05.2017.
- BARINOV, A., BOLOTIN, A., LANGELLA, P., MAGUIN, E., VAN VE DE GUCHTE, M. (2011). “Genomics Of The Genus *Lactobacillus*. In: Sonomoto K, Yokota A, editors. *Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria: Current Progress in Advanced Research*”, Caister Academic Press, Portland, USA.

- ÇOLAKOĞLU, A.S. ve ÇINAR, I. (2004). “Bozannın reolojik özellikleri, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu”, Van, ss: 193-195.
- EFSA (2007). Scientific committee. introduction of a qualified presumption of safety (QPS) approach for assessment of selected microorganisms referred to EFSA1. Opinion of the Scientific Committee (Question No EFSA-Q-2005-293. EFSA J. 587, 1–16.
- KABAK B, VAR I (2004). “Oligosakkaritlerin Probiyotik Bakterilerin Gelişimi ve Canlılığı Uzerine Etkisi”, Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs, Bursa.
- MINERVINI, F. (2011). “Encyclopedia of Dairy Science in *Lactobacillus casei* Group”, Universita` degli Studi di Bari, Bari, Italy, Elsevier Ltd.
- PACALA, M.L., BRUDIU, L., LENGYEL, E., STEGARUS, D., BEGEA, M., (2013). “Physicochemical monitoring of the fermentation of mixed cereal-based substrate to obtain a functional beverage”, International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & Mining Ecology Management 211.
- SANCHEZ, E VE SANZ, Y. (t.y.). Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens in *Lactobacillus*, Ed: Lui, D., CRC Press.
- TOPAL S, YAZICIOĞLU T., (1986). “Boza mikroflorası üzerine bir araştırma”, Diyabet Yıllığı 1985 XIX. Diyabet Günleri Gençlik ve Beslenme Kongresi Temel Matbaası, İstanbul.
- TAMER, C.E., ÇOPUR, O.U. (2004). “Geleneksel bir içeceğimiz; boza”, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, ss. 85-89

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Duygu ÖZGÜR SEVENCAN

Öğrenim Durumu

Lisans: : Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Mesleki Denevim

ELLA İnş. Gıda. Tic. : Kurucu, CEO
2020-Devam ediyor.

Yavuz Gıda Ltd. Şti. : Üretim Müdürü
2015-2020

MD Ferşah Gıda : Üretim Müdürü
2014-2015

Meykar Gıda Ltd. Şti. : AR-GE Mühendisi
2013-2014

Uluslararası Eğitim ve Etkinlikler

KOSGEB; İleri Seviye Girişimcilik

ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi

ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi

ISO 14001:2004 Güvenlik Yönetim Sistemi

SNT International Collage (Bournemouth/ENGLAND) ; A2 üzeri İngilizce, CEFR

MEB; C Sınıfı İş Güvenliği ve Sağlığı Uzmanlığı

