

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN SENTEZLENEN
EKZOPOLİSAKKARİTLERİN BUĞDAY SUYU ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selin DAĞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN SENTEZLENEN
EKZOPOLİSAKARİTLERİN BUĞDAY SUYU ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Selin DAĞ
(506131522)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dilek HEPERKAN

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506131522 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Selin DAĞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN SENTEZLENEN EKZOPOLİSAKKARİTLERİN BUĞDAY SUYU ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Dilek HEPERKAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gürhan ÇİFTÇİOĞLU
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : 02 Mayıs 2016
Savunma Tarihi : 06 Haziran 2016



Aileme,





ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana kendisi ile çalışma şansını tanıyan, bana yol gösteren, ilgi ve desteğini esirgemeyen, teknik tecrübe ve birikimleri ile beni yönlendiren çok değerli hocam Prof. Dr. Dilek HEPERKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım ve tüm eğitim yaşantım boyunca, başarılarımla beraber, her türlü zor zamanıma da ortak olan, maddi manevi hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen, hayatımın her aşamasında varlıklarıyla güven ve gurur duyduğum iyi ki onların evladım diyebildiğim iki nadide insan, canım annem Nurşen DAĞ'a ve canım babam Ahmet DAĞ'a bana her konuda desteklerini ve güvenlerini esirgemedikleri için sonsuz teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında ve tez yazım aşamasında, moral ve motivasyonumu arttıran, bana her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Ece GÖKMEN'e her zaman yanımda olduğu için çok teşekkür ederim.

Ve; zorlu olan bu süreçte gösterdiğim azim, kararlılık ve sabırdan dolayı kendime teşekkür ederim.

Haziran 2016

Selin DAĞ
(Gıda Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.	xix
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Buğdayın Genel Özellikleri.....	3
2.1.1 Fermente hububat ürünleri	5
2.2 Hidrokolloidler	5
2.3 Laktik Asit Bakterileri.....	7
2.3.1 Laktik asit bakterilerinin genel özellikleri	7
2.3.1.1 <i>Lactobacillus</i> cinsi bakterilerin genel özellikleri	12
2.3.1.2 <i>Lactococcus</i> cinsi bakterilerin genel özellikleri	15
2.3.1.3 <i>Leuconoctoc</i> cinsi bakterilerin genel özellikleri	16
2.3.1.4 <i>Pediococcus</i> cinsi bakterilerin genel özellikleri.....	17
2.3.2 Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerine etkileri.....	17
2.3.3 Laktik asit bakterilerinin metabolik ürünleri	19
2.3.3.1 Organik asitler	19
2.3.3.2 Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂)	20
2.3.3.3 Karbondioksit (CO ₂)	20
2.3.3.4 Bakteriyosinler	21
2.3.3.5 Fenolik bileşikler.....	22
2.4 Laksit Asit Bakterilerinden Sentezlenen Ekzopolisakkaritler.....	24
2.4.1 Ekzopolisakkaritlerin kullanım alanları	26
2.4.1.1 Biyofilmler	27
2.4.2 Ekzopolisakkaritlerin sağlık üzerine etkileri.....	27
2.4.3 Ekzopolisakkaritlerin geleceği	28
3. MATERYAL ve METOT.....	31
3.1 Materyal	31
3.1.1 Bakteri kültürleri	31
3.1.2 Buğday suyunun hazırlanması	31
3.1.3 Besiyerleri ve çözeltiler	31
3.1.4 Kimyasallar ve diğer malzemeler	31
3.2 Metot	32
3.2.1 Bakteri suşlarının numunelere ekimi	32
3.2.2 İnkübasyondan sonra pH belirleme.....	32
3.2.3 Ekzopolisakkarit eldesi ve ekzopolisakkarit(toplam karbonhidrat) tayini.32	

3.2.4 Reolojik özelliklerin belirlenmesi	32
4. BULGULAR	33
4.1 pH Ölçümleri	33
4.2 Üretilen EPS Miktarları	34
4.3 Reolojik Sonuçlar	36
5. TARTIŞMA	41
5.1 Çevresel Faktörlerin EPS Üretimini Etkilediği Çalışmalar	41
5.2 Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen EPS'lerin Araştırıldığı Çalışmalar ..	41
6. SONUÇLAR	45
KAYNAKLAR.....	47
EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	85



KISALTMALAR

EPS	: Ekzopolisakkarit
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
A.	: <i>Aspergillus</i>
D.	: <i>Debaryomyces</i>
Lb.	: <i>Lactobacillus</i>
Lc.	: <i>Lactococcus</i>
Leu.	: <i>Leuconostoc</i>
Pd.	: <i>Pediococcus</i>
R.	: <i>Rhodotorula</i>
St.	: <i>Streptococcus</i>
W.	: <i>Weisella</i>
MRS	: De-Man Rogoso Agar
M-MRS	: Modifiye-De-Man Rogoso Agar
CO₂	: Karbondioksit
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
GRAS	: Genellikle güvenli olarak bilinen



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Buğday tanesinin kimyasal bileşimi.....	4
Çizelge 2.2: Hidrokolloidlerin orijine göre sınıflandırılması.....	6
Çizelge 2.3: Bakteri cinslerinin bulunduğu gıdalar.....	11
Çizelge 2.4: Laktik asit bakterilerinin fenotip özelliklerine göre sınıflandırılması... ..	12
Çizelge 2.5: Laktik asit bakterilerinin insan sağlığına etkisi.....	18
Çizelge 4.1: İnkübasyondan sonra suşlara ve ortamlara göre değişen pH değerleri.	33
Çizelge 4.2: İnkübasyondan sonra numunelerde üretilen EPS (toplam karbonhidrat) miktarları (gram).....	35
Çizelge 4.3: 25 °C EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun reometre parametrelerinin karşılaştırılması ve kayma hızı 50 ve 200 s ⁻¹ 'de ortalama viskozite değerleri.	38
Çizelge B.1: Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	63
Çizelge B.2: A31 (<i>Leuconostoc citreum</i>) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	65
Çizelge B.3: A47 (<i>Lactococcus lactis</i>) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	68
Çizelge B.4: C55 (<i>Lactobacillus coryniformis</i>) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	70
Çizelge B.5: E8 (<i>Lactobacillus paracasei</i>) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	74
Çizelge B.6: E42 (<i>Pediococcus parvulus</i>) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.....	77



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

- Şekil 4.1:** 25 °C’de farklı suşlardan elde edilmiş EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun viskozitesinin (Pa.s) kayma hızı (s^{-1}) ile değişimi..... 37
- Şekil C.1:** Buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri. 81
- Şekil C.2:** A31 (*Leuconostoc citreum*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri. 81
- Şekil C.3:** A47 (*Lactococcus lactis*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri. 82
- Şekil C.4:** C55 (*Lactobacillus coryniformis*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.. 82
- Şekil C.5:** E8 (*Lactobacillus paracasei*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri. 83
- Şekil C.6:** E42 (*Pediococcus parvulus*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri. 83



LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN SENTEZLENEN EKZOPOLİSAKKARİTLERİN BUĞDAY SUYU ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bugünlerde tüketiciler; katkı maddesiz, sağlıklı ve güvenli gıdaları tercih etmektedir. Laktik asit bakterileri (LAB) farklı metabolik aktiviteleri ile gıda endüstrisinde önemli yere sahiptir. LAB, fermantasyonda starter kültür, ürettiği metabolitler ile gıda katkı maddesi veya proses yardımcısı olarak görev almaktadır. Gıdaların teknolojik, besinsel, organoleptik özelliklerini geliştirmekte ve ürettiği antimikrobiallarla gıdaların korunmasında etkili olmaktadır. Gıdaların yapısını geliştirerek, aroma maddeleri üreterek gıdayı daha çekici hale getirmekte; fajlara dirençli hale getirilerek teknolojik açıdan, toksik bileşikleri azaltarak ve probiyotik özelliklere sahip olarak sağlık açısından avantajlar sağlamaktadır.

Laktik asit bakterilerinin en önemli fonksiyonlarından biri de gıdaların besinsel değerini artıran, istenmeyen ve toksik bileşiklerin yok edilmesine, görünümün iyileştirilmesine, farklı doku ve aroma kazandırılmasına neden olan laktik asit fermantasyonlarını gerçekleştirmektir. Laktik asit fermantasyonu süt ürünlerinde, hububat bazlı ürünlerde, sebzelerin, çeşitli içeceklerin yapımında görülmektedir. Hububatlar arasında buğday dünyada yetişen önemli tahıl ürünüdür. Buğday, yazın ve kışın yetişebilen tahıldır. Un, ekmek, makarna, bisküvi, kek, kraker ve yem eldesi gibi birçok amaç için kullanılır. Aynı zamanda nişasta, gluten ve alkol eldesinde de kullanılır.

Laktik asit bakterilerinin ürettiği metabolitlerden biri de ekzopolisakkaritlerdir. Yüksek molekül ağırlıklı, uzun zincirli polimerler olan ekzopolisakkaritlerin su tutma kapasiteleri bulunmaktadır. Gıda endüstrisinde emülsifikatör, stabilizatör olarak, sineresisin önlenmesinde, kristalizasyonun kontrolünde pek çok amaçta kullanılmaktadır. Bunun yanında sağlık üzerine yararlı metabolitlerdir. Prebiyotik, antitümör, antiülser etkileri olup immün sistemin düzenlenmesinde, kalp rahatsızlıklarında etkili olmaktadır.

Araştırmada, LAB türlerinden elde edilen EPS moleküllerinin buğday suyu üzerine etkileri incelenecektir. Buğday; Türkiye’de doğrudan ve dolaylı tüketim ürünlerinden birisi olup, endüstrisinde özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda yapılacak olan bu çalışmanın literatüre, ülke ekonomisi ve toplum sağlığına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit oluşturma kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Laktik asit bakterilerinden sentezlenen ekzopolisakkaritlerin buğday suyunun reolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Birçok bakteri türü tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS) stabilize edici ve emülgatör özelliği ile gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Çalışmada bozadan izole

edilmiş olan ekzopolisakkarit üreten *Leuconostoc citreum* (A31), *Lactococcus lactis* (A47), *Lactobacillus coryniformis* (C55), *Lactobacillus paracasei* (E8) ve *Pediococcus parvulus* (E42) suşları kullanılmıştır. Çalışmada hazırlanan buğday suyunun kimyasal özellikleri ve reolojik özellikleri ölçülmüştür. Laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonrasında bütün buğday suyu ve M-MRS örneklerinde pH değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Hem M-MRS’de hemde buğday suyunda pH en düşük değeri; A47 suşuna aittir. En düşük EPS üretimi M-MRS numunelerinde tespit edilmiştir. A47 suşu iki farklı ortamda da en yüksek EPS üretimine sahiptir. Buğday suyunun reolojik özellikleri plaka-sensör sistemi kullanılarak reometre ile 25°C’de ve 0,01-300 s⁻¹ kayma hızı aralığında ölçülmüştür. Reolojik ölçümlerde farklı viskozite etkileri farklı ekzopolisakkaritlerden olduğu tespit edilmiştir. Ekzopolisakkarit eklenen buğday sularının tümü Newtonyen olmayan, kayma incelmesine sahip davranış göstermiştir. En yüksek viskozite ve kıvam katsayısı *Lactococcus lactis* (A47) suşu eklenmiş buğday suyunda tespit edilmiştir. Laktik asit bakterilerinden sentezlenen ekzopolisakkaritlerin buğday suyunun yapısal özelliklerini iyileştirdiği için stabilizör olarak kullanılması tavsiye edilebilir.

EFFECTS of EXOPOLYSACCHARIDES PRODUCED BY LACTIC ACID BACTERIA on THE LIQUID WHEAT

SUMMARY

Nowadays consumers prefer healthy, safe food that is without artificial preservatives. Lactic acid bacteria (LAB) have important properties in food industry with their diversity of metabolic activities. LAB used in fermentations as a starter culture, or used as an additive or a processing aid with the metabolites they produce. They improve the technologic, nutritional, organoleptic properties of foods and they are effective in preserving foods by the antimicrobials they produce. They improve the texture of foods and make them attractive by producing flavour compounds. They provide technologic advantages by becoming resistant to bacteriophages, nutritional or health promoting advantages by producing nutraceuticals, reducing the toxic compounds and having probiotic properties.

Lactic acid bacteria occur in habitats with a rich nutrition supply such as decomposing plant material and fruits as well as in food and in cavities of humans and animals. They can also be found on grapes, in grape must and wine. Only 22 species of the genera *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Oenococcus* and *Weissella* have been isolated during wine making. Lactic acid bacteria ferment different monosaccharides and metabolize organic compounds of must. Lactic acid bacteria (LAB) are a group of Gram-positive, non-spore forming, cocci or rods, which produce lactic acid as the major end product during the fermentation of carbohydrates.

One of the important properties of LAB is the lactic acid fermentations; contributing to different texture and flavour, increase in nutritional value of foods, elimination of the unwanted and toxic compounds and improvement of appearance. Lactic acid fermentations take place in process of dairy products, cereal based products, vegetable products and some beverages. Wheat is a major cereal crop in many parts of the world. Wheat is grown as both a winter and a spring cereal and, owing to the number of species and varieties and their adaptability, it is grown in many countries around the world. It has many uses. Flour, semolina, bread, pasta, biscuits, cakes, crackers and animal feed is obtained. Starch, gluten and alcohol are used in manufacturing. LAB fermentation is not only of a major economic importance, but it also promotes human health.

Fermentation of various food stuffs by lactic acid bacteria (LAB) is one of the oldest forms of biopreservation practiced by mankind. Bacterial antagonism has been recognized for over a century but in recent years this phenomenon has received more scientific attention, particularly in the use of various strains of lactic acid bacteria. One important attribute of many LAB is their ability to produce antimicrobial compounds called bacteriocins. In recent years interest in these compounds has grown substantially due to their potential usefulness as natural substitute for chemical food preservatives in the production of foods with enhanced shelf life and / or safety. There is growing

consumer awareness of the link between diet and health. Recent scientific evidence supports the role of probiotic LAB in mediating many positive health effects. Traditional probiotic dairy strains of lactic acid bacteria have a long history of safe use and most strains are considered commensal microorganisms with no pathogenic potential.

Some lactic acid bacteria (LAB) secrete a polysaccharide polymer. This extracellular polysaccharide, or ‘exopolysaccharide’ (EPS), is economically important because it can impart functional effects to foods and confer beneficial health effects. LAB have a ‘Generally Recognized As Safe’ (GRAS) classification and are likely candidates for the production of functional EPSs. Current challenges are to improve the productivity of EPSs from LAB and to produce EPSs of a structure and size that impart the desired functionality. The engineering of improvements in these properties will depend on a deep understanding of the EPS biosynthetic metabolism and of how the structure of EPSs relates to a functional effect when incorporated into a food matrix.

One of the metabolites that LAB produces is the exopolysaccharides. Exopolysaccharides are high molecular weight, long chained polymers with water binding capacities. They are used in food industry for many purposes; as an emulsifying agent, stabilizer and used for preventing syneresis, controlling crystallization. Besides, they are health promoting metabolites. They have prebiotic, antitumour, antiulcer activities and effective in heart diseases and regulation of immune system. The ability to produce exopolysaccharides (EPS) is widespread among lactic acid bacteria (LAB), although the physiological role of these molecules has not been clearly established yet. Some EPS confer on LAB a “ropy” character that can be detected in cultures that form long strands when extended with an inoculation loop. When EPS are produced in situ during milk fermentation they can act as natural biothickeners, giving the product a suitable consistency, improving viscosity, and reducing syneresis. The increasing demand by consumers of novel dairy products requires a better understanding of the effect of EPS on existing products and, at the same time, the search for new EPS-producing strains with desirable properties. The use of genetically modified organisms capable of producing high levels of EPS or newly designed biopolymers is still very limited. Therefore, exploration of the biodiversity of wild LAB strains from natural ecological environments is currently the most suitable approach to search for the desired EPS-phenotype. The screening of ropy strains and the isolation and characterization of EPS responsible for this characteristic have led to the application over the past years of a wide variety of techniques.

In this research work, effects of EPS molecules synthesized from LAB on liquid wheat will be investigated. Determination of improved effects of EPS on liquid wheat will add valuable knowledge to the literature, public health and national economy.

In this study, we aimed to determine the exopolysaccharide capacity of lactic acid bacteria. The effect of exopolysaccharides synthesized from lactic acid bacteria on the properties of wheat water were investigated. The exopolysaccharides produced by many species of bacteria (EPS) are attracting interest from the food industry with stabilizing and emulsifying properties. *Leuconostoc citreum* (A31), *Lactococcus lactis* (A47), *Lactobacillus coryniformis* (C55), *Lactobacillus paracasei* (E8), ve *Pediococcus parvulus* (E42) strains were isolated boza. Chemical properties and rheological properties of liquid wheat prepared were measured. In all samples it was determined MMRS and liquid wheat the pH decreased. This activity of lactic acid bacteria was determined to occur. The lowest pH value has A47 strain in all media. En

düşük EPS üretimi MMRS numunelerinde tespit edilmiştir. A47 strain was found to have the highest EPS production on two different media. Rheological parameters of liquid wheat were determined by using a rheometer with concentric plate-sensor system at a temperature of 25°C and at a shear rate range of 0,01-300 s⁻¹. Rheological measurements showed that the viscosities of liquid wheat were different in the sensory analysis. Liquid wheat with EPS exhibited non-Newtonian behaviour with pseudoplasticity. The highest viscosity and consistency were identified in the A47 strains added liquid wheat. It is recommended to use exopolysaccharides synthesized from lactic acid bacteria as a stabilizer for improving the structural properties of the liquid wheat.





1. GİRİŞ

Hububatların insanlar tarafından kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir. Gıda ve yem üretiminde yaygın olarak kullanılan hububatlar; protein, karbonhidrat, yağ ve lif kaynağıdır. Buğday da dünyanın birçok yerinde yetişen önemli bir hububat ürünüdür ve besin değeri son derece yüksektir. Zengin karbonhidrat kaynağı olan buğday, aynı zamanda protein, mineral ve vitamin kaynağıdır (Prückler ve diğ., 2014).

Laktik asit bakterileri (LAB) gıdaların muhafazasında ve besin değerine katkılarında dolayı yüzyıllardır kullanılagelen mikroorganizmalardır. LAB üyelerinin çoğu insan, hayvan, bitki gibi doğal ortamlarda bulunan, bu ortamlardan izole edilebilen, biyoteknolojik çalışmalarda ve endüstriyel birçok alanda kullanılan, insan beslenme ve sağlığında büyük öneme sahip mikrobiyal ajanlardır. Süt, et, balık, tahıl ve sebze gibi çoğu ham materyalin fermantasyonla korunmasında üretilen fermente gıda ve yemlerin organoleptik özellikleri ile dayanıklılığının artırılmasında, reolojik ve besinsel değerine katkıda bulunmada LAB üyeleri aktif rol oynamaktadır (Ricke ve diğ., 2013; Aloys ve Angeline, 2009).

LAB üyeleri, üretmiş oldukları antimikrobiyal maddeler ile gıda patojenlerinin gelişimi ve aktivitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. LAB üyeleri, patojen bakterilerin metabolizma veya toksin üretimini değiştirmek ya da canlı hücrelerin sayısını azaltmak gibi etkilere sahip olduğu için patojenik bakterilerin gelişmesi ve toksin üretimini azaltmada önemli bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle hem gıda korumada hem de patojenik bakterileri engellemede LAB üyelerinin kullanımına yönelik çalışmalar artmaktadır (Dalie ve diğ., 2010).

Günümüzde hidrokolloidler (eklendikleri sistemi modifiye eden) birçok polisakkarit içerir. Genellikle bitki, hayvan ve alglerden elde edilen stabilizör polisakkaritler; nişasta, jelatin, galaktomannan, pektin, karagenan, keçi boynuzu gamı (locust bean gum), guar gam, karboksimetilselüloz ve aljinatdır (Freitas ve diğ., 2011). Stabilizör kullanımının tadı olumsuz olarak etkileyebileceği durumlarda, katkısız, işlem görmemiş ve doğal ürünleri tercih eden tüketiciler tarafından fermentasyonda

eksopolisakkarit (EPS) üretebilme yeteneğine sahip LAB kullanılmaktadır. Son zamanlarda; gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel polisakkaritler; ksantan gam (*Xanthomonas campestris*), gellan (*Sphingomonas paucimobilis*), aljinat (*Pseudomonas* spp.), selüloz (*Acetobacter xylinium*), süksinoglukan (*Rhizobium* ve *Pseudomonas* spp.)'dır (Freitas ve diğ., 2011; Imeson, 2010). Selüloz, nişasta, pektin, aljinat ve karragenan; gıdaların reolojik özelliklerini geliştirmek için kimyasal veya enzimatik olarak modifiye edilmedi. Bunların kullanımı gıda uygulamalarında sınırlıdır. Alternatif bir yöntem olarak kullanılan mikrobiyal kaynaklı ekzopolisakkaritler; düşük konsantrasyonlarda kullanımıyla etkisini hemen gösterebilen ve pseudoplastik yapısı ile viskoz çözeltiler oluşturarak, eşsiz reolojik özelliklere sahiptir (Tabibloghmany ve Ehsandoost, 2014). Bunun yanı sıra; vejeteryan ve dini yaşam tarzı seçimleri olan tüketiciler için dondurma, yoğurt ve hayvansal hidrokolloidler içeren jelatin gibi ürünler yasaklı olabilir. Sonuç olarak; güncel araştırmalar biyoteknolojinin çeşitli alanlarında kullanılmak üzere yeni mikrobiyal EPS karakterizesine odaklanır. EPS'lerin bakteriyel kökenli olmasının yanı sıra; antioksidan, antitümör, anti-inflamatuar, antiviral ajanlar olarak potansiyel ilaç uygulamalarına lider kendi biyoaktif rolü vardır (Freitas ve diğ., 2011; Maalej ve diğ., 2014). Bu çalışmada, LAB türlerinden elde edilen, endüstriyel uygulamalarda geniş kullanım alanına sahip olan ekzopolisakkaritlerin buğday suyunun reolojik özellikleri üzerine etkileri incelenecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Buğdayın Genel Özellikleri

Hububatlar, yenilebilen bitkiler olarak bilinen botanikte *Gramineae* familyasına girerler. Dünyanın birçok yerinde yetişen hububat çeşitleri; buğday, arpa, yulaf, mısır, pirinç, çavdar ve durum buğdayıdır. Tahıl tanesi diğer canlılarda olduğu gibi hücrelerden oluşmaktadır. Tahıl kaynaklı karbonhidrat, protein, yağ, diyet lifi ve mineral kaynağıdır. (Chanson-Rolle ve diğ., 2014; Shahidi ve Chandrasekara, 2013). Birçok araştırmada; hububat bazlı gıdaların tüketimi ile kronik diyabeti, kalp hastalıklarını ve kanser riskinin büyüölçüde azaldığı görülmüştür (Landberg ve diğ., 2014; Seo ve diğ., 2015; Tucker ve diğ., 2014). Buğday dünyanın birçok yerinde önemli bir tahıl çeşididir. Buğday, içerdiği vizkoelastik ve kohezif özelliklere sahip gluten proteinleri nedeniyle çok özel bir tahıl olup, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de insanların beslenmesinde vazgeçilemez bir yere sahiptir. *Graminae* familyasına, *Triticum* cinsine aittir (McKevith, 2004). Buğday taksonomik kökenine göre türlere, kalite özelliklerine göre sınıflara, ekmeklik buğdaylar ise tane sertliklerine göre gruplara ayrılır. Buğdaylar, taksonomik kökenine göre; ekmeklik buğdaylar (*T. aestivum L.*) ve makarnalık buğdaylar (*T.durum*) olmak üzere iki türe ayrılır. Ekmeklik buğdaylar kalite özelliklerine göre; 1. sınıf ekmeklik (Elit), 2. sınıf ekmeklik, 3. sınıf ekmeklik, 4. sınıf ekmeklik ve düşük vasıflı ekmeklik olmak üzere beş sınıfa ayrılır. Makarnalık buğdaylar kalite özelliklerine göre; 1. sınıf makarnalık, 2. sınıf makarnalık, 3. sınıf makarnalık ve düşük vasıflı makarnalık olmak üzere dört sınıfa ayrılır. Ekmeklik buğdaylar tane sertliklerine göre; (Düşük vasıflı ekmeklik buğdaylarda aranmaz) sert ekmeklik buğdaylar, yarı sert ekmeklik buğdaylar ve yumuşak ekmeklik buğdaylar olmak üzere üç gruba ayrılır (TS 2974, 2014).

Buğday taneleri genel olarak oval şekindedir. Bir buğday tanesi 5-9 mm uzunluğunda, 35-50 mg ağırlığındadır. Buğday tanesi endosperm, embriyo ve kepekten oluşur. Buğday tanesi; 2-3% embriyo, %13-17 kepek ve %80-85 endospermden oluşur (Sramkova ve diğ., 2009). Endosperm dediğimiz kısım tahılın enerji deposudur.

Embriyo (Ruşeym) denilen kısım protein lipid, vitamin ve mineraller açısından oldukça zengindir. Kepek kısmı ise posayı oluşturmakta olup, vitamin ve mineral yönünden oldukça zengindir (Şanlıer, 2012).

Buğday tanesi; düşük yağ, yüksek lif, nişasta, protein, vitamin ve mineral kaynağıdır. Buğday tanesinin kimyasal bileşenlerini, su (bağlı ve serbest su), karbonhidratlar (nişasta, selüloz, şekerler, pentazonlar, hemiselüloz ve dekstrinler), azotlu maddeler (proteinler ve aminoasitler), lipitler (tri-di- ve monogliseridler, yağ asitleri ve diğer bileşik ve türev lipidler), mineral maddeler (majör, minör ve iz mineraller), vitaminler (B kompleksi, vitamin A ve vitamin E) ve enzimler (amilazlar, proteazlar, lipaz, lipoksidaz, fitaz, katalaz, peroksidaz, glikozoksidaz ve polifenoloksidaz) oluşturur. Çizelge 2.1’de buğday tanesinin bileşimi gösterilmektedir (Sramkova ve diğ., 2009).

Çizelge 2.1 : Buğday tanesinin kimyasal bileşimi (Sramkova ve diğ., 2009).

Bileşim	Buğday Tanesi
Toplam diyet lifi (%)	13.2
Protein (%)	11.3
Yağ (%)	1.8
Karbonhidrat (%)	59.4
Toplam mineral (%)	1.7
Su (%)	12.6

Buğday serin iklimi sever ve bol nemli hava ister. Çimlenme sırasında istediği sıcaklık 5-10 °C, nem %60 civarındadır. Buğday, gelişmesinin ikinci döneminde 10-15 °C sıcaklık ve %65 nispi nem istemektedir. Günümüzde geniş iklim aralığında ve farklı toprak tiplerinde yetişebilmektedir. Killi, tınlı-killi, humusça zengin topraklarda yüksek verim alınır. Bu adaptasyonu dünyada en çok yetiştirilen ürün olma özelliğine katkı sağlamaktadır. Buğdayın verimi yüksek, tarımı kolaydır. Ayrıca depolamaya uygun ve besin değeri yüksektir. Buğday tür ve çeşidine bağlı olarak ekmek çeşitleri başta olmak üzere makarna, bulgur, erişte, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek, simit, poğaç, kahvaltılık gevrekler, çerez gıdalar, nişasta, gluten ve nişasta bazlı şekerler, alkol gibi birçok gıdanın üretiminde kullanılmaktadır. Buğday öğütme yan ürünleri ise çoğunlukla yem sanayinde değerlendirilmektedir (Dizlek, 2012; Süzer, 2004).

Gıdalar genellikle sindirim enzimleri yardımı ile parçalanırken, diyet lif sindirim enzimlerinden etkilenmeyerek sadece barsak içerisinde bulunan yararlı bakteriler tarafından parçalanmaktadır. Bu olaya kolonda fermentasyon denilmektedir. Kolonda fermentasyona uğrama yüzdesine göre diyet lifinin barsak sağlığını daha iyi koruduğu

bildirilmektedir. Toplam diyet lifinin yaklaşık yarısı bağırsakta fermentasyona uğramaktadır. Çözünür lif daha çok fermente olmaktadır. Örneğin; kuru baklagiller %100 fermente olurken kepek ve buğday %20–80 arasında fermente olmaktadır. Bu nedenle kuru baklagillerin düzenli tüketilmesinin barsak sağlığı açısından oldukça olumlu olduğu bildirilmiştir (Brownlee, 2011).

2.1.1 Fermente hububat ürünleri

Hububat ürünleri, günlük protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve diyet lifi ihtiyacını karşılama açısından önemli kaynaklardır. Bu ürünlerin fermente edilmesi ile ürünün hem besin kalitesinde hem de duyuşal özelliklerinde önemli artışlar sağlanmaktadır.

Tahıl ürünleri beslenmemizde bitkisel protein, karbonhidrat, mineral ve lif kaynağı olan besinlerdir. Tahılların protein değeri düşük olup lizin gibi aminoasitlerce fakirdir. Fermentasyon tahıllar için besin değeri artışı açısından en kolay ve ekonomik bir yoldur. Laktik asit fermentasyonuna dayanan tahıl bazlı fermente ürünler Orta Asya, Orta Doğu ve Afrika'da yaygın olarak geleneksel yöntemlere göre üretilip tüketilmektedir. Geleneksel fermente tahıl ürünleri yaygın olarak buğday, mısır, sorghum ve piriñ bazlı olup dünyanın pek çok yerinde tüketimi yaygındır (Karaçıl ve Tek, 2013).

Genel olarak hububat ürünlerinin fermentasyonu sonucu oluşan değışiklikler; karbonhidrat veya polisakkaritlerin seviyelerinde düşme, bazı aminoasitlerin sentezinin gerçekleşmesi, B vitamini içeriğinde artış, hububat ürünlerinde bulunan fitatların optimum pH'da enzimatik yıkımları sonucunda çözünebilir demir, çinko, kalsiyum gibi maddelerin miktarlarında artış, substrat toksisitesinin azalması, protein miktarı, kalitesinde artış ve diyet lifi açısından ürünün öneminin artmasıdır (Şengün, 2011).

2.2 Hidrokolloidler

Polisakkaritler kıvam verici ve su tutucu olarak kullanılmaktadır. Hidrokolloid olarak adlandırılan stabilizörler birçok gıda ürününde viskozite artırıcı, jelleştirici ve stabilize edici fonksiyonlara sahip yüksek moleköl ağırlıklı polisakkaritleri içeren biopolimerlerdir (Phillips ve Williams, 2009). Hidrokolloid terimi; gıda sanayinde

vizkozite arttırıcı, sıvı çözeltilerde jelleştirici, buz ve şeker kristali oluşumunu engelleyici, tat maddelerinin kontrollü salınımı gibi özellikleri sağlayan polisakkaritler ve proteinler için kullanılmaktadır. Suda çözünerek veya şişerek serbest suyu bağlamakta ve viskoziteyi arttırmaktadır. Stabilizörler katıldıkları ortamın pH'sı ve sıcaklığına göre yapıyı etkilemektedirler (Valdez, 2012).

Hidrokolloidlerin hepsi sulu fazın kıvamını arttırmakla birlikte, bazıları jel oluşumunu da sağlamaktadır. Kullanılan hidrokolloide bağlı olarak jelin oluşma şekli (kimyasal ve termal), tekstürel ve duyuşsal özellikleri ile stabilitesi büyük farklılık göstermektedir. Hidrokolloidlerin çoğunluğu kompleks karbonhidrat yapısındadır. Yapılarında ayrıca kalsiyum, potasyum, magnezyum gibi elementler ile şeker asitleri veya şeker alkolleri bulunmaktadır. Genelde en fazla bulunan şekerler galaktoz, arabinoz, ramnoz, ksiloz, glikoz ve mannozdur (Çakmakçı ve Çelik 2007).

Bitki, hayvan, alglerden ve sentetik olarak elde edilen stabilizör polisakkaritler ve son zamanlarda gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel polisakkaritler Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 : Hidrokolloidlerin orijine göre sınıflandırılması.

Orijin	Hidrokolloidler	Referans
Bitki	Pektin, gam arabik, guar gam, keçi boynuzu gam, nişasta	Rivera, 2010 Li ve Nie, 2016
	Kitin, kitosan, jelatin	Evren ve diğ., 2011 Li ve Nie, 2016
Alg	Agar, karagenan, aljinat	Silva ve diğ., 2012 Li ve Nie, 2016
Mikrobiyal	Ksantan gam (<i>Xanthomonas campestris</i>), gellan gam (<i>Sphingomonas paucimobilis</i>), dekstran (<i>Leuconostoc spp.</i>), kurdlan (<i>Agrobactérium</i>), levan (<i>Erwinia spp.</i> ve <i>Bacillus spp.</i>), aljinat (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>), selüloz (<i>Acetobacter xylinium</i>),	Sobel, 2012 Freitas ve diğ., 2011 Imeson, 2010 Li ve Nie, 2016 Donot ve diğ., 2012

Çizelge 2.2 (devam) : Hidrokolloidlerin orijine göre sınıflandırılması.

Mikrobiyal	süksinoglukan (<i>Rhizobium spp.</i>), hyaluronik asit (<i>Sreptococcus spp.</i>), kefiran (<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i>)	Wang ve diğ., 2008
Sentetik	Metil selüloz, metil etil selüloz, karboksimetilselüloz, hidroksipropil selüloz, hidroksipropil metil selüloz	Li ve Nie, 2016

Kullanılan hidrokolloide bağlı olarak jelin oluşma şekli (kimyasal, termal), tekstürel ve duyuşal özellikleri ile stabilitesi büyük farklılık göstermektedir. En uygun hidrokolloid seçimi; gıdanın bileşimi, pH değeri ve yapım sırasında uygulanan işlemler dikkate alınmalıdır. Hidrokolloidler ürünün yapımında kullanılan ısı işlemlere karşı duyarlıdır. Bu nedenle; belirli koşullarda belirli uygulamalara olanak sağlayan karma gamlar yaralanılabilir (Gürsel, 2001). Gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel polisakkaritler; ksantan gam (*Xanthomonas campestris*), gellan (*Sphingomonas paucimobilis*), aljinat (*Pseudomonas spp.*), selüloz (*Acetobacter xylinium*), süksinoglukan (*Rhizobium* ve *Pseudomonas spp.*)'dır (Freitas ve diğ., 2011; Imeson, 2010). Mikrobiyal kaynaklı ekzopolisakkaritler; düşük konsantrasyonlarda kullanılmıyşla etkisini hemen gösterebilen ve psödoplastik yapısı ile viskoz çözeltiler oluşturarak, eşsiz reolojik özelliklere sahiptir (Tabibloghmany ve Ehsandoost, 2014).

2.3 Laktik Asit Bakterileri

2.3.1 Laktik asit bakterilerinin genel özellikleri

Laktik asit bakterileri (LAB) geniş alanlara yayılmış yararlı mikroorganizmalardır. Laktik asit bakterileri; bitkilerde ve bitki artıklarında, fermente gıdalarda, insan ve hayvan bağırsak mukozalarında ve deniz canlılarında bulunur (Barinov ve diğ., 2011). Laktik asit bakterileri (LAB); gram-pozitif, spor oluşturmeyen, sitokrama sahip olmayan, genellikle hareketsiz, kok ya da çubuk şeklinde, katalaz-negatif, oksidaz-negatif, nitratları indirgemeyen, büyüme ve gelişimleri için glikoz ve amonyum yanında bazı vitamin ve aminoasitlere ihtiyaç duyan ve genellikle anaerob olan bakterilerdir (Hwanhlem ve diğ., 2014). Aynı zamanda laktik asit bakterileri; aside

karşı toleranslı ve kuvvetli fermantatif özelliktedir (Axelsson, 2009). Laktik asit bakterileri (LAB), sadece endüstriyel gıda fermantasyonunda değil birçok gıda dışı alanda çeşitli şekillerde kullanıldıklarından önemli mikroorganizmalardır. Fermentasyon sırasında izledikleri yol ve metabolitlerine göre laktik asit bakterileri ikiye ayrılır: homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileridir. Homofermentatif laktik asit bakterileri; glikozu EMP (Embden Meyerhoff Parnas) yolu ile pirüvata indirgeyip, son ürün olarak %95-100 oranında laktik asit ve çok az miktarda karbondioksit (CO₂) oluşturur. Heterofermentatif laktik asit bakterileri; glikozu HMP (hekzozmonofosfat) yoluyla parçalayarak laktik asit, CO₂, etanol, asetik asit ve formik asit oluştururlar (Silve ve diğ., 2013). Son ürünlerden en fazla laktik asit oluşmaktadır. Laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan laktik asidin miktarı türlere göre değişmektedir (Adams ve Moss, 2008).

Laktik asit bakterileri GRAS (Generally Regarded As Safe/Genellikle Güvenli Olarak Bilinen) statüsüne sahiptir. Bu nedenle güvenli bakteriler olarak kabul edilir (Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn, 2010). Laktik asit bakterileri; *Eubacteriales* takımının, *Streptococcaceae* ve *Lactobacillaceae* familyalarının içerisinde yer alan; *Aerococcus*, *Alliococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* gibi cinslerin türlerini kapsar (Yörük ve Güner, 2011).

Laktik asit bakterilerinin geleneksel gıdalarda ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaları sonucunda; ürünün muhafazası, duyuusal özellikleri ve besin değerlerinde olumlu değişiklikler meydana gelir. Laktik asit bakterileri; asit oluşturmalarının yanı sıra gıdalarda starter kültür olarak kullanıldıklarında tat, doku, besleyici değer gibi bazı ürün karakteristiklerine de katkıda bulunmaktadırlar (Barinov ve diğ., 2011). Laktik asit bakterileri, laktik asit üretmeyi başlattıkları için starter kültür olarak adlandırılmıştır. Laktik starterlerin bir kısmı mezofilik, bir kısmı da termofilik karakterlidir. En fazla kullanılan starter kültürlerde *Lactobacillus lactis* alttür *lactis* ve *Lactobacillus lactis* alttür *cremoris* ile *Lactobacillus casei* ise mezofilik kültürlerdir. Asit geliştirici starterler veya aroma geliştirici laktik asit bakterileri; sıvı kültürler, liyofilize kültürler veya derin dondurulmuş kültürler halinde endüstriye sunulmaktadır (Tunail, 2009). Bu özellikleri; starter kültür olarak kullanıldıkları gıdalarda, fermantasyon koşullarında metabolizmanın esas ürünü olan laktik asidi üretmelerinin

yanında fermente ürünlerin tatlarına ve yapılarına katkıda bulunan asetik asit, asetaldehit, etanol, diasetil, ekzopolisakkarit ve şeker alkolleri gibi diğer yan ürünleri de sentezleyebilmeleri ile ilgilidir (Mayo ve diğ., 2010; Patel ve Prajapati, 2013). Fermentasyon, hem geleneksel bir proses hemde gıda koruma yöntemidir. Bu sayede, et ve et ürünlerinde stabiliteyi sağlar. LAB gelişmelerinde oksijene ihtiyaç duymama, karbondioksit inhibisyonuna direnç ve tuza tolerans gibi özelliklerinden dolayı et ve et ürünlerinde bulunur (Tu ve diğ., 2010). Laktik asit bakterisi varlığı; birçok zararlı mikroorganizmaların gelişmesini engeller. Fermentasyon sırasında; asit, alkol oluşturur ve ortam pH'ı düşer. Bu arada proteinler; peptit ve aminoasit gibi küçük moleküllere parçalanır (Xu ve diğ., 2008). Böylece özel duyuşal özelliklere, uzun raf ömrüne ve tüketim için uygun bir fermente et ve et ürünleri elde edilir. Fermentasyon; sindirimi kolaylaştırarak, yararlı maddeler oluşturup toksik maddeleri yok ederek, gıdaların besinsel özelliklerini artırır. Süt ve süt ürünlerinde, sebzelerde, hububatlarda, et ve et ürünlerinde fermentasyondan sonra; vitamin, aminoasit ve minerallerin miktarı artar. Yine aynı şekilde peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılmakta ya da birçok peynir çeşidinin starter olmayan mikroflorasında dominant mikroorganizmalar olarak bulunmaktadır. Fermentasyon sonrasında ortamın laktik asit; kalsiyum, fosfor ve demir miktarını artırır. Laktik asit bakterileri çok hassas mikroorganizmalardır. Bu bakteriler sütte bulunan laktoz şekerini parçalayarak, galaktoz ve glikoz şekerini oluştururlar. Laktaz, laktozu galaktoza indirger. Laktik asit bakterilerinde bulunan proteinaz kazeini minor moleküllere parçalayarak sindirimi kolaylaştırır. Esterleşmemiş yağ aşıtlarının miktarı arttıkça, lipidler kolayca parçalanır (Yang ve diğ., 2003). Süt ürünlerinde laktik asit bakteri starterlerinin büyük çoğunluğu rutin olarak kullanılmasına rağmen et ve bazı fermente gıdalar ile sebze fermentasyonlarında sadece birkaç kültür kullanılmaktadır. Di Cagno ve diğ., (2009) yaptığı çalışmada; *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis* sebze sularının fermentasyonunda en sık kullanılan starter kültürler olup, örneğin domates suyunun duyuşal ve sağlığa yararlı özelliklerini artırmak için *L. plantarum* suşlarını kullanmışlardır.

Laktik asit bakterilerinin fermentasyon ile ürettiği antimikrobiyal maddelerin gıda koruması için kullanılması çok eski çağlardan beri uygulanan bir yöntemdir. Gıda ortamında bulunan karbonhidratları fermentasyon yoluyla moleküler kütlesi küçük organik bileşiklere dönüştürür. Organik asitler (laktik asit ve asetik asit), diasetil, hidrojen peroksit, reuterin ve bakteriyosinler olarak gruplandırılan bu bileşikler de gıda güvenliğini

etkileyen ve raf ömrünü kısaltan, bozulma etkeni mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Ürettikleri antimikrobiyal peptitler sindirim sistemindeki proteazlar tarafından kolaylıkla yıkılabilir olduğundan gastro-intestinal mikrofloraya zararı bulunmaz. Fermentasyon sayesinde gıdaların lezzet ve doku özelliklerini olumlu yönde geliştirir ve biyokoruma potansiyeli sayesinde de patojen mikroorganizmaların gelişimini önleyerek gıdalarda dayanıklılık sağlar, raf ömrünü uzatırlar. Gıdalarda LAB türleri starter kültür olarak kullanıldığında mikroorganizmanın metabolik aktiviteleri esas alınır; amaç koruyucu kültür olarak kullanmak ise antimikrobiyal etkinin esas olduğunu belirtmek gerekir (Ouweland ve Vesterlund, 2004).

Laktik asit bakterileri; gıda ve yem endüstrisinde, kimya endüstrisinde ve sağlık endüstrisinde kullanım alanına sahiptir. Bu bakteriler fonksiyonel özelliklerini; probiyotik olarak, hem süt ürünlerinden hemde süt ürünleri olmayan gıdalarda starter kültür olarak, antimikrobiyal ajanlar olarak, düşük kalorili tatlandırıcılar olarak, EPS olarak, vitamin ve enzim olarak gösterirler (Florou-Paneri ve diğ., 2013). Vitamin üreten mikroorganizmaların kullanımı, özellikle laktik asit bakterileri doğal ve ekonomik açıdan kimyasal olarak sentezlenmiş vitaminlerin yerine alternatif olmuştur (Leblanc ve diğ., 2010; LeBlanc ve diğ., 2013). Bunların yanı sıra; laktik asit bakterilerinin meyvelerin muhafazasında kullanılan sülfür dioksit gibi kimyasal maddelerin kullanımını azaltma ve bazı durumlarda tamamen ortadan kaldırma potansiyelide vardır. Laktik asit bakterilerinin bu amaçla kullanımı ile meyvelerin fenolik bileşik ve antioksidan düzeyleri de korunabilmektedir (Martinez-Castellanos ve diğ., 2011).

Süt ve süt ürünlerinde bulunan laktik asit bakterileri ürünlere kendine has aroma, koku ve yapı kazandırılmasında yardımcı olmaktadır. Laktik asit bakterilerinin oluşturduğu metabolitler yardımıyla bazı patojenlerin inhibisyonu da sağlanmaktadır. Ürettikleri laktik asit ve diğer metabolitlerle ürünün korunmasına yardımcı olurlar (Evren ve diğ., 2011).

Geleneksel ürünlerimizde kullanılan laktik asit bakterileri Çizelge 2.3’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Ayrıntılı olarak; *Lactobacillus corniformis* ve *L. paracasei* süt ve süt ürünlerinde, tereyağda, kefirde, sucukda, bozada bulunur. *Lactococcus lactis*, süt ve süt ürünlerinde bulunur. *Leuconostoc citreum* ve *Pediococcus pervulus* fermente gıdalarda (örn., turşu, şarap) ve sebzelerde sıklıkla bulunurlar (Evren ve diğ., 2011).

Çizelge 2.3 : Bakteri cinslerinin bulunduğu gıdalar.

Bakteri Cinsi	Bulunduğu Gıda	Referans	
<i>Lactobacillus spp</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> <i>Lactobacillus johnsonii</i> <i>Lactobacillus kefir</i> <i>Lactobacillus coryniformis</i> <i>Lactobacillus sakei</i> <i>Lactobacillus sanfransiscensis</i>	Peynir, süt ve süt ürünleri, yoğurt, tereyağ, kefir, sucuk, ekmek hamuru, fermente sebzeler	Douillard ve diğ., 2013; Shah, 2007; Soccol ve diğ., 2010; Evren ve diğ., 2011; Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn, 2010
<i>Lactococcus spp</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Peynir, süt ve süt ürünleri, yoğurt, tereyağı	Evren ve diğ., 2011; Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn, 2010
<i>Leuconostoc spp</i>	<i>Leuconostoc menesteroides</i> <i>Leuconostoc citreum</i>	Peynir, süt ve süt ürünleri, sucuk, boza, tereyağ, kefir, fermente sebzeler	Buruleanu ve diğ., 2010; Evren ve diğ., 2011; Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn, 2010
<i>Pediococcus spp</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Pediococcus cerevisiae</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Pediococcus parvulus</i>	Peynir, sucuk, fermente sebzeler, alkollü içecekler, süt ve süt ürünleri	Ammor ve Mayo, 2007; Abrunhosa ve diğ., 2014; Tohno ve diğ., 2012; Mesas ve diğ., 2011; Evren ve diğ., 2011

2.3.1.1 *Lactobacillus* cinsi bakterilerin temel özellikleri

Lactobacillus cinsi bakteriler düz, eğri ve zincir oluşturabilen, küçük çomak şeklinde de görülebilen Gr (+), spor oluşturmeyen ve katalaz (-) bakterilerdir. *Lactobacillus* cinsi bakteriler; *Firmicutes* şubesi, *Bacilli* sınıfı ve *Lactobacillaceae* familyası olarak sınıflandırılmıştır (Calasso ve Gobetti, 2011). *Lactobacillus* cinsi bakteriler; oksijeni kullanma özelliğine göre mikroaerofilik ya da anaerob olup %5 CO₂'li ortamda ve 2-53 °C'de gelişebilir. Optimum 30 °C ve 37 °C'de gelişme gösterirler (Badel ve diğ., 2011). Bu soydaki bakteriler hafif asidik ortamda hızlı çoğalarak *Streptococcus*'lardan daha çok asit oluştururlar. %1-3 oranında laktik asit oluşturarak pH'yı 3,2-3,5'e kadar düşürmektedirler. Proteolitik aktiviteleri de yüksektir. Oksijeni kullanma özelliğine göre mikroaerofilik ya da anaerob olup %5 CO₂'li ortamda gelişme gösterebilirler. Genellikle katalaz ve oksidaz negatif olarak bilinmektedirler. *Lactobacillus* cinsi bakteriler; değişik çeşitte peynirler, fermente bitkisel ürünler, fermente etler, şarap ve bira üretimi, ekşi hamur ve silajda starter kültür olarak kullanılırlar (Yörük ve Güner, 2011).

Çizelge 2.4'de gösterildiği gibi; obligat homofermentatifler, fakültatif heterofermentatifler ve obligat heterofermentatifler olmak üzere çeşitlendirme yapılmıştır. Grup 1 ve 2'deki bakterilerin çoğu ile grup 3'deki bazı bakteriler fermente gıdalarda kullanılmış, fakat grup 3 genelde gıda bozulmaları ile ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 2.4 : Laktik asit bakterilerinin fenotip özelliklerine göre sınıflandırılması.

Grup 1 Obligat homofermentatif	Grup2 Fakültatif heterofermentatif	Grup 3 Obligat heterofermentatif
<i>L. Acidophilus</i>	<i>L. acetotolerans</i>	<i>L. brevis</i>
<i>L. delbrueckii subsp bulgaricus</i>	<i>L. alimnetarius</i>	<i>L. buchnerii</i>
<i>L. delbrueckii subsp delbrueckii</i>	<i>L. bifementos</i>	<i>L. fermentum</i>
<i>L. delbrueckii subsp lactis</i>	<i>L. curvatus</i>	<i>L. hilgardii</i>
<i>L. helveticus</i>	<i>L. homohiochii</i>	<i>L. parabuchnerii</i>
<i>L. kohnsonii</i>	<i>L. paracasei subsp paracasei</i>	<i>L. parakefir</i>
<i>L. kefiranofaciens</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. sanfrancisco</i>
<i>L. kefiragonum</i>	<i>L. pentosus</i>	<i>L. reuteri</i>
	<i>L. sake</i>	<i>L. vaccinofermentus</i>

Yaklaşık 30 tane EPS üreten *Lactobacillus* türü olduğu bilinmektedir. En çok bilinenler; *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. delbrueckii bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum* ve *L. johnsonii*'dir (Badel ve diğ., 2011). Laktik asit bakterilerinden, *Lactobacillus* cinsleri en yaygın olarak kullanılan probiyotik bakteridir (Saad ve diğ., 2013). *Lactobacillus*; fermente süt, et ve bitkisel gıdalar, insan ve hayvan vajinası, ağız ve gastrointestinal sistem gibi birçok bölgede sıklıkla bulunur (Mills ve diğ., 2010).

Lactobacillus paracasei gıda sanayinde kullanılma potansiyeline sahip bakteriyosin özelliği vardır. Birçok bakterial enfeksiyonu inhibe edici ve probiyotik özelliğe sahiptir (de Vrese ve Schrezenmeir, 2008). *Lactobacillus* türleri arasında; *L. sakei* gıda endüstrisinde biofilm oluşturan laktik asit bakterisi olarak bilinmektedir (Lebert ve diğ., 2007).

Stack ve diğ., (2010) yaptığı çalışmada; mide, bağırsak ve değişik sistemlerde β -glukan üreten *Lb. paracasei* NFBC338 suşunun yaşamını sürdürmesi analiz edilmiştir. Polisakkarit üretimi bakterinin ısı stresinde 60 kat, asit stresinde 20 kat ve mide sıvısında 15 kat daha fazla korunmasını arttırdığı gözlenmiştir. Safra kesesinde β -glukan sayesinde kontrol suşlarına göre 5.5 kat daha fazla yaşadığı görülmüştür. Bütün bu sonuçlar; *Lb. paracasei* suşu tarafından üretilen β -glukanın bakterilerinin probiyotik olarak kullanılabilirliğini arttırdığı gösterilmiştir.

Bendali ve diğ., (2011) yaptığı çalışmada; *Lb. paracasei*, *S. aureus* suşunun zararına bariyer oluşturduğu görülmüştür.

Muhalidin ve diğ., (2011) yaptığı çalışmada; *Lb. paracasei*, *Lb. fermentum*, ve *Lb. pentosus* hücre kültürlerinden supernatant izolasyonu yapılmış ve supernatantın antifungal özellikleri test edilmiştir. İzole edilen supernatantlar 121 °C'de, 15 dakika inkübe edildikten sonra ekmek, domates püresi, peynir dilimleri gibi gıda ürünlerine eklenmiştir. 4 °C, 20 °C ve 30 °C sıcaklıklarda fungal (*Aspergillus niger* ve *Aspergillus oryzae*) gelişme incelenmiştir. *A. oryzae* türünün, bütün izolatlar tarafından her sıcaklıkta daha kolay inaktive edildiği, özellikle 4 °C'de 40 güne kadar inaktivasyon etkisinin devam ettiği görülmüştür. *Lb. pentosus* izolatu, *A. niger* türünün ekmek yüzeyinde konidiya gelişimini 30 °C'de 12. güne, 4 °C'de ise 29. güne ertelerken,

A. oryzae türünün ekmeğ üzerindeki koloni gelişimi ise 30 °C’de 19. güne, 4 °C’de 35. güne ertelenmiştir.

Farklı bitkisel ortamlardan ve tavuk barsağından izole edilen *Lb. plantarum*, *Lb. coryniformis*, *Lb. salivarius* ve *Lb. sakei* türleri antifungal ve antimaya özellikler taşımaktadır (Magnusson ve diğ., 2003). Bu türlere ait suşlarının *R. mucilaginosa* maya türüne karşı antagonistik aktiviteye sahip olduğu çift katlı agar kaplama yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. *Pichia anomala* ve *Kluyveromyces marxianus* maya türlerine karşı etki gözlenmemiştir. LAB izolatlarının supernatantları HPLC yöntemi ile farklı fraksiyonlara ayrılmıştır. Fraksiyonlar, antimikrobiyal özellikteki siklin dipeptitlerin yanında farklı antifungal ve antimaya maddeleri de içermektedir. Antifungal etki yalnızca laktik asit ve asetik asit üretiminden kaynaklanmamaktadır. LAB suşlarının sentezlediği çok çeşitli maddeler küf ve mayalara karşı sinerjistik bir aktivite göstermektedir.

De Muynck ve diğ. (2004) yaptığı araştırmada; *Lb. brevis* ve *Lb. plantarum*’un da içlerinde bulunduğu bir grup LAB’den izole edilen supernatantın antifungal özelliklerini incelemiştir. *Lb. brevis*’in supernatantı (pH 3,5) test edilen çoğu küf türünü inaktive ederken, pH 5.0, 5.5 ve 6.0’ya nötrale edildikten sonra antifungal aktivitesi kaybolmuştur. Bu çalışmada da supernatant pH 6.0’ya nötrale edildiğinde antimaya aktivitesi kaybolmuştur. LAB’ın ürettiği organik asitlerin ortamdaki pH’ı düşürmesiyle aktive olan antifungal maddeler bulunabilmektedir. Bu maddeler nötralizasyonla elimine olabilmektedirler. *Lb. coryniformis* subs. *coryniformis* suşunun sentezlediği tespit edilen bir peptit pH 3.0-4.5 arasında aktivite gösterirken, pH 4.5-6.0 olduğunda antifungal aktivitesinde ani bir düşüş oluşmaktadır.

Voulgari ve diğ. (2010) tarafından yayınlanan bir çalışmada, geleneksel peynir ve yoğurt ürünlerinden izole edilen fakültatif heterofermentatif (*Lb. plantarum*, *Lb. paraplantarum*, *Lb. pentosus*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*) ve zorunlu heterofermentatif (*Lb. brevis*, *Lb. buchneri* ve *Lb. fermentum*) starter olmayan LAB türlerinin, küf ve mayalar üzerine antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Bu suşlar, *Penicillium candidum* küfü ve *D. hansenii* mayasına karşı değişen derecelerde inaktivasyon etkisi göstermiştir. Ayrıca hücre dışı antifungal maddelerin proteolitik enzimlere karşı hassasiyet göstermesi sonucu, inhibe edici aktivitenin protein yapılı maddelerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür.

2.3.1.2 *Lactococcus* cinsi bakterilerin temel özellikleri

Lactococcus cinsi bakteriler kok şeklinde, küre ya da kısa zincir halinde birarada bulunmaktadır. Optimum gelişme sıcaklıkları 30 °C'dir. 10 °C'nin altında ve 45 °C'nin üzerinde gelişme özellikleriyle hem streptokoklardan hemde enterokoklardan ayrılmaktadırlar (Okçu ve diğ., 2011).

Lactococcus cinsi çok yaygın bilinmeyen türler içermektedir: Sığır mastitisinde rol oynayan *Lc. garvieae*, somon balıklarında bulunan *Lc. piscium*, dondurulmuş bezelyede *Lc. plantarum* ve çiğ sütte *Lc. raffinolactis* ve *Lc. lactis*'in alt türleri ekonomik öneme sahiptirler. Sitrat kullanımı bu bakterilerde stabil bir durum olmadığı için bu bakteri, fermente süt ürünlerinde çok yaygın bir kullanımı olan *Lc. lactis* subsp. *lactis* ve *Lc. lactis* subsp. *cremoris*'in bir varyetesi olarak sınıflandırılmıştır (Yörük ve Güner, 2011).

İndirgenmiş şeker metabolizmalarında, örneğin galaktoz gibi şeker substratlarının bulunduğu ortamda, yüksek miktarda oksijenin bulunduğu ve şekerin sınırlı olduğu durumlarda son ürünler fazla miktarda üretilmektedir. Yapılan gözlemler laktat dehidrogenaz (LDH) enziminin komple yıkımı veya inhibisyonunun metabolik akışı yeniden yönlendirilebileceği fikrini ortaya koymaktadır. Bu bilginin ışığında laktik asit bakterilerinin çoğunda ve özellikle *Lactococcus lactis*'de ldh geninin yıkılması sonucu asetik asit, formik asit, aseton ve etanolün olduğu gözlenmektedir. *Lactococcus lactis* fermantasyonda en çok çalışılan tür olup süt ürünlerinin üretiminde dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu mikroorganizmanın gıda üretiminde yaygın olarak kullanımı bakteriyel fizyolojinin birçok yönünü anlamayı gerektirmektedir. *Lactococcus lactis* özellikle fermente süt ürünlerinin üretiminde önemli role ve GRAS (Generally Regarded As Safe-Genellikle Güvenli Olarak Bilinen) statüsüne sahiptir (Wells ve Mercenier, 2008).

Lactococcus lactis suşu birçok araştırmada; *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* ve *Bacillus anthracis* gibi türlerin zararlı etkilerini azalttığı görülmüştür (Jiang ve diğ., 2007).

Şeker alkollerinden ksilitol, beş karbonlu olup ksiloz indirgenmesinden elde edilmektedir. Ksilitol mikroorganizmalar tarafından yoğun olarak üretildiğinden en çok rağbet gören şeker alkolüdür. Glikozun karbon kaynağı olarak kullanıldığı

çalışmalarda ksiloz redüktazı kodlayan gen *Pichia stipitis*'den *Lc. lactis*'e aktararak ksilozdan ksilitol üretilmiştir (Akinterinwa ve diğ., 2008; Akinterinwa ve Cirino, 2008). Bir diğer şeker alkolü D-mannitol altı karbonlu olup klinik uygulamalarda ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Bakterilerden ve bitkilerden elde edilmektedir. Mannitol glikozla kıyaslanabilecek kadar iyi bir tatlandırıcı olup; laktozun dönüşümü tadı çok arttırmamasına rağmen mannitol fermente ürünlerin tadını arttırmaktadır. Aynı zamanda kalorilerin indirgenmesini de sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda NICE sistemi (*Lc. lactis* tarafından üretilen, antimikrobiyal bir bileşik olan nisin'e dayalı gen aktarım sistemidir ve bu gen aktarım sistemi ile diğer genlerin kontrolü yapılmaktadır) kullanılarak mannitol–fosfat–dehidrogenazın fazla üretimi ile mannitol üretimi de arttırılmıştır. Yine mannitol–1–fosfataz *Elimeria tenella*'dan *Lc.lactis*'e aktarılmış ve mannitol üretimi iyileştirilmeye çalışılmıştır (Akinterinwa ve diğ., 2008). Yağı azaltılmış yöresel dahi; *Lc. Lactis* subsp. *lactis* PM23, *S. thermophilus* ST and *Lc. Lactis* NCDC 191 gibi farklı suşlardan elde edilmiş EPS kullanılarak yapıldığında; kontrol grubu ile karşılaştırıldığında vizkoz yapısının ve tadının daha kabul edilebilir olduğu gözlemlenmiştir (Behare ve diğ., 2009).

2.3.1.3 *Leuconostoc* cinsi bakterilerin temel özellikleri

Leuconostoc türleri kok veya oval şekilde, gram (+), spor oluşturmeyen, katalaz (-), zincir ve grup şeklinde pleomorfik hareketsiz dominant bakterilerdir. Çoğu türleri %3 hatta %6.5 tuz konsantrasyonuna dayanabilmektedirler. Optimum gelişme sıcaklıkları 20 °C - 30 °C arası olup, fakültatif anaerob koşullarda aktivite gösterebilmektedirler. Karbonhidrat fermentasyonu sonucunda sadece laktik asit üretmediğinden heterofermentatif özellikte olan bu bakteriler, karbonhidratları parçalayarak laktik asit yanında asetik asit, etil alkol ve CO₂ meydana getirirler (Okçu ve diğ., 2011). *Leuconostoc* türleri; süt, sebze, peynir ve et gibi fermente ürünlerde bulunur (Şengün, 2011).

Olgunlaşmamış peynirde bulunan aroma maddeleri asetaldehit, di-asetil, aseton gibi maddeler içermektedir. Bu aroma maddeleri *Leuconostoc* türleri tarafından sitrattan üretilmektedir (Karaca ve diğ., 2010).

Dekstran, *Leuconostoc* türlerinden üretilen önemli bir ekzopolisakkarittir. *Leuconostoc mesenteroides* türü ticari üretilen dekstrandır. Mania ve diğ., (2008) yapılan çalışmada; *Leuconostoc citreum* E497 ve *Weissella confusa* E392 suşlarından

üretilem dekstranlar incelenmiştir. Genel olarak; *W. confusa* E392 suşu *Leu. citreum* E497 suşuna göre daha iyi EPS üretmiştir. *Leu. citreum* E497 suşundan elde edilen dekstran α -(1→2)-bağları ile prebiyotik kaynak olarak kullanılabilir.

Miano ve diğ., (2014) yaptığı çalışmada; *Leuconostoc citreum* SK24.002 suşundan elde edilen polisakkaritin fonksiyonel yapısından dolayı işlenmiş gıdalarda fonksiyonel madde olarak uygulanabilirliğini göstermiştir.

2.3.1.4 *Pediococcus* cinsi bakterilerin temel özellikleri

Pediococcus türleri; gram (+), hareketsiz, mikroaerofilik ve fermentatif, katalaz (-) kok şeklinde tekli, çiftli kısa zincir veya tetrad oluşturan bakterilerdir. Karbonhidrat fermentasyonu sonucunda sadece laktik asit ürettiğinden homofermantatiftir ve doğal olarak bitkilerde bulunur. Bütün türler 30 °C'de gelişebilir, optimum sıcaklık 25 °C-40 °C aralığındadır ve türlere göre farklılık gösterir. pH 4.5'de gelişebilirler, pH 9.0 etkinliğini kaybederler (Yörük ve Güner, 2011).

Pd.acidilactici, *Pd.pentosaceus*, *Pd. parvulus*, *Pd.inopinatus* ve *Pd.dextrinicus* doğal olarak mandıra ürünlerinde, etlerde, taze sebze, bira ve şarap gibi fermente ürünlerde bulunmaktadır. (Euzeby, 2012). Fakat bazı pediokok türleri özellikle kendine yakın laktik asit bakterilerine ve diğere bazı bakterilere karşı gelişimlerini engelleme yeteneği göstermekte ve bu gelişimi engellenen bakteriler arasında gıdayı bozan ve hastalık yapan mikroorganizmalarda bulunmaktadır (Axelsson, 2009).

Pediococcus bazı türleri bakteriosin üretir ve bunlar *Listeria monocytogenes* gibi patojen bakteriler için doğal antimikrobiyal olarak kullanılır (Cleveland ve diğ., 2001).

Abrunhosa ve diğ., (2014) yaptığı çalışmada; *Pediococcus parvulus* suşlarının probiyotik özelliklerinden dolayı OTA toksinini detoksifiye ettiğini göstermiştir.

Lindström ve diğ., (2012) yaptığı çalışmada; *Pediococcus* 2.6 (*Pd* 2.6) ve onun ürettiği prebiyotik özellik gösteren EPS'nin kolesterol seviyesine etkisini inceledi. *Pediococcus parvulus* 2.6 vasküler hücre seviyelerini düşürmüştür.

2.3.2 Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerine etkileri

Laktik asit bakterilerinin sağlığa olumlu etkileri birçok araştırmada kanıtlanmıştır. Laktik asit bakterileri, bağırsak florasına olumlu etkileriyle bağışıklık sistemini kuvvetlendirerek, vücudun doğal savunmasını güçlendirir (Figuroa-Gonzalez ve diğ.,

2011). Son zamanlarda yayınlanan makalelere bakıldığında laktik asit bakterilerinin sağlığa faydalı etkileri olduğu saptanmıştır. Çizelge 2.5’de çeşitli laktik asit bakterilerinin sağlık üzerine etkileri gösterilmiştir.

Çizelge 2.5 : Laktik asit bakterilerinin insan sağlığına etkisi.

Laktik Asit Bakterileri	İnsan Sağlığına Etkisi	Referans
<i>Lactobacillus rhamnosus GG</i>	İshale neden olan rotavirüs seyrini azaltır Ülser kolit atopik dermatit semptomlarını azaltmaya yardımcı olur.	Henker ve diğ., 2008
<i>Lactobacillus casei</i>	İshal süresini azaltır. Crohn hastalığı semptomlarını da hafifletmektedir.	Shah, 2007
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Patojenlerin gelişimini (<i>Salmonella</i> spp, <i>E.coli</i>) inhibe eden laktik asit salgılar. Kan kolesterolünü düşürür.	Shah, 2007; Gill ve Prasad, 2008
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Helicobacter pylori</i> enfeksiyonunu önler. İltihab veya alerjik reaksiyonların azaltılması sağlar. (Sitokin sentezinin düzenlenmesi)	Shah, 2007; Figueroa-Gonzalez ve diğ., 2011
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Kanserojen üretimini bloke eden kısa zincirli yağ asitleri üretir. Kolon kanseri riskinin azaltılmasını ve immun sistemin güçlendirilmesi sağlar.	Shah, 2007; Figueroa-Gonzalez ve diğ., 2011
<i>Lactobacillus fermentum</i>	Bağırsak florası üzerine olumlu etkisi vardır	Reid ve diğ., 2003

2.3.3. Laktik asit bakterilerinin metabolik ürünleri

Laktik asit bakterilerinin fermentasyonu sonucu karbonhidrat miktarı azalır ve birçok organik molekül oluşturur. Bunlar; pH düşüren laktik asit, asetik asit, propiyonik asit, formik asit, bütirik asittir (Lahtinen ve diğ., 2012). Laktik asit fermentasyonu sonucu oluşan doğal antimikrobiyaller ise; H₂O₂ (hidrojen peroksit), CO₂, etanol, bakteriyosinlerdir (Akpınar ve Kılıç, 2012).

2.3.3.1. Organik asitler

Laktik asit (CH₃-CH (OH)-COOH), laktik asit bakterilerinin fermentasyon yolu ile ürettikleri bir üründür ve bazı mikroorganizmalar üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Laktik asit, organik bir asittir. Ekşi tatta, kokusuz bir maddedir (Theron ve Lues, 2011). Su, alkol ve eterle kolaylıkla karışabilir. Kloroformda çözülmez. İyi bir çözücü, zayıf bir asittir. Kolaylıkla polimerleşir. Bu özellikleri nedeniyle geniş kullanım alanları vardır. Besin maddelerinin korunmasında asidite sağlar Laktik streptokoklar oluşturdukları laktik asit' le pH' yı 4,5 - 4,3'e kadar, laktobasiller de pH değerini 3,5-3,2' ye kadar düşürmektedirler. Laktik asit ortamın pH değerini düşürmekte ve hücre zarının geçirgenliğini artırmaktadır. Böylelikle diğer antimikrobiyal maddelerin aktivitesini güçlendirmektedir. Bunun yanında, laktik ve asetik asitin çözünmemiş formu, hidrofobik özelliği nedeniyle, hücre zarından geçerek hücre içine nüfuz etmektedir. Hücre içinde çözünmesi ve sitoplazmadaki pH düşüşü sonucu hücre ölümü meydana gelmektedir (Dalie ve diğ., 2010).

Asetik asit, heterofermentatif LAB türlerinin glikoz metabolizması sonucu açığa çıkan ürünlerden biridir. Maya, küf ve bakterilere karşı güçlü inaktivasyon özelliğine sahiptir. Düşük pH değerlerinde etkilidir. Laktik asit ile kıyaslanacak olursa asetik asitin antimikrobiyal aktivitesi daha güçlüdür. Asetik asit GRAS statüsündedir, gıda katkısı ve koruyucusu olarak kullanımı yaygındır. Güçlü bir lezzet profiline sahiptir. Asetik asit, et ürünlerinde kontaminasyonu engellemek için kullanılmaktadır. Örneğin karkas üzerine sprey şeklinde uygulanmaktadır. Düşük pH'lı gıdalarda ve içeceklerde mayalar tarafından bozulmayı önlemek için yüksek konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. *S. cerevisiae* gelişimini (pH 4.5) tamamıyla inaktive etmek için 80-150 mM asetik asit kullanılmıştır. Aynı pKa değerinde olan sorbattan 1-3 mM kullanılması aynı etkiyi göstermiştir. *Z. bailii*'nin inaktive edilmesi için gerekli organik

asit konsantrasyonu yasal limitin üstüne çıkabilmektedir. Ayrıca sirke %5 oranında asetik asit içermektedir (Theron ve Lues, 2011).

Propiyonik asit; heterofermentatif LAB türleri tarafından çok az bir miktarda sentezlenebilmektedir. Daha güçlü antimikrobiyal özellik göstermektedir. Antimikrobiyal özelliğinden dolayı gıdalarda yenilebilir kaplama veya film olarak kullanılmaktadır. Hayvan yemlerine eklenerek karkasta kontaminasyonu düşürdüğüne dair bilgiler mevcuttur (Theron ve Lues, 2011).

2.3.3.2. Hidrojen peroksit (H₂O₂)

Laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucu flavoprotein oksidaz enzimiyle hidrojen peroksit (H₂O₂) oluştururlar. Hidrojen peroksit termodinamik bakımdan kararsız bir bileşiktir, su ve oksijene ayrışır. Bu reaksiyon ısı, ışık ve katalizör olmadıkça yavaş cereyan ettiğinden hidrojen peroksit uzun süre saklanabilir. Hidrojen peroksit, ortamda yüksek konsantrasyona vardığı zaman, gerçek antibiyotik olmadığı halde *Staphylococcus*, *Streptococcus* ve *Clostridium* gibi bir çok bakterilerinin gelişimini engelleyebilmektedir (Dalie ve diğ., 2010). Hidrojen peroksit, mikroorganizmaların enzim aktivitelerinin bozulmasına, enzimlerin kimyasal yapısının, biyokimyasal karakterinin ve aktivitelerinin değişikliğe uğramasına ve böylece enzimlerin inaktive olmasına sebep olur.

Oksijen varlığında sentezlenen H₂O₂ LAB'da katalaz enzimi bulunmadığı için bir süre sonra ortamda birikmektedir. Maya, küf ve bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal özelliği bulunmaktadır. Fakat ortamda bulunan diğer organik bileşiklerle reaksiyona girdiği için etkisi uzun sürmemektedir. Üretilen hidrojen peroksit miktarı tek başına antimaya aktivitesi için düşük olsa da diğer metabolitlerle sinerjistik bir etki oluşturabilmektedir (Zalan ve diğ., 2011)

2.3.3.3 Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit (CO₂) temelde heterofermentatif LAB tarafından heksozların fermantasyonu ile üretilmektedir. CO₂'in enzimatik dekarboksilasyon ile inhibe edici anaerobik bir ortam oluşturarak ve hücre zarının çift katlı lipit tabakasında birikip zar geçirgenliğini bozarak antimikrobiyel etki sağladığı düşünülmektedir. CO₂'in inhibisyon derecesi mikroorganizmalar arasında çeşitlilik göstermektedir. %10

oranında CO₂ toplam bakteri yükünü azaltabilir; %20-50 oranında ise güçlü bir antifungal aktivite sağlayabilir (Akpınar ve Kılıç, 2012).

2.3.3.4 Bakteriyosinler

Birçok bakterioysin, gram (+) laktik asit bakterileri tarafından üretilmektedir. Üretmiş oldukları peptid yapısındaki “bakteriyosin” molekülü gıdalarda bozulmalara ve gıda kökenli enfeksiyonlara sebep olan bakterilerin gelişimini engellemekte ve böylece gıdanın raf ömrünü uzatmak için potansiyel biyolojik koruyucu (biopreservatif) görevi görmektedir (Rajaram ve diğ., 2010; Surwase ve diğ., 2011). Günümüzde laktik asit bakterilerinin bakteriosin üretimi probiyotik suş seçiminde önemlidir (Dobson ve diğ., 2012). Genellikle bakteriyosinler katyonik peptitler olarak hidrofobik veya amfipatik özellikleri gösterir ve genellikle bakterilerinin zarını hedef alır (Savadogo ve diğ., 2006).

Bakteriyosin üretme özelliğinin genelde plazmit DNA tarafından kodlanan bir özellik olması ise; üretimde bu özelliğin starter kültür olarak kullanılacak olan suşa aktarılmasına ve böylece daha kaliteli ürün eldesine olanak sağladığı için önemlidir. Bakteriler yapılarına göre üç farklı gruba ayrılır. Birinci sınıf lantibiyotiklerdir. Küçük molekül ağırlığına sahip (< 5 kDa), ısıl stabilitesi yüksektir (Zendo ve Sonomoto, 2011). A ve B alt sınıflarını içerir. Tip A pozitif yüklüdür. Hedef hücrenin membranında porlar oluşturur. Büyüklükleri farklılık gösteren bu porlar, hedef hücre içinde bulunan aminoasit, nükleotit ve diğer maddelerin uzaklaşmasına ve hücre ölümüne sebep olmaktadır. İyi karakterize edilmiş olan nisin molekülü bu gruptadır. Nisin, gram-pozitif bakterilere karşı etkiliyken, gram-negatif bakteriler, mayalar ve küflere karşı etkili değildir. GRAS statüsündedir. Pentasiklik yapıdadır, 34 aminoasit grubu içermektedir. Tip B lantibiyotikler negatif yüklü, globüler yapıdadır (Smid ve Gorris, 2007).

İkinci sınıf bakteriyosinler en geniş grubu oluşturur. Küçük molekül ağırlığına sahip (<10 kDa), ısıl stabilitesi yüksektir. Lantionin içermez ve modifiye edilmemiştir. Ila alt sınıfı pediyosin benzeri moleküllerdir. Güçlü anti-listeriyal aktivitesi olduğu tanımlanmıştır. Sekans dizilimleri iyi korunmuş peptitlerdir. N-terminalinde Try-Gly-Asn-Gly-Val-Xaa-Cys amino asit dizilimini içerirler. Iib alt sınıfı iki peptitli yapıdaki bakteriyosinlerdir. Pediyosin, plantarisin, laktokoksin bu sınıfa dahildir (Molloy ve diğ., 2011; Zendo ve Sonomoto, 2011).

Üçüncü sınıf bakteriyosinler büyük molekül ağırlığına sahip (> 30 kDa), ısıl stabilitesi düşük protein yapılı bileşiklerdir. Helvetisin bu gruba dahildir. Sınıf I ve Sınıf II'deki peptitlerden farklı olarak antimikrobiyal aktiviteleri hücre membranını hedef almaz. Sınıf III bakteriyosinler hedef hücrede bazı temel proteinleri inhibe ederek antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu üç sınıfın haricinde, kompleks protein yapısında ve aktivasyonları için karbonhidrat ve lipit moleküllerini içeren bakteriyosinler dördüncü sınıf olarak gösterilmektedir. Ancak bu sınıf henüz yeterli düzeyde tanımlanmamıştır (Dobson ve diğ., 2007).

Laktik asit bakterilerinin endüstriyel uygulamaları düşünüldüğünde, araştırmaların en temel amacı kullanılabilecek olan LAB suşlarının seçimidir. Bu nedenle, herhangi bir suşun spesifik ve belirgin olarak ayrımını sağlayan güvenilir yöntemlerin uygulanması oldukça önemlidir. LAB identifikasyonunda/tiplendirmesinde kullanılan fenotipik yöntemler bakterilerin cins ve tür bazında ayrımı için halen önemli bir rol olsada yorumlaması oldukça zordur. Bu yöntemler aynı zamanda zaman alıcı olup moleküler yöntemler ile karşılaştırıldıklarında ise daha az ayırım gücüne sahiptirler.

Günümüzde, LAB identifikasyon çalışmalarında ilgi odağı fenotipik yöntemlerden daha kesin ve hassas sonuçlar veren moleküler yöntemlere doğru kaymıştır. Moleküler yöntemler (genotipik), birbirine çok yakın akraba türlerin tespiti, türlerin identifikasyonu ve ayrımı, starter kültür analizleri, gıdalarda bozulmalara ve gastrointestinal enfeksiyonlara neden olan önemli mikroorganizmaların karakterizasyonlarında kullanılarak önem kazanmıştır. Bu yöntemler, güçlü bir ayırım gücüne sahip olmaları, tekrarlanabilir olmaları, uygulamasının kolay olmasının yanında, sonuçların kolay yorumlanabilmesi gibi nedenlerden dolayı son yıllarda sıklıkla kullanılmakta ve geliştirilmektedir (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2011).

2.2.3.5 Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler besinsel ve antioksidan özelliklere sahip olmalarının yanısıra lezzet, burukluk, renk gibi birden fazla duyuşal gıda özelliklerini etkilemekte olup, bitki kökenli birçok gıda ürününün tadına ve aromasına katkıda bulunurlar. Fenolik bileşiklerin aromaya olan katkısı başlıca uçucu fenollerin varlığına bağlıdır ve bunlar ya yüksek alkollerin hidrolizinden üretilebilirler yada maya ve laktik asit bakterileri gibi mikroorganizmaların metabolizmaları sonucunda oluşabilirler. Yine fenolik bileşikler arasında yer alan flavanoidler, doğal gıda pigmentleridir ve sebze ürünlerinin

rengini büyük ölçüde etkilerler (Rodriguez ve diğ., 2009). Bugüne kadar yapılan çalışmalar, fenolik bileşiklerin daha çok LAB'nin gelişimini olumsuz etkilediğini, hatta laktik asit bakterilerinin metabolize ettiği fenolik bileşiklerin de sınırlı sayıda olduğunu göstermiştir (Rodriguez ve diğ., 2009; du Toit ve diğ., 2010).

Fenolik dekarboksilaz enzimi üreten suşların gıdalarda aroma oluşumu veya fermente yiyecek ve içeceklerin organoleptik kalitelerinin kontrolünde kullanılabildikleri bilinmektedir (du Toit ve diğ., 2011).

Couto ve diğ., (2006) yaptıkları çalışmada LAB'nin p-kumarik ve ferulik asitten uçucu fenol oluşturma kapasitesini gaz kromatografisiyle incelemişler ve 13 adet suşun p-kumarik asitten uçucu fenol üretebildiğini, bunlardan sadece üçünün ise 4-etilfenol ürettiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmada, 10 adet suş sadece 4-vinilfenol oluşturabilmiş, *Lb. brevis* ve *Lb. plantarum*'un tek bir suşu p-kumarik ve ferulik asit türevlerini meydana getirmiştir. *Lb. collinoides*'in bir suşunun kuvvetli bir 4-etilfenol üreticisi olduğu anlaşılmıştır. Diğer *Lactobacillus* türlerinin (*Lb. mali*, *Lb. sake* ve *Lb. viridescens*) yüksek konsantrasyonlar da 4-vinilfenol ürettiği saptanmıştır. *Lb. hilgardii* suşları dekarboksilasyon aktivitesi göstermemiştir. Araştırmada 8 adet *Pediococci* suşundan yedisi p-kumarik asitten 4-vinilfenol, *P. acidilactici* ve *P. damnosus*'un da 4-vinilfenol ürettiği belirlenmiştir. Çalışılan iki *O. oeni* suşunun p-kumarik asit türevlerini oluşturamadığı ve test edilen *L. mesenteroides* de uçucu fenol üreticisi olmadığı anlaşılmıştır.

Benzer bir çalışmada gıdalardan izole edilmiş olan *Lactobacillus brevis* suşlarının 15 adet gıda fenoliğini metabolize etme özelliği araştırılmıştır. Sinamik asitlerle yapılan bu çalışmada, *L. brevis*'in sadece p-kumarik, ferulik ve kafeik asitleri metabolize edebildiği gözlenmiştir (Curiel ve diğ., 2010).

L. plantarum iki çeşit fenolik asit dekarboksilaz üretebilmektedir; PAD yada PDC olarak isimlendirilen birinci fenolik dekarboksilaz, p-kumarik, ferulik ve kafeik asitleri vinil türevlerine dekarboksilize etmektedir. Diğer enzimi ise padA (pdc) geni tarafından üretilen fenol asit dekarboksilaz enzimidir ve p-kumarik asite göre ferulik

asit ile çok daha iyi aktive olmaktadır. Bu ikinci enzim hala karakterize edilememiştir (Rodriguez ve diğ., 2009).

2.4 Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen Ekzopolisakkaritler

Mikroorganizmalar; intraselüler (depo) polisakkaritler, ekstraselüler (EPS) polisakkaritler ve yapısal formdaki polisakkaritler olmak üzere 3 ayrı polisakkarit türü sentezlemektedirler. Ekzopolisakkaritler (EPS), bakterinin hücre duvarı ile birleşmiş kapsüller formda (kapsül EPS) veya büyük miktarlarda yapışkan bir şekilde hücre duvarı dışında biriken ve kültür (ekstraselüler) ortamına yayılan bağımsız salgılar olarak üretilen yapılardır (Freitas ve diğ., 2011; Donot ve diğ., 2012). Ekzopolisakkaritler, glikozid bağları ile tekrarlı şeker birimlerini veya glikoz, fruktoz, galaktoz ve mannoz gibi şeker türevlerini içeren uzun zincirli polisakkaritlerdir (Ismail ve Nampoothiri, 2010; Gorska ve diğ., 2010). EPS'ler suda çözünen polimerlerdir ve doğada iyonik ya da iyonik olmayan yapılarda bulunabilirler (Kumar ve Mody, 2009). Piyasada olan mikroorganizmalar tarafından üretilen EPS'ler içinde *Xanthomonas campestris*'den üretilen ksantan gam, *Sphingomonas paucimobilis*'den üretilen gellan gam, *Leuconostoc* spp.'den üretilen dekstran, *Acetobacter xylinum*'den bakteriyel selüloz, *Streptococcus equii*'den üretilen hyaluronik asit, *Agrobacterium*'den üretilen kurdlan, *Erwinia* spp. ve *Bacillus* spp.'den üretilen levan, *Pseudomonas aeruginosa*'dan üretilen aljinat, ve *Rhizobium*'dan üretilen süksinoglukan yer alır (Sobel, 2012; Freitas ve diğ., 2011; Li ve Nie, 2016; Donot ve diğ., 2012). Endüstride mikroorganizmalardan meydana gelen en önemli EPS'ler; ksantan gam ve gellan gam'dır (Freitas ve diğ., 2011; Prajapati ve diğ., 2013).

EPS'lerin yapısından dolayı genel olarak "slimy" (sümüksü, yapışkan) olarak adlandırılır (Badel ve diğ., 2011). Birçok *Bifidobacterium* ve LAB türlerinden EPS biyosentezi gerçekleşir; bu bakteriler tarafından üretilen ekzopolisakkaritler GRAS (Genellikle Güvenli Kabul Edilen) olarak kabul edilmektedir (Badel ve diğ., 2011). Bu bakteriler tarafından üretilen EPS'ler farklı kompozisyonda, farklı yapıda, farklı sertlikte, farklı şeker bağlarına sahip, farklı polimer uzunluğu, farklı şeker içerikleri, proteinlerle farklı ilişkileri ve farklı moleküler ağırlıktadır (Welman ve Maddox, 2003).

Mikrobiyal kaynaklardan elde edilen ekzopolisakkaritler homopolisakkaritler ve heteropolisakkaritler olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadırlar.

Homopolisakkaritler bir tip monosakkaritin tekrarlanan birimlerini içermekte olup glukoz (dekstran, reuteran, mutan) veya fruktanlar (levan, inulin) olmak üzere 2 büyük gruba ayrılmaktadır (Leemhuis ve diğ., 2013). *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Weissella* türleri tarafından üretilmektedirler (Bejar ve diğ., 2013; Kothari ve Goyal, 2013; Ruhmkorf ve diğ., 2013). Heteropolisakkaritler ise oligosakkaritlerin çoklu kopyalarından yapılmış olup her bir tekrarlı birimde iki ya da daha farklı monosakkarit (glikoz, galaktoz, ramnoz) içermektedir (Werning ve diğ., 2012). En önemli heteropolisakkaritler gellan gam, ksantan gam ve kefirandır. Gellan gam, *Spingomonas paucimobilis* ve *Azotobacter chroococcum*'den üretilir (Zhu ve diğ., 2013). Ksantan gam, *Xanthomonas campestris* türünden üretilir (Vorholter ve diğ., 2008). Kefiran, *Lactobacillus kefiranofaciens* türünden üretilir (Wang ve diğ., 2008).

EPS tipleri sentez mekanizmasına ve gerekli öncül maddelere göre değişmektedir. Homopolisakkaritler ve heteropolisakkaritler hücre içi şeker nükleotit öncüllerinden sentezlenen düzensiz tekrarlanan birimlerden oluşmaktadır. Hücre dışı homopolisakkaritlerin sentezinde polimerizasyon reaksiyonu hücre dışı glikoziltransferazlarla gerçekleşmektedir. Glikoziltransferazlar monosakkaritleri, uzayan polisakkarit zincirine eklemektedir. Heteropolisakkaritler sitoplazmada glukoziltransferazlarla oluşturulmakta, dışarı salınmadan önce de hücre dışında polimerize edilmektedir. Heteropolisakkaritlerin yapısı türe özgüdür. EPS' ler monosakkarit kompozisyonu, birimler arası bağlar, yan zincirlerin varlığı ile farklılaşmaktadır. Dalların uzunluğu ve kompozisyonu reolojik özellikleri etkilemektedir (Jolly ve diğ., 2002).

Bakteriyel polisakkaritlerin bitki veya hayvan hidrokolloidlerine göre bazı avantajları vardır (Saija ve diğ., 2010). Bakteriyel polisakkaritler bitki zamları ile karşılaştırıldığında daha yüksek suda çözünürlük özelliği göstermektedir. Aynı zamanda, guar zımkı, keçiyoynuzu çekirdeği zımkı ve akasya sakızı gibi ticari olarak kullanılan polimerler ile karşılaştırıldığında daha stabilize edici, daha jelleştirici, daha iyi emülsifiye edici aktiviteleri ve daha iyi bir viskosite özelliği gösterir (Freitas ve diğ., 2009; Jindal ve diğ., 2011).

EPS üretimi biyosentetik yolun sonucu olup, polisakkaritler üretici suşlar tarafından katabolize edilemediklerinden enerji üreten bir yol değildir. Katabolik ve anabolik yolun ayrılmasında önemli rol oynayan fosfoglukomutaz (PGM) enzimi Glikoz-6-F'ın glikoz-1-F'ye dönüşümünü katalizlemektedir. EPS biyosentezinde merkezi ara ürün

olan Glikoz-1-F şeker nükleotitleri; UDF-Glikoz, UDF-Galaktoz ve dTDF-Rhamnoz'a dönüşmektedir. Glikoz-1F'dan UDFGlu sentezi GalU tarafından, UDF-Glu'dan UDF galaktoz sentezi GalE tarafından ve Glikoz-1F'dan dTDF-Rha sentezi Rfb tarafından katalizlenmektedir. GalU tarafından katalizlenen UDF-Glu sentezi EPS üretiminde önemli bir kontrol noktasıdır (Welman ve Maddox, 2003).

Birçok *Bifidobacterium* ve LAB türlerinden EPS biyosentezi gerçekleşmiştir ve bu moleküllerin üretilen suşların bağışıklık modülasyon kapasitesi ile ilgili rol aldığı düşünülmektedir. EPS'nin bakteriyi koruma özelliği ayrıca antibiyotiklere karşıda fiziksel bir koruyuculuk şeklinde de ortaya çıkmaktadır. Ortamdaki metalik iyonların tutulmasını sağlarlar ayrıca bitki, insan ve hayvan patojenlerinin ürettikleri EPS'lerin virulans faktörler oldukları da bilinmektedir (Hidalgo-Cantabrana ve diğ., 2014).

Laktik asit bakterilerinin ürettiği EPS'lerin molekül büyüklükleri genellikle 10 kDa ile 200 kDa arasında değişmekte olup, 1000 kDa'a kadar çıkabilmektedir (Vaningelgem ve diğ., 2004).

EPS'nin viskozite üzerindeki etkisinin büyük oranda fizikokimyasal özelliklerine bağlı bulunduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, bu biyopolimerlerin yapı-fonksiyon ilişkisine ait bilgiler, özellikle teknolojik uygulamalara uygun polimerlerin seçimi veya tasarlanmasında büyük önem arz etmektedir (Freitas ve diğ., 2011). Genelde fermente süt ürünlerinde EPS sinerisi önlemek, dokuyu ve viskoziteyi iyileştirmek için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda sağlığa yararları bakımından tüketicilere de önerilmektedir. EPS'nin çok çeşitli yapısı bulunmaktadır. Örneğin; *Lb. acidophilus* LMG 9433'ten elde edilen EPS ile *Lb. helveticus* NCDO 766'dan elde edilen EPS D-galaktoz ve D-glukoz içermektedir fakat oranları farklıdır. Et ürünlerinden izole edilen *Lb. sakei* 0-1'den elde edilen EPS ise D-glukoz ve L-rhamnose içermektedir (Gorska-Fraczek ve diğ., 2013).

2.4.1. Ekzopolisakkaritlerin kullanım alanları

Ekzopolisakkaritler (EPS) gıdalarda jelleştirme, viskoziteyi arttırma, stabilizasyonu sağlama, emülsiyon oluşturma, materyalleri enkapsüle etme, aroma ve tat geliştirme ve moleküller arasında bağlayıcılık gibi fonksiyonel özellikler sağlar (Staudt ve diğ., 2012, Charchoghlyan ve Park, 2013). Bu polimerleri üreten bakterilerin kullanımının, bazı durumlarda ticari stabilizörlere ve yağ ikame maddelerine karşı bir alternatif oluşturabileceği ifade edilmektedir (Shi ve diğ., 2014).

Böylece ekzopolisakkaritler; tekstil, deterjan, yapıştırıcı, mikrobiyal olarak zenginleştirilmiş petrol iyileştirmeleri (NEOR), kimya alanında inceltici, atık su iyileştirmeleri, dere yatağı temizlemeleri, mayalanma, akarsu işleme sürecinde, kozmetik, eczacılık ve gıda katkı maddesi olarak oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptirler (Kumar ve Mody, 2009; Freitas ve diğ., 2011).

Bütün bu potansiyele rağmen, bakteriyel EPS şu anda üretim maliyetleri sebebiyle küresel polimer pazarının çok küçük bir bölümünü temsil etmektedir. Ancak EPS'ler çok özel niş pazarlara hitap edebiliyor (Freitas ve diğ., 2011).

Son zamanlarda *W. cibaria* MG1'den üretilen dekstran, cheddar peyniri üretiminde ek kültür olarak kullanılıyor. Nem tutma oranının yükselmesi ile peynir aromasına katkıda bulunduğu görülmüştür (Lynch ve diğ., 2014).

2.4.1.1 Biyofilmler

Biyofilmler hem endüstriye, hem de sağlık üzerine olan etkileri ile gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. EPS biyofilm oluşumunda rol oynayan başlıca maddedir (Vu ve diğ., 2009). Biyofilm, canlı veya cansız bir yüzeye yapışarak kendi ürettikleri polisakkarid bir matriks (ekzopolisakkarit matris) içine gömülü halde yaşayan birçok mikroorganizmanın oluşturduğu topluluktur (Hall-Stoodley ve Stoodley, 2009). Matriksin en önemli fonksiyonları; UV radyasyon, farklı pH koşulları, ozmotik basınç, su kaybı, antibiyotik gibi birçok faktöre karşı bakteriyi korumaktadır. Bu sebeple; biyofilm özelliği gösteren EPS'ler bakteriyi; zararlı mikroorganizmalara, deterjanlara ve antibiyotiklere karşı dirençli hale getirirler (Herasimenka ve diğ., 2007).

Biyofilm; anaerobik mikroorganizmaları düşük pH değerlerinde, yüksek sıcaklık değerlerinden, oksijenin olumsuz etkisinden koruyabilir. Aynı zamanda biyofilm besinleri depo ederek mikroorganizmaları açlıktan korur.

2.4.2 Ekzopolisakkaritlerin sağlık üzerine etkileri

Ekzopolisakkaritlerin sağlık etkisi üzerine yapılan araştırmalarda; birçok ekzopolisakkaritlerin sağlık üzerine olumlu katkıları bulunduğu gözlemlenmiştir (Zhang ve diğ., 2011). Anti-tümör, anti-ülser ve bağışıklığı teşvik edici aktivitesi olduğu bilinmektedir (Liu ve diğ., 2010; Pan ve Mei, 2010). EPS laktoz intoleransı semptomlarını azaltır ve diyareyi önler (Grandy ve diğ., 2010). Ayrıca, şeker polimerlerinin antimikrobiyal özellikler taşıdığı ve yaraların iyileşmesine yardımcı

olduğu bilinmektedir (Rodrigues ve diğ., 2005). EPS üreten laktik asit bakterilerinin üretmeyenlere göre mide ve bağırsaklarda hayatta kalma süreleri daha uzundur (Maeda ve diğ., 2004). EPS'ler aynı zamanda patojenik biyofilmlerin oluşumunu azaltır (Kim ve diğ., 2009).

Tok ve Aslim (2010)'ın yaptığı araştırmada; ev yapımı yoğurttan izole edilen 5 tane *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*'den 3 tane suşun yüksek miktarda EPS ürettiği ve bu EPS'nin az miktarda üretilen EPS suşlarına göre daha fazla kolesterolü düşürdüğü saptanmıştır.

EPS'ler bağırsak mikrobiyal topluluğunun biyofilmi için gerekli olan oligosakkaritleri parçalarına ayırabilir. Bu da bağırsak florasının sağlıklı yaşamına devam etmesini sağlar (Badel ve diğ., 2011).

Ekzopolisakkaritler virüslere karşı bir bağışıklık tepkisinin olduğunu ortaya çıkarmışlardır. *L. delbrueckii* subsp *bulgaricus* (OLL1073R-1)'den izole edilen EPS grip virüsü A/PR/8/34 (H1N1)'e karşı antivirütik aktivite gösterilmiştir (Nagai ve diğ., 2011).

2.4.3. Ekzopolisakkaritlerin geleceği

EPS yapısı hakkında araştırmalar yapıldıkça fiziksel özelliklerini, işlevlerini ve üretim aşamalarını ilk yapıya göre değiştirerek 'tasarım' EPS ifadesi ortaya çıkıyor. Ancak, bu tür EPS'lerin üretimi için yasal onay ve tüketiciler ve gıda sanayi tarafından kabul edilmesi gereklidir. Aynı zamanda, bu biyomoleküllerin ticari olarak geliştirilebilmesi için maliyetlerin etkin kullanılması gereklidir.

İnsan sağlığına yarar sağlayan mikroorganizmalardan elde edilen EPS, yağ miktarı fazla olan ürünlerde yağın yerine kullanılacak metabolitler üretilerek sağlığa faydalı ürünlerin geliştirilmesi ileride EPS projelerinden olacaktır.

Ekzopolisakaritlerin olumsuz etkileri arasında bazı durumlarda gıda bozulmalarına neden olması yer alır. Örneğin; şarap veya elma suyu fermantasyonu sırasında nihai ürünler istenmeyen özelliklere sahip olabilir. EPS, diş çürüğüne neden olan dental plaklardan sorumludur. Ayrıca, EPS birikimi peynir ve süt sektörlerinde birçok teknik ve hijyenik sorunlara neden olabilir (Patel ve diğ., 2012). Bakteriye EPS'nin endüstriyel uygulamaları yüksek üretim maliyetleri nedeniyle sınırlıdır. Streptokoklar ve ilgili cinsleri çok az miktarda EPS üretmelerine rağmen, Laktobasillerin çoğu (Patel

ve diğ, 2012) litre başına 1-10 g EPS üretir. *Weissella* türleri ise; optimize edilmiş koşullar altında 18 g/l EPS üretir (Wongsuphachat ve diğ., 2010). Bu nedenle; bu teknolojik engeller ve EPS üretim maliyeti gibi bariyerlerin aşılması gerekmektedir. Ayrıca, EPS üretiminde suşun genetik instabilitesi, bileşiminde kayıplar yaratmasından kaybı veya üretim veya kompozisyonunun değişikliğinden dolayı endüstriyel uygulamalar açısından bir sorundur.





3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Bakteri kültürleri

Tez çalışmasında kullanılmış olan 5 (beş) çeşit laktik asit bakterisi; bozadan izole edilmiş *Leuconostoc citreum* (A31), *Lactococcus lactis* (A47), *Lactobacillus coryniformis* (C55), *Lactobacillus paracasei* (E8), *Pediococcus parvulus* (E42) suşlarıdır. Çalışmada kullanılan bu bakteri suşları, İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. Dilek HEPERKAN'a ait kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

3.1.2 Buğday suyunun hazırlanması

Aşurelik buğday distile su içinde 1,5 saat boyunca kaynatılıp süzölmüştür. 121 °C'de 15 dakika otoklavda (Hirayama, HV50-L) steril edilmiştir.

3.1.3 Besiyerleri ve çözeltiler

Bu çalışmada kullanılan; MRS Broth, Modifiye-MRS, MRS Agar ve Peptonlu su gibi farklı besiyerlerinin ve çözeltilerin hazırlanma metotları ve kompozisyon içerikleri EK A' da açıklanmıştır.

3.1.4 Kimyasallar ve diğer malzemeler

Bu çalışma boyunca kullanılan kimyasallar; NACI, MRS-Broth, MRS-Agar, etanol, fosfat, fenol, sülfürik asit, meat pepton, meat ekstrakt, yeast ekstrakt, sakkaroz, di-potasyum fosfat, tween-80, di-amonyum hidrojen sitrat, sodium asetat, magnezyum sulfat, mangan sulfatdır. Kullanılan diğer malzemeler; steril tüpler, steril falkon tüpleri, petri kutuları (60x15 mm; 90x15 mm), otomatik ayarlanabilir hacimli pipet (20-200; 100-1000 µL) ve beherdir.

3.2 Metot

3.2.1 Bakteri suşlarının numunelere ekimi

Buğday suyu ve MMRS'ye 10^6 - 10^8 düzeyinde tüm suşlarından alev eşliğinde ekim yapılır. Her suştan paralel ekim yapılır. 30°C 'de 24 saat inkübatörde (Genlab Inc., 160/CLAD/F/D) inkübasyona bırakılır.

3.2.2 İnkübasyondan sonra pH belirleme

Numuneler inkübatörde (Genlab Inc., 160/CLAD/F/D) inkübasyona bırakılır. İnkübasyondan sonra; pH metre'de (pH meter, HI9321 Microprocessor, Hanna instrument) pH ölçülür.

3.2.3 Ekzopolisakkarit eldesi ve ekzopolisakkarit (toplam karbonhidrat) tayini

24 saatlik inkübasyondan sonra numuneler santrifüjlenir (Eppendorf Centrifuge, 5804 R, Germany). Elde edilen EPS'deki toplam karbonhidrat miktarının tayini fenol sülfürik asit yöntemi (T80 UV-Vis Spektrofotometre, PG Instrument Ltd. UK) kullanılarak yapılmıştır. EPS 4 ml fosfat tamponu içinde homojenize edilmiş, üzerine 5 ml %5'lik fenol eklenerek 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Meydana gelen renk değişimi spektrofotometre cihazında 487 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

3.2.4 Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Elde edilen her suşa ait EPS'den 0.1 g alıp buğday suyu ile karıştırılıp vizkoz bir çözelti elde edilir. Ekzopolisakkaritlerin reolojik özellikleri paralel plate sensör kullanılarak (Plate PP35 Ti, D=35 mm, 1.0 mm gap ile) HAAKE RheoStress 1 (Thermo Electron, Typ003-7370, Germany) cihazı ile ölçülmüştür. Kayma hızı 0.01 s^{-1} 'den 300 s^{-1} 'e kadar kullanılmıştır. Ölçüm sıcaklığı oda koşullarında 25°C 'dir. Her bir ölçüm 120 s boyunca yapılmıştır. Değişen kayma hızlarında görünen viskozite ölçülmüştür. Viskozite davranışı, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi Ostwald-de Waele Modeli ile hesaplanmıştır (3.1).

$$\eta = K \dot{\gamma}^{n-1} \quad (3.1)$$

Denklem 3.1'de; η ifadesi vizkozite [Pa.s] değerini, K kıvam katsayısı [Pa.sⁿ], $\dot{\gamma}$ kayma hızı [s⁻¹] ve n akış davranış indeksini (boyutsuz) gösterir.

4. BULGULAR

4.1 pH Ölçümleri

10^6 ve 10^8 başlangıç bakteri sayılı suşların ekiminde 24 saatlik inkübasyondan sonra buğday suyu ve M-MRS'de değişen pH değerleri ve ortalama pH değerleri Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : İnkübasyondan sonra suşlara ve ortamlara göre değişen pH değerleri.

Sıra No		1.paralel (pH)	2.paralel (pH)	Ortalama (pH)
1	Buğday Suyu+A31	3,14	3,16	3,15
2	Buğday Suyu+A47	3,13	3,13	3,13
3	Buğday Suyu+C55	3,25	3,32	3,29
4	Buğday Suyu+E8	3,2	3,21	3,21
5	Buğday Suyu+E42	3,24	3,2	3,22
6	MMRS+A31	3,11	3,15	3,13
7	MMRS+A47	3,1	3,08	3,09
8	MMRS+C55	3,25	3,21	3,23
9	MMRS+E8	3,5	3,48	3,49
10	MMRS+E42	3,48	3,52	3,50

Yapılan analizlerde; buğday suyunda farklı suşların pH değerleri sırasıyla 3,13 [*Lactococcus lactis* (A47)], 3,15 [*Leuconostoc citreum* (A31)], 3,21 [*Lactobacillus*

paracasei (E8)], 3,22 [*Pediococcus parvulus* (E42)] ve 3,29 [*Lactobacillus coryniformis* (C55)] olarak saptanmıştır. MMRS’de farklı suşlarda pH değerleri sırasıyla 3,09 [*Lactococcus lactis* (A47)], 3,13 [*Leuconostoc citreum* (A31)], 3,23 [*Lactobacillus coryniformis* (C55)], 3,49 [*Lactobacillus paracasei* (E8)] ve 3,5 [*Pediococcus parvulus* (E42)] olarak saptanmıştır. MMRS’de en düşük pH A47 suşuna aittir. A47 suşunu A31 suşu takip eder. İnkübasyondan sonra; MMRS’de E42 ile E8 benzer pH değeri gösterirç Buğday suyu için; en düşük pH A47 suşuna aittir. A47 suşunu A31 suşu takip etmektedir. Daha sonra sırasıyla E8, E42, C55 suşları pH düşüklüğü açısından devam etmektedir.

Leonard ve diğ., (2016) yaptığı araştırmada, *Lactobacillus plantarum* CNRZ1997 ve *Lactococcus lactis* suşlarının aktivasyonu sonucu elde edilen pH değerleri 5,5’den küçük, 3,5 civarında bulunmuştur.

Li ve diğ., (2014b) yapmış olduğu araştırmada; *Lactobacillus helveticus* MB2-1 suşu için farklı laktoz konsantrasyonlarında EPS üretimi sonucu son pH değerleri 3,99-4,34 arasındadır.

Hamet ve diğ., (2015) yapmış olduğu çalışmada; kefirde izole edilen EPS üretme yeteneği olan *L. plantarum*, *L. kefiranofaciens* ve *L. paracasei* suşları 30 °C’de süt içerisinde inkübasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sırasında; EPS üretimi 20 mg L⁻¹ -370 mg L⁻¹ arasındadır ve inkübasyon sonucu sütün pH değeri 3,6- 4,5 arasında bulunmuştur.

Juvonen ve diğ. (2015) yapmış olduğu araştırmada; EPS üreten 6 farklı *Lactococcus lactis* suşu havuç fermentasyonu için seçilmiştir. 24 saatlik inkübasyondan sonra pH değeri 5,4’den 3,7-4,3 değerleri arasına düşmüştür. pH düşüşünün LAB faaliyeti sonucu olduğu gözlemlenmiştir.

Salvucci ve diğ., (2016) yaptığı çalışmada; hububatlarından izole edilen laktik asit bakterilerinden *Lb. pentosus* ES124, *Lb. fermentum* ES137 ve *Lb. fermentum* ES148 suşları 24 saatlik inkübasyondan sonra sırasıyla 3,30, 3,23 ve 3,27 pH değerlerine ulaşmıştır. pH düşüklüğünden dolayı ortamı asitlendirme potansiyeli fermente gıdalarda sadece arzu edilen organoleptik özellikleri değil aynı zamanda patojenik mikroorganizmaların gelişmesini önlemek için önemlidir.

4.2 Üretilen EPS Miktarları

Fermentasyon süresinden sonra numunelerde üretilen EPS (toplam karbonhidrat) miktarları ve ortalama değerleri aşağıdaki Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2: İnkübasyondan sonra numunelerde üretilen EPS (toplam karbonhidrat) miktarları (gram).

Sıra No		1.paralel (gram)	2.paralel (gram)	Ortalama (gram)
1	Buğday Suyu+A31	0,78	0,76	0,77
2	Buğday Suyu+A47	0,81	0,8	0,81
3	Buğday Suyu+C55	0,58	0,53	0,56
4	Buğday Suyu+E8	0,71	0,7	0,71
5	Buğday Suyu+E42	0,68	0,63	0,66
6	MMRS+A31	0,52	0,51	0,52
7	MMRS+A47	0,61	0,57	0,59
8	MMRS+C55	0,51	0,46	0,49
9	MMRS+E8	0,47	0,49	0,48
10	MMRS+E42	0,45	0,43	0,44

Yapılan analiz çalışmalarında; kullanılan beş laktik asit bakteri suşu içinde en düşük EPS üretimi M-MRS’de saptanmıştır. M-MRS’de farklı suşlarda EPS miktarları sırasıyla 0,59 g [*Lactococcus lactis* (A47)], 0,52 g [*Leuconostoc citreum* (A31)], 0,49 g [*Lactobacillus coryniformis* (C55)], 0,48 g [*Lactobacillus paracasei* (E8)] ve 0,44 g

[*Pediococcus parvulus* (E42)] olarak saptanmıştır. Buğday suyunun farklı suşlarda EPS miktarları sırasıyla 0,81 g (*Lactococcus lactis* (A47)), 0,77 g (*Leuconostoc citreum* (A31)), 0,71 g (*Lactobacillus paracasei* (E8)), 0,66 g (*Pediococcus parvulus* (E42)) ve 0,56 g (*Lactobacillus coryniformis* (C55)) olarak saptanmıştır. En yüksek EPS üretimi 2 farklı ortam içinde A47 (*Lactococcus lactis*) suşuna aittir. A47'den sonra en yüksek EPS üretimi A31 (*Leuconostoc citreum*) suşuna aittir.

Literatürde LAB arasında *Leuconostoc mesenteroides* alttür *mesenteroides*, *Leuconostoc mesenteroides* alttür *dextranicum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactococcus lactis* alttür *lactis*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus* alttürlerine ait suşların ekzopolisakkarit üretebildiği belirtilmektedir (Leonard ve diğ., 2016; Martensson ve diğ., 2003; Polak-Berecka ve diğ., 2015).

Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin verimi besiyeri bileşimine (karbon ve nitrojen kaynakları, gelişme faktörleri v.b.), sıcaklık, pH, oksijen miktarı, inkübasyon süresi gibi faktörlere bağlıdır. Üretilen EPS verimi optimize edilmeyen kültür koşullarında türden türe 0,045-0,350 g/L arasında değişmektedir. Optimal kültür koşullarında ise 0,150-0,600 g/L olmaktadır (Degeest ve diğ., 2001).

Li ve diğ., (2014b) yaptığı araştırmada; *Lactobacillus plantarum* 70810, *Lactobacillus rhamnosus* 6005 suşlarının reolojik özellikleri soya sütünde incelenmiştir. Ürettiği EPS miktarı 832,15 mg/L olarak bulunmuştur.

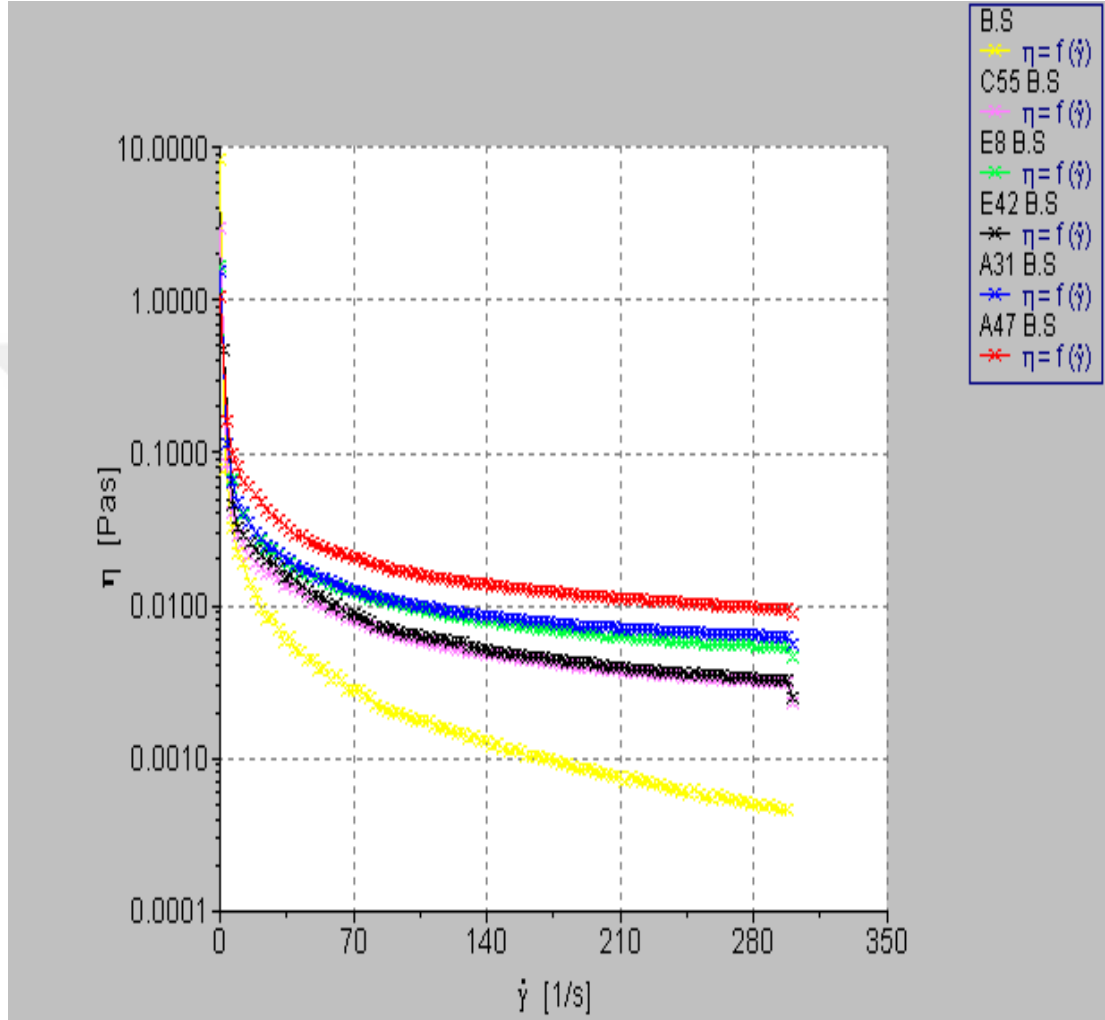
Pan ve Mei (2010) yaptığı çalışmada; Fermentasyondan sonra *L. lactis* alttür *lactis* suşu 950,49 mg/L miktarında EPS üretmiştir.

Yang ve diğ., (2015) yapmış olduğu çalışmada; suda çözünür ekzopolisakkaritden (EPS) ev yapımı Mançurya lahana turşusunda gelişen *Leuconostoc citreum* NM105 elde edilmiştir. Bu suş; MMRS'de %5 sakkaroz ortamda 25 °C'de 48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen sakkaroz miktarı 23,5 g/L'dir.

4.3 Reolojik Sonuçlar

EPS'nin buğday suyu üzerinde viskozite etkisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi kayma hızı artarken viskozite azalmış ve kayma stresi artmıştır. Bu eğilim farklı suşlar eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun Newtonyen olmayan psödoplastik davranışa sahip olduğunu göstermiştir. (Li ve diğ., 2014a).

Ayrıca; 120 saniye boyunca bütün reometrik değerler [zaman (saniye), kayma stresi (Pa), sıcaklık (°C), kayma hızı (s^{-1}) ve viskozite (Pa.s)] EK B’de, farklı numunelerin kayma hızlarına karşılık gelen viskozite değerlerini gösteren şekillerde EK C’de verilmiştir.



Şekil 4.1: 25 °C’de farklı suşlardan elde edilmiş EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun viskozitesinin (Pa.s) kayma hızı (s^{-1}) ile değişimi.

Newtonyen olmayan davranış şekli kayma hızı ile viskozitenin değiştiği davranış şeklidir. Bu tip davranışlar tek bir kayma hızında viskozitenin ölçülmesi ile karakterize edilemezler. Newtonyen olmayan sıvılar için viskozite, görünen viskozite olarak tanımlanmakta ve görünen viskozite kayma hızına bağlı olarak değişmektedir. Newtonyen olmayan davranışlar zamana bağımlı ve zamandan bağımsız olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Zamandan bağımsız davranışlar psödoplastik, dilatant, Bingham plastik ve Herschel-Bulkley olarak sınıflandırılmaktadır. Kayma hızı arttıkça viskozitesi azalan davranışlar psödoplastik veya kayma incelmesi gösteren davranış

olarak tanımlanmaktadır. Ostwald-de Waele ilişkisine göre "n" değeri 1'e eşit ise; Newton sıvı davranışı olarak açıklanır. $n < 1$ ise; psödoplastik sıvılar ve $n > 1$ dilatant sıvılar için tanımlanabilir (Jahangiri ve diğ., 2012).

EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun akış davranış indekslerinin 1'den küçük bulunması da psödoplastik davranışı desteklemektedir. Bütün örneklerin viskoziteleri ve kıvam katsayıları birbirinden farklıdır. Çizelge 4.3'de viskozite davranışı, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi Ostwald-de Waele modeli ile hesaplanmıştır. Kayma hızı 50 ve 200 s^{-1} değerlerinde ortalama viskozite değerlerinden *Lactococcus lactis* (A47) suşu eklenmiş buğday suyunun viskozitesi 0,018 Pa.s değeri ile en yüksek olarak saptanmıştır. *Leuconostoc citreum* (A31) ve *Lactobacillus paracasei* (E8) suşları hemen hemen aynı viskozite değerine sahip olup A47 suşunu takip etmektedir. *Lactobacillus coryniformis* (C55) ve *Pediococcus parvulus* (E42) suşları eklenmiş buğday suyu örnekleri de benzer viskozite değerine sahiptir. 0,003 Pa.s viskozite değeri ile EPS eklenmemiş buğday suyu en düşük viskoziteye sahiptir. Bütün bu sonuçlardan; A47 suşu katılmış buğday suyu örneğinin en yüksek kıvam katsayısı ve görünen viskoziteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bütün suşlarda, kontrol numunesi olan buğday suyuna göre viskozite arttığı gözlemlenmiştir. Buradan EPS eklenmiş numunelerin viskozite değerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.3: 25 °C EPS eklenmiş buğday suları ile kontrol buğday suyunun reometre parametrelerinin karşılaştırılması ve kayma hızı 50 ve 200 s^{-1} 'de ortalama viskozite değerleri.

Sıra No		Viskozite (Pa.s)	Akış Davranış İndeksi (n)	Kıvam Katsayısı (K)	R
1	Buğday Suyu	0,003	0,0025	0,1098	0,99
2	Buğday Suyu+A31	0,011	0,4616	0,1919	0,99
3	Buğday Suyu+A47	0,018	0,4666	0,2015	0,99
4	Buğday Suyu+C55	0,007	0,3200	0,1540	0,99
5	Buğday Suyu+E8	0,011	0,3955	0,1845	0,99
6	Buğday Suyu+E42	0,008	0,3730	0,1665	0,99

Saravanan ve Jayachandran (2008)'de yaptığı çalışmada EPS'nin psödoplastik yapıda olduğunu göstermiştir. Örneğin *L. sanfranciscensis* tarafından üretilen fruktan tip EPS'nin hamur reolojisi ve ekmek tekstürünü pozitif yönde etkilediği gösterilmiştir (Ganzle ve diğ., 2007).

Li ve diğ., (2014) yaptığı araştırmada; *Lactobacillus plantarum* 70810, *Lactobacillus rhamnosus* 6005 suşlarının birçok parametrenin yanında reolojik özellikleri de soya sütünde incelenmiştir. İki farklı suş eklenmiş soya sütü ile kontrol numunesi olan soya sütü karşılaştırıldığında; laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucu viskozite artmıştır. Ayrıca; artan kayma hızına karşılık viskozite değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Miao ve diğ., (2014) yaptığı araştırmada; *Leuconostoc citreum* SK24.002 suşundan elde edilen α -D-glukan fizikokimyasal özellikleri keşfedilmiştir. Kayma hızı 0.01 s^{-1} 'den 100 s^{-1} 'e değerinde psödoplastik davranış göstermiştir. α -D-glukan çözümü asidik ve termal hidrolize dayanıklılık göstermiştir. Yüksek viskozite özelliği gösteren bu çözeltiler gıdalarda koyulaştırıcı ajan ve stabilizatör olarak kullanım için uygun hale gelmektedir.

Hernandez ve diğ., (2008) yapmış olduğu çalışmada; *Lactococcus lactis* alttür *cremoris* JFR1 suşundan üretilen EPS ve süt proteinleri ile etkileşimi incelenmiştir. Beklenen şekilde; EPS konsantrasyonunun artmasıyla çözeltilerin viskozitesi artmıştır.

Gaizka ve diğ., (2010) yapmış olduğu araştırmada; laktik asit bakterilerinden ve yüksek oranda (1,3)- β -D-glukan oluşturan *Lactobacillus suebicus* CUPV221, *Pediococcus parvulus* CUPV1 ve *P. parvulus* CUPV222'nin buldukları ortamın viskozitesini arttırdığı görülmüştür. Düşük pH değerlerine dayanıklı olan bu üç laktik asit suşu *P. parvulus* CUPV22 pH 3.1'e kadar, *L. suebicus* CUPV221 pH 1.8 değerine kadar yaşayabilmektedir. Bu sonuçlar, üç suşun fonksiyonel gıdaların üretimi için potansiyel yararlı olabileceğini göstermektedir.

Kearney ve diğ., (2011) yapmış olduğu çalışmada; rekombinant probiyotik etkisi olan *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 ve *Pediococcus parvulus* suşları beta-glukan üretiminden sorumlu genleri ile yoğurt üretiminde yardımcı madde olarak kullanıldı. Bu bakteriler su bağlayıcı özellik göstermişler ve 28 gün 4 °C sıcaklıkta depolama süresinden sonra yoğurdun tekstürel özelliklerinde gelişme gözlenmiştir. Çünkü;

vizkozitenin arttığı görülmüştür. Bu sırada yoğurtun kendi kültürüne olumsuz etkisi olmadı.



5. TARTIŞMA

5.1 Çevresel Faktörlerin EPS Üretimini Etkilediği Çalışmalar

EPS üretimi birçok faktöre karşı duyarlıdır. Bunlar arasında microorganizma farklılığı, sıcaklık, pH, inkübasyon süresi ve karbon kaynağı yer alır (Wang ve diğ., 2010). EPS'yi çöktürmek için genel olarak kullanılan çözeltiler: etanol, aseton, propanol, izopropanol yer alır (Goh ve diğ., 2005).

Nour El-Dein ve diğ. (2004) yapmış olduğu çalışmada; pH 5.5-5.7 arasında EPS gelişiminin en iyi pH olduğunu göstermiştir. Yine aynı çalışmada; karbon kaynakları arasından glikoz eps üretimine en fazla katkı sağlamıştır.

Ismail ve Nampoothiri (2010) yapmış olduğu çalışmada; *Lactobacillus plantarum* MTCC 9510'dan en yüksek EPS üretimi 35°C'de görülmüştür.

Li ve diğ. (2014) yapmış olduğu çalışmada en yüksek EPS üretim sıcaklığının 37 °C olduğu saptanmıştır.

5.2 Laktik Asit Bakterilerinden Sentezlenen EPS'lerin Araştırıldığı Çalışmalar

Badel ve diğ., (2011) yaptığı araştırmada; laktik asit bakterilerinin az miktarda EPS üretmelerine rağmen; sütün yapısını oluşturmada yeterli olduğunu göstermiştir.

Maalej ve diğ., (2016) yaptığı çalışmada; *Pseudomonas stutzeri* AS22'den elde edilen EPS incelenmiştir. EPS22'nin Newtonyen olmayan davranış gösterdiği ve baskın jel özellik gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen jel; yüksek pH stabilitesine sahiptir. EPS 22, mükemmel emülsifiye edici ve emülsiyon stabilize edici özellikler göstermiştir. % 0.6 optimum bir konsantrasyonda % 100 emülsiyonlaştırıcı indeksleri ile özellikle zeytinyağı ve hekzan gibi hidrofobik bileşikler emülsiyon haline getirmiştir. Geniş sıcaklık (20 °C - 100 °C) ve geniş pH (4,0-10,0) değerlerine maruz kalma sırasında tam emülsiyon yapıcı aktivitesini de muhafaza etmiştir. Bu gibi fonksiyonel özellikleri ile EPS 22, koyulaştırma, jelleştirme maddesi ve gıda, ilaç ve kozmetik ürünlerde uzun vadeli emülsiyonlar oluşturmak için emülsiyon yapıcı olarak kullanılması için iyi bir

aday olmuştur. Sonuç olarak; EPS 22 yüksek viskozite ve psedoplastik yapı göstermiştir. Aynı davranış endüstriyel uygulamalarda kullanılan diğer polimerler için de bildirilmiştir. Örneğin; yüksek moleküler ağırlıkta ve polimerik yapılara sahip olmalarından dolayı Li ve diğ. (2002) yaptığı çalışmadaki ksantan, Silva-Correia ve diğ., (2013) yaptığı çalışmada; gellan ve Zhang ve Nishinari'nin (2009) yaptığı çalışmada kurdlandır.

Han ve diğ., (2015) yaptığı araştırmada; *Bacillus amyloliquefaciens* LPL061'den saflaştırılmış iki ekzopolisakkaritin eeolojik, emülsifikasyon, termostabilite ve bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. EPS1, elekron mikroskobu altında homojen altıgen parçacıkları ile yoğun ip oluşan dolaşmış yapısını göstermektedir. EPS2 ise; düzgün, silindirik partikülleri ile gözenekli sünger bir yapı göstermiştir. İki polisakkaritte yoğun viskozite özelliği göstermiştir ve sakız guar'ına göre ayçiçeği yağı, pirinç yağı, zeytin yağı ve fıstık yağı ile daha iyi bir emülsiyon oluşturma aktivitesi göstermiştir. EPS1'in; yüksek iç viskozitesi, sulu çözelti içinde termal stabilitesi ile yoğun yapısı ve iyi emülsiyon oluşturma aktivitesi ile sanayi uygulamaları için en ümit verici olduğu saptanmıştır.

Tieking ve Gänzle'nin (2005) yaptığı araştırmada; EPS' ler, hamur reolojik parametrelerini ve ekmek kalitesini geliştirmektedir. Kilogram başına 5 g eklenen dekstran buğdaydan yapılan hamurların viskoelastik özelliklerini etkileyerek ekmek hacmini artırmaktadır. In situ (yerinde) olarak üretilen EPS ilave edilenlere göre daha etkili olmaktadır. Sakkarozdan EPS oluşumu mannitol, glikoz, asetat gibi ekmek kalitesini geliştiren metabolitlerin oluşumunu da sağlamaktadır. EPS' ler hamurun su tutmasını, bayatlamasını, soğuk depolama sırasında hamur stabilitesini, hacmini etkileyerek ekmek ve hamur kalitesine etki etmektedir. Ekmeğin aroma, doku, raf ömrü geliştirmekte, katkı maddesi kullanımını azalmaktadır.

Yang ve diğ., yaptığı (2010) çalışmada; EPS üretmeyen yoğurt suşları EPS üreten *L. rhamnosus* JAAS8 ile karşılaştırıldığında; EPS üreten suşların su tutma kapasitesini ve viskozitesini arttırdığı saptanmıştır.

Doğan ve diğ. (2012) yaptığı çalışmada; ekzopolisakkaritlerin kek üretiminde yağ miktarını azaltıcı bileşen olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. EPS çözeltisi içeren keklerin hamur yoğunluğu 0,82–1,23 g/ml ve kek hacimleri 202–242 cm³ arasında değişmiştir. Üretilen keklerin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine yağın lineer

ve kuadratik etkisi, saklama süresi, yağ ve saklama süresi interaksyonu, yağ ve EPS interaksyonu önemli seviyede etkilemiştir. Yağ oranının % 30 azaltılıp, % 30 seviyesine kadar EPS çözeltisi kullanılmasıyla standart tam yağlı kek özelliklerine yakın kek üretilmiştir. Bu keklerin beğenilirlik değeri ise 0,8–1,0 arasında değişmiştir.

Korakli ve diğ., (2002) yaptığı çalışmada; *Lact. Sanfranciscensis* TMW1.392 tarafından üretilen EPS maya fermentasyonu sırasında bifidobakteriler tarafından metabolize edilmiştir. Buğday ve çavdarda bulunan suda çözülebilen polisakaridler de bifidobakteriler ile indirgenmiştir. Bununla birlikte, poli fruktan ve nişasta fraksiyonu hamur fermentasyonu sırasında tahılların enzimleri tarafından parçalanırken, EPS'ler değişmeden kalmıştır. EPS'nin hamur fermentasyonuna besinsel olarak da katkı sağlayacağı bildirilmiştir.



6. SONUÇLAR

Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri genel olarak ürünlere kendine has tat, koku ve yapı kazandırmaktadır. Laktik asit bakterileri ürettikleri metabolitler ile de koruyuculuk özelliği sergilerler. Genel olarak tüketicilerin isteği düşük şeker ve yağ içerikli ve az miktarda katkı maddesi içeren düşük maliyetli ürünlerdir. Bu nedenle, laktik asit bakterilerine ait EPS uygulanabilir alternatif olmuştur. Probiyotik olarak aktif olan bu bileşiklerin tümör oluşumunu engelleyici, bağışıklık sistemini destekleyici ve kan kolesterolünü düşürücü özellikleri de bulunmaktadır. Ekzopolisakkaritlerin gıda endüstrisinde potansiyel kullanımından önce geniş toksikolojik ve reolojik özelliklerinin araştırılması gerekir.

Bu çalışmada beş farklı laktik asit bakterisi kullanılmıştır. Bunlar; *Leuconostoc citreum* (A31), *Lactococcus lactis* (A47), *Lactobacillus coryniformis* (C55), *Lactobacillus paracasei* (E8) ve *Pediococcus parvulus* (E42) suşlarıdır. Elde edilen kültürlerin ekzopolisakkarit oluşturma kapasiteleri saptanmıştır. Bütün suşların hem buğday suyunda hemde MMRS'de EPS ürettiği görülmüştür. Buna göre; *Lactococcus lactis* (A47) ve *Leuconostoc citreum* (A31) ekzopolisakkaritleri her iki ortamda da en fazla miktarda EPS üreten türler olarak belirlenmiştir. En fazla EPS üreten tür *Lactococcus lactis* (A47)'dir. Buğday suyunda 0,805 g, MMRS'de 0,59 g üretmiştir. pH ölçümlerine bakıldığında, başlangıç pH değerlerine göre buğday sularının pH değerleri düşmüş olduğu saptanmış ve bunun laktik asit bakterilerinin faaliyetinin bir sonucu olduğu anlaşılmıştır. En düşük pH değerlerinin her iki ortamda da *Lactococcus lactis* (A47) ve *Leuconostoc citreum* (A31) suşlarına ait olduğunu görülmüştür.

Farklı suşlara ait EPS'lerin sabit konsantrasyonlarda ilave edilerek buğday suyunun yapısına etkisi araştırılmıştır. Reometrik sonuçlara baktığımızda; laktik asit bakterileri eklediğimiz buğday sularının kontrol buğday suyuna göre viskozite değerleri daha yüksek çıkmıştır. Buradan EPS'nin buğday suyunda viskoziteyi arttırdığı sonucuna varılmıştır. En yüksek kıvam katsayısı 0,2015 değeri ile *Lactococcus lactis* (A47) suşuna aittir. *Lactococcus lactis* (A47) suşu eklenmiş buğday suyunun viskozitesinin diğer suşlara oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunu A31, E8, E42 ve C55 suşları takip etmektedir. Reometrik sonuçlara baktığımızda bütün numuneler kayma

hızı arttıkça viskozitesi azalan davranışlar gösterdiği için psödoplastik yapı göstermişlerdir. Başka bir deyişle; kayma incelmesi gösteren davranış olarak tanımlanmaktadır.

Hububat ürünlerinde buğday günlük protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve diyet lifi ihtiyacını karşılama açısından önemli kaynaktır. Buğday gibi ürünlerin fermente edilmesi ile ürünün hem besin kalitesinde hem de duyusal özelliklerinde önemli artışlar sağlanmaktadır.



KAYNAKLAR

- Abrunhosa, L., Ines, A., Rodrigues, A.I., Guimaraes, A., Pereira, V.L., Parpot, P., Mendes-Faia, A. ve Venâncio, A.** (2014). Biodegradation of ochratoxin A by *Pediococcus parvulus* isolated from Douro wines, *International Journal of Food Microbiology*, 188, 45–52.
- Adams, M.R. ve Moss, M.O.** (2008). Food Microbiology, RSC Publishing, London, ss. 314-323.
- Akinterinwa, O. ve Cirino, P.C.** (2008). Heterologous expression of D-xylulokinase from *Pichia stipitis* enables high levels of xylitol production by engineered *Escherichia coli* growing on xylose, *Metabolic Engineering*, 11, 48-55.
- Akinterinwa, O., Khankal, R. ve Carmen Cirino, P.** (2008). Metabolic engineering for bioproduction of sugar alcohols, *Current Opinion in Biotechnology*, 19, 461-467.
- Akpınar, D. ve Kılıç, G.B.** (2012). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen antifungal bileşikler, *Gıda Dergisi*, 37 (1), 47-54.
- Aloys, N. ve Angeline, N.** (2009). Traditional fermented foods and beverages in Burundi, *Food Research International*, 42, 588-594.
- Ammor, M.S. ve Mayo, B.** (2007) Selection Criteria For Lactic Acid Bacteria To Be Used As Functional Starter Cultures In Dry Sausage Production: An Update, *Meat Science.*, 76, 138-146.
- Axelsson, L.** (2009). Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, CRC Press, U.S., ss. 1-17.
- Badel, S., Bernardi, T. ve Michaud, P.** (2011). New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides, *Biotechnology Advances*, 29, 54–66.
- 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.
- Behare, P., Singh, R. ve Singh, R.P.** (2009). Exopolysaccharide-producing mesophilic lactic cultures for preparation of fat-free Dahi - an Indian fermented milk, *Journal of Dairy Research*, 76, 90-97.
- Bejar, W., Gabriel, V., Amari, M., Morel, S., Mezghani, M., Maguin, E., Fontagne-Faucher, C., Bejar, S. ve Chouayekh, H.** (2013). Characterization of glucansucrase and dextran from *Weissella* sp. TN610 with potential as safe food additives, *International Journal of Biological Macromolecules*, 52, 125–132.

- Bendali, F., Madi, N. ve Sadoun, D.** (2011). Beneficial effects of a strain of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* in *Staphylococcus aureus*-induced intestinal and colonic injury, *International Journal of Infectious Diseases*, *15*, 787–794.
- Brownlee, I.A.** (2011). The physiological roles of dietary fibre, *Food Hydrocolloids*, *25*, 238–250.
- Buruleanu, L., Nicolescu, C.L., Bratu, M.G., Manea, I. ve Avram, D.** (2010). Study regarding some metabolic features during lactic acid fermentation of vegetable juices, *Romanian biotechnol. Letters*, *15*, 5177-5188.
- Calasso, M. ve Gobbetti, M.,** (2011). *Lactobacillus* spp.: other species, Encyclopedia of dairy sciences, Academic Press Ltd., New York, ss. 125-131.
- Charchoghlyan, H. ve Park, H.** (2013). Characteristics of a Novel Bacterial Polysaccharide consisted of glucose and mannose as major components, *Food Hydrocolloids*, *30*, 512-518.
- Chanson-Rolle, A., Lappi, J., Meynier, A., Poutanen, K., Vinoy, S. ve Braesco, V.** (2014). Health benefits of whole-grain: A systematic review of the evidence to propose a daily intake recommendation, *The FASEB Journal*, *28*, 11–17.
- Clevelanda, J., Montvillea, T.J., Nesb, I.F. ve Chikindas, M.L.** (2001). Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation, *International Journal of Food Microbiology*, *71*(1), 1-20.
- Couto, J.A., Campos, F.M., Figueiredo, A.R. ve How, T.A.** (2006). Ability of lactic acid bacteria to produce volatile phenols, *American Journal of Enology and Viticulture*, *57*, 166-171.
- Curiel, J.A., Rodríguez, H., Landete, J.M., De las Rivas, B. ve Muñoz, R.** (2010). Ability of *Lactobacillus brevis* strains to degrade food phenolic acids, *Food Chemistry*, *120*, 225-229.
- Çakmakçı, S. ve Çelik İ.** (2007). Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 164, Erzurum.
- Dalie, D.K.D., Deschamps, A.M. ve Richard-Forget, F.** (2010). Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review, *Food Control*, *21*, 370-380.
- Degeest, B., Vaningelgem, F. ve De Vuyst, L.** (2001). Microbial physiology, fermentation kinetics, and process engineering of heteropolysaccharide production by lactic acid bacteria, *International Dairy Journal*, *11*, 747–757.
- De Muynck, C., Leroy, A.I.J., De Maeseneire, S., Arnaut, F., Soetaert, W. ve Vandamme, E.J.,** (2004). Potential of selected lactic acid bacteria to produce food compatible antifungal metabolites, *Microbiological Research*, *159*(4), 339-346.
- de Vrese M. ve Schrezenmeir, J.** (2008). Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics, *Food Biotechnology*, *111*, 1-66.

- Di Cagno, R., Surico, R.F., Paradiso, A., De Angelis, M., Salmon, J.C., Buchin, S., De Gara, L. ve Gobbetti, M.** (2009). Effect of autochthonous lactic acid bacteria starters on healthpromoting and sensory properties of tomato juices, *International Journal of Food Microbiology*, 128, 473–483.
- Dizlek, H.** (2012). Depolama Sırasında Tahıllarda Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişiklikler, *Journal of Food and Feed Science Technology*, 12, 49-57.
- Dobson, A, Cotter, P.D., Ross, R.P. ve Hill, C.** (2012). Bacteriocin Production: A Probiotic Trait, *Applied and Environmental Microbiology*, 78, 1-6.
- Dobson, A.E., Sanozky-Dawes, R.B. ve Klaenhammer, T.R.** (2007). Identification Of An Operon Inducing Peptide Involved In The Production Of Lactacin B By *Lactobacillus Acidophilus*. *Journal of Apply Microbiology*, 103, 1766-1778.
- Doğan, İ.S., Akbaş, Ö. ve Tunçtürk, Y.** (2012). Yağı Azaltılmış Kek Üretiminde Ekzopolisakkarit Kullanımı, *Gıda Dergisi*, 37 (3), 141-148.
- Donot, F., Fontana, A., Baccou, J. C., ve Schorr-Galindo, S.** (2012). Microbial exopolysaccharides: main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction, *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 951-962.
- Douillard, F.P., Ribbera, A., Jarvinen, H.M., Kant, R., Pietila, T.E., Randazzo, C., Paulin, L., Laine, P.K., Caggia, C., von Ossowski, I., Reunanen, J., Satokari, R., Salminen, S., Palva, A. ve de Vos, W.M.** (2013). Comparative Genomic and Functional Analysis of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus rhamnosus* Strains Marketed as Probiotics, *Applied and Environmental Microbiology*, 79, 1923–1933.
- du Toit, M., Engelbrecht, L., Lerm, E. ve Krieger-Weber, S.** (2011). *Lactobacillus*: the next generation of malolactic fermentation starter cultures—an overview, *Food Bioprocess Technology*, 4 (6), 876-906.
- Euzeby, P.J.** (2012). List of prokaryotic names with standing in nomenclature. <http://www.bacterio.cict.fr>
- Evren, M., Apan, M., Tutkun, E. ve Evren, S.** (2011). Geleneksel Fermente Gıdalarda Bulunan Laktik Asit Bakterileri, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(1), 11-17.
- Figuroa-Gonzalez, I., Quijano, G., Ramirez, G. ve Cruz-Guerrero** (2011). Probiotics And Prebiotics – Perspectives And Challenges, *Journal Science Food Agriculture.*, 91, 1341-1348.
- Florow-Paneri, P., Christaki, E. ve Bonos, E.** (2013). Lactic Acid Bacteria As Source of Functional Ingredients, *Intech*, 590-610.
- Freitas, F., Alves, V.D., Carvalheira, M., Costa, N., Oliveira, R., ve Reis, M.A.M.** (2009). Emulsifying behaviour and rheological properties of the extracellular polysac-charide produced by *Pseudomonas oleovorans* grown on glycerol byproduct, *Carbohydrate Polymers*, 78(3), 549–556.
- Freitas, F., Alves, V.D. ve Reis, M.A.M.** (2011). Advances in bacterial exopolysaccharides: from production to Biotechnological applications, *Trends Biotechnol*, 29, 388–398.

- Gaizka, G., Teresa, D.M., Ana, I., Elena, S., Laura, W.M., Paloma, L., Luis, C.A. ve Pilar, F.P.** (2010). Naturally occurring 2-substituted (1,3)-b-D-glucan producing *Lactobacillus suebicus* and *Pediococcus parvulus* strains with potential utility in the production of functional foods, *Bioresource Technology*, 101, 9254–9263.
- Ganzle, M.G., Vermeulen, N. ve Vogel, R.F.** (2007). Carbonhydrate, peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough, *Food Microbiology*, 24(2), 128-138.
- Gill, H ve Prasad, J.** (2008). Bioactive Components of Milk: Probiotics, Immunomodulation, And Health benefits. In: Bosze Z. Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer, New York, USA. ss. 423-464.
- Goh, K.T.K., Haisman, D.R., Archer, R.H. ve Singeh, H.** (2005). Evaluation and modification of existing methods for the quantification of exopolysaccharides in milk-based media, *Food Research International*, 38, 605-613.
- Gorska, S., Jachymek, W., Rybka, J., Strus, M., Heczko, P.B. ve Gamian, A.** (2010). Structural and immunochemical studies of neutral exopolysaccharide produced by *Lactobacillus Johnsonii* 142, *Carbohydr Research*, 345, 108-114.
- Gorska-Fraczek, S., Sandström, C., Kenne, L., Paściak, M., Brzozowska, E., Strus, M., Heczko, P. ve Gamian, A.** (2013). The structure and immunoreactivity of exopolysaccharide isolated from *Lactobacillus johnsonii* strain 151, *Carbohydrate Research*, 378, 148-153.
- Grandy, G., Medina, M., Soria, R., Teran, C.G ve Magdalena, A.** (2010). Probiotics in the treatment of acute rotavirus diarrhoea. A randomized, doubleblind, controlled trial using two different probiotic preparations in Bolivian children, *BMC Infectious Diseases*, 10, s. 253.
- Gürsel, A.** (2001). Sütlü Tatlılar, *Süt Esashi Ürünler*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, ss. 174-189.
- Hall-Stoodley, L. ve Stoodley, P.** (2009). Evolving concept in biofilm infections, *Cellular Microbiology*, 11(7), 1034-1043.
- Hamet, M.F., Piermaria, J.A. ve Abraham, A.G.** (2015). Selection of EPS-producing *Lactobacillus* strains isolated from kefir grains and rheological characterization of the fermented milks, *Food Science and Technology*, 63, 129-135.
- Han, Y., Liu, E., Liu, L., Zhang, B., Wang, Y., Gui, M., Wu, R. ve Lia, P.** (2015). Rheological, emulsifying and thermostability properties of two exopolysaccharides produced by *Bacillus amyloliquefaciens* LPL061. *Carbohydrate Polymers*, 115, 230–237.
- Henker, J., Muller, S., Laass, M.W., Schreiner, A. ve Schulze, J.** (2008) Probiotic *Echerichia Coli* Nissle 1917(EcN) For Successful Remission Maintainance Of Ulcerative Colitis In Children and Adolescents: An Open-label Pilot Study, *Z. Gastroenterol.*, 46, 874-875.

- Herasimenka, Y., Cescutti, P., Impallomeni, G. ve Rizzo, R.** (2007). Exopolysaccharides produced by *Inquilingus limosus*, a new pathogen of cystic fibrosis patients: novel structures with usual components, *Carbohydrate Research*, 342, 2404-2415.
- Hidalgo-Cantabrana, C., Sánchez, B., Milani, C., Ventura, M., Margolles, A. ve Ruas-Madiedo, P.** (2014). Genomic Overview and Biological Functions of Exopolysaccharide Biosynthesis in *Bifidobacterium* spp, *Applied and Environmental Microbiology*, 80(1), 9-18.
- 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*, 41, 202-211.
- Imeson, A.** (2010). Food stabilisers thickening and gelling agents. Wiley-Blackwell (Ed.), ss. 10-343.
- Ismail, B. ve Nampoothiri, K.M.** (2010). Production, purification and structural characterization of an exopolysaccharide produced by a probiotic *Lactobacillus plantarum* MTCC 9510, *Archives of Microbiology*, 192, 1049–1057.
- Jahangiri, P., Streblow, R. ve Müller, D.** (2012). Simulation of Non-Newtonian Fluids using Modelica. *Proceedings of the 9th International Modelica Conference*, Munich, Germany, 3-5 Eylül.
- Jiang, S., Rasmussen, R.A., Nolan, K.M., Frankel, F.R., Lieberman, J., McClure, H.M.** (2007). Live attenuated *Listeria monocytogenes* expressing HIV Gag: immunogenicity in rhesus monkeys, *Vaccine* 25(42), 7470–7479.
- Jolly, L. Vincent, S.J., Duboc, P. ve Neeser, J.R.** (2002). Exploiting exopolysaccharides from lactic acid bacteria, Springer, Berlin.
- Juvonen, R., Honkapää, K., Maina, N.H., Shi, Q., Viljanen, K., Maaheimoa, H., Virkki, L., Tenkanen, M. ve Lantto, R.** (2015). The impact of fermentation with exopolysaccharide producing lactic acid bacteria on rheological, chemical and sensory properties of pureed carrots (*Daucus carota* L.), *International Journal of Food Microbiology* 207, 109–118.
- Karaca, H., Dinçer, E. ve Kıvanç, M.** (2010). Metabolik Mühendisliğinde Laktik Asit Bakterileri, *Akademik Gıda*, 8(1), 32-38.
- Karaçıl, M.Ş. ve Tek, N. A.** (2013). Dünyada Üretilen Fermente Ürünler; Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri, *U.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 163-173.
- Kearneya, N., Stacka, H.M., Tobina, J.T., Chaurina, V., Fenelona, M.A., Fitzgerald, G.F., Rossa, R.P. ve Stanton, C.** (2011). *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 producing recombinant beta-glucan positively influences the functional properties of yoghurt, *International Dairy Journal*, 21(8), 561–567.
- Kıran, F. ve Osmanağaoğlu, Ö.** (2011). Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) İdentifikasyonunda/Tiplendirmesinde Kullanılan Moleküler Yöntemler, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 62-74.

- Kim, Y., Oh, S. ve Kim, S.H.** (2009). Released exopolysaccharide (r-EPS) produced from probiotic bacteria reduce biofilm formation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 379, 324-329.
- Korakli, M., Ganzle, M.G. ve Vogel, R.F.** (2002). Metabolism by bifidobacteria and lactic acid bacteria of polysaccharides from wheat and rye, and exopolysaccharides produced by *Lactobacillus sanfranciscensi*, *Journal of Applied Microbiology*, 92, 958–965.
- Kothari, D. ve Goyal, A.** (2013). Structural characterization of enzymatically synthesized dextran and oligosaccharides from *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-1426 dextransucrase. *Biochemistry (Moscow)*, 78, 1164–1170.
- Kumar, A.S. ve Mody, K.** (2009). Microbial exopolysaccharides: Variety and potential applications. In H. A. R. Bernd (Ed.), *Microbial production of biopolymers and poly-mer. Precursors-Applications and perspectives*, Norfolk, UK: Caister Academic Press, ss. 229–255.
- Lahtinen, S., Ouwehand, A.C., Salminen, S. ve Wright, A.** (2012). *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, Fourth Edition, CRC Press.
- Landberg, R., Marklund, M., Kamal-Eldin, A. ve Åman, P.** (2014). An update on alkylresorcinols – Occurrence, bioavailability, bioactivity and utility as biomarkers, *Journal of Functional Foods*, 7, 77–89.
- Lebert, I., Leroy, S. ve Talon, R.** (2007). Effect of industrial and natural biocides on spoilage, pathogenic and technological strains grown in biofilm, *Food Microbiology*, 24, 281–287.
- 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*, 24(2), 160-168.
- Leblanc, J., Pía Taranto, M., Molina, V. ve Sesma, F.** (2010). B-Group vitamins production by probiotic lactic acid bacteria, *Biotechnology of lactic acid bacteria*, ss. 211-232.
- Leemhuis, H., Pijning, T., Dobruchowska, J.M., van Leeuwen, S.S., Kralj, S., Dijkstra, B.W. ve Dijkhuizen, L.** (2013). Glucansucrases: three-dimensional structures, reactions, mechanism, α -glucan analysis and their implications in biotechnology and food applications, *Journal Biotechnology*, 163, 250–272.
- Leonard, L., Husson, F., Langella, P., Châtel, J.M. ve Saurela, R.** (2016). Aqueous two-phase system cold-set gelation using natural and recombinant probiotic lactic acid bacteria as a gelling agent, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 141, 338–344.
- Li, C., Li, W., Chen, X., Feng, M., Rui, X., Jiang, M. ve Dong, M.** (2014a). Microbiological, physicochemical and rheological properties of fermented soymilk produced with exopolysaccharide (EPS) producing lactic acid bacteria strains, *LWT - Food Science and Technology*, 57, 477-485.

- Li, J.M ve Nie, S.P.** (2016). The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods, *Food Hydrocolloids*, 53, 46- 61.
- Li, W., Ji, J., Rui, X., Yu, J., Tang, W., Chen, X., Jiang, M. ve Dong, M.** (2014b). Production of exopolysaccharides by *Lactobacillus helveticus* MB2-1 and its functional characteristic in vitro. *Food Science and Technology*, 59, 732-739.
- Lindström, C., Holst, O., Nilsson, L., Öste, R. ve Andersson, K.E.** (2012). Effects of *Pediococcus parvulus* 2.6 and its exopolysaccharide on plasma cholesterol levels and inflammatory markers in mice, *AMB Express*, 2, 66.
- Liu, C., Lu, J., Lu, L., Liu, Y., Wang, F. ve Xiao, M.** (2010). Isolation, structural characterization and immunological activity of an exopolysaccharide produced by *Bacillus licheniformis* 8-37-0-1, *Bioresource Technology*, 101, 5528–5533.
- Lynch, K.M., McSweeney, P.L.H., Arendt, E.K., Uniacke-Lowe, T., Galle, S. ve Coffey, A.** (2014). Isolation and characterisation of exopolysaccharide producing *Weissella* and *Lactobacillus* and their application as adjunct cultures in Cheddar cheese, *International Dairy Journal*, 34, 125–134.
- Maalej, H., Hmidet, Boisset, C., Bayma, E., Heyraud, A. ve NasriN, M.** (2016). Rheological and emulsifying properties of a gel-like exopolysaccharide produced by *Pseudomonas stutzeri* AS22, *Food Hydrocolloids*, 52, 634-647.
- Maalej, H., Moalla, D., Boisset, C., Bardaa, S., Ayed, H. B., Sahnoun, Z.** (2014). Rheological, dermal wound healing and in vitro antioxidant properties of exopolysaccharide hydrogel from *Pseudomonas stutzeri* AS22. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 123, 814-824.
- Maeda, H., Zhu, X., Suzuki, S., Suzuki, K. ve Kitamura, S.** (2004). Structural characterization and biological activities of an exopolysaccharide kefiran produced by *LactoBacillus kefiranofaciens* WT-2B(T). *Journal Agriculture Food Chemistry*, 52, 5533-5538.
- Magnusson, J., Ström, K., Roos, S., Sjögren, J. ve Schnürer, J.** (2003). Broad and complex antifungal activity among environmental isolates of lactic acid bacteria, *FEMS Microbiology Letters*, 219, 129-135.
- Martensson, O., Dueñas-Chasco, M., Irastorza, A., Öste, R. ve Holst, O.** (2003). Comparison of growth characteristics and exopolysaccharide formation of two lactic acid bacteria strains, *Pediococcus damnosus* 2.6 and *Lactobacillus Brevis* G-77 in an oat based nondairy medium, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 36, 353-35.
- 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 *Lactobacillus plantarum*, *Postharvest Biology and Technology*, 59, 172-178.
- Mayo, B., Aleksandrak-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.

- McKevith, B.** (2004). Nutritional aspects of cereals, *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 29, 111-142.
- Mesas, J.M., Rodriguez, M.C. ve Alegre, M.T.** (2011). Characterization of lactic acid bacteria from musts and wines of three consecutive vintages of Ribeira Sacra. *Letter Applied Microbiology*, 52, 258–268.
- Miao, M., Bai, A., Jiang, B., Song, Y., Cui, S.W. ve Zhang, T.** (2014). Characterisation of a novel water-soluble polysaccharide from *Leuconostoc citreum* SK24.002, *Food Hydrocolloids*, 36, 265-272.
- Mills, S., Sullivan, O., Hill, C., Fitzgerald, G. ve Ross, R.P.** (2010). The changing face of dairy starter culture research: from genomics to economics, *International Journal of Dairy Technology*, 63(2), 149-170.
- Molloy, E.M., Hill, C., Cotter, P.D. ve Ross, R.P.** (2011). Bacteriocins, Elsevier Ltd., ss. 420-429.
- Muhialdin, B.J., Hassan, Z. ve Sadon, S.K.** (2011). Antifungal Activity of *Lactobacillus fermentum* Te007, *Pediococcus pentosaceus* Te010, *Lactobacillus pentosus* G004, and *L. paracasi* D5 on Selected Foods, *Journal of Food Science*, 76(7), 493-499.
- Nagai, T., Makino, S., Ikegami, S., Itoh, H., ve Yamada, H.** (2011). Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice, *International Immunopharmacology*, 11(12), 2246–2250.
- Nour El-Dein, M.M., El-Fallal, A.A., Toson, E.A ve Hereher, F.E.** (2004). Exopolysaccharides Production by *Pleurotus pulmonarius*: Factors Affecting Formation an Their Structures, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(6), 1078-1084.
- Okçu, G., Alyuntaş E.G. ve Ayhan, K.** (2011). Laktik Asit Fermentasyonunda Fenolik Bileşikler ve Önemi, *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 1(1), 50-63.
- Ouwehand A. C., Vesterlund, S.**, 2004. Antimicrobial components from lactic acid bacteria, ss. 375-396.
- Pan, D. ve Mei, X.** (2010). Antioxidant activity of an exopolysaccharide purified from *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 12, *Carbohydrate Polymers*, 80, 908–914.
- Patel, A.R., Lindström, C., Patel, A., Prajapati, J.B. ve Holst, O.** (2012) Screening and isolation of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria from vegetables and indigenous fermented foods of Gujarat India, *International Journal of fermented foods*, 1, 87-101.
- Patel, A. ve Prajapati, J.B.** (2013). Food and health applications of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria, *Advances in Dairy Research*, 1(2), 1-7.
- Patel, S., Majumder, A. ve Goyal, A.** (2012). Potentials Of Exopolysaccharides From Lactic Acid Bacteria, *Indian Journal Microbiology*, 52, 3-12.

- Phillips, G.O. ve Williams, P.A.** (2009). Handbook of hydrocolloids (2nd ed.).Cambridge:Wood head Publishing Ltd.
- Polak-Berecka, M., Choma, A., Waskoa, A., Górska, S., Gamian, A. ve Cybulska J.** (2015). Physicochemical characterization of exopolysaccharides produced by *Lactobacillus rhamnosus* on various carbon sources, *Carbohydrate Polymers*, 117, 501–509.
- Prajapati, V.D., Jani, G.K., Zala, B.S. ve Khutliwala, T.A.,** (2013). An insight into the emerging exopolysaccharide gellan gum as a novel polymer. *Carbohydr. Polym.*, 93, 670–678.
- Prückler, M., Siebenhandl-Ehn, S., Apprich, S., Höltinger, S., Haas, C., Schmid, E. ve Kneifel, W.** (2014). Wheat bran-based biorefinery 1: Composition of wheat bran and strategies of functionalization, *Food Science and Technology*, 56, 211-221.
- Rajaram, G., Manivasagan, P., Thilagavathi, B. ve Saravanakumar, A.** (2010). Purification And Characterization Of A Bacteriocin Produced By *Lactobacillus Lactis* Isolated From Marine Environment, *Advantages Journal Food Science Technology*, 2, 138-144.
- Rattanachaikunsopon, P. ve Phumkhachorn, P.** (2010). Lactic acid bacteria: their antimicrobial compounds and their uses in food production, *Annals of Biological Research*, 1(4), 218-228.
- Reid, G., Charbonneau, D., Erb, J., Kochanowski, B., Beuerman, D., Poehner, R. ve Bruce, A.W.** (2003). Oral Use Of *Lactobacillus Rhamnosus* GR-1 And *L. Fermentum* RC-14 Significantly Alters Vaginal Flora: Randomized Placebo-Controlled Trial In 64 Healthy Women. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.*, 35, 131-134.
- Ricke, S.C., Koo, O.K. ve Keeton, J.T.** (2013). Fermented meat, poultry, and fish products, *Food microbiology: Fundamentals and frontiers* (4th ed.), Washington, DC: American Society for Microbiology, ss. 857-880.
- Rivera, T., Crouse, J. ve Given, P.S.** (2010). Microencapsulated citrus phytochemicals comprising citrus limonoids and application to beverages, *Scientific Publications*.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R., Carvalho, J.C.** (2005). Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract, *International Journal Antimicrob Agents*, 25, 404-408.
- Rodriguez, H., Curiel J.A., Landete, J.M., Rivas, B., Felipe, F.L., Cordoves, C.G., Mancheno, J.M. ve Munoz, R.** (2009). Food phenolics and lactic acid bacteria, *International Journal of Food Microbiology*, 132, 79-90.
- Ruhmkorf, C., Bork, C., Mischnick, P., Rubsam, H., Becker, T. ve Vogel, R.F.** (2013). Identification of *Lactobacillus curvatus* TMW 1.624 dextranucrase and comparative characterization with *Lactobacillus reuteri* TMW 1.106 and *Lactobacillus animalis* TMW 1.971 dextranucrases, *Food Microbiology*, 34, 52–61.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.M. ve Bressollier, P.** (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field, *LWT - Food Sci Technol*, 50(1), 1–16.

- Saija, N., Welman, A. D., ve Bennett, R. J.** (2010). Development of a dairy-based exopolysaccharide bioingredient, *International Dairy Journal*, 20(9), 603–608.
- Salvuccia, E., LeBlanc, J.G. ve Pérez, G.** (2016). Technological properties of Lactic acid bacteria isolated from raw cereal material, *Food Science and Technology*, 70, 185–191.
- Saravanan, P. ve Jayachandran S.** (2008). Preliminary Characterization of Exopolysaccharides Produced by a Marine Biofilm-Forming Bacterium *Pseudoalteromonas ruthenica* (SBT 033), *Letters in Applied Microbiology*, 46, 1-6.
- Savadogo, A., Ouattara, C.A.T., Bassole, I.H.N. ve Traore, A.S.** (2006). Bacteriocins And Lactic Acid Bacteria – A Minireview, *African Journal Biotechnology*, 5, 678-683.
- Seo, C., Yi, B., Oh, S., Kwon, S., Kim, S., Song, N., Cho, J., Park, K., Ahn, J., Hong, J., Kim, M., Lee, J., ve Park, K.** (2015). Aqueous extracts of hulled barley containing coumaric acid and ferulic acid inhibit adipogenesis in vitro and obesity in vivo, *Journal of Functional Foods*, 12, 208–218.
- Shah, N.P.** (2007) Functional Cultures and Health Benefits, *International Dairy Journal*, 17, 1262-1277.
- Shahidi, F., ve Chandrasekara, A.** (2013). Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review, *Journal of Functional Foods*, 5, 570–581.
- Shi, Z., Zhang, Y., Phillips, G.O. ve Yang, G.** (2014). Utilization of bacterial cellulose in food, *Food Hydrocoll.*, 35, 539–545.
- Silva-Correia, J., Gloria, A., Oliveira, M. B., Mano, J. F., Oliveira, J. M., Ambrosio, L.** (2013). Rheological and mechanical properties of acellular and cell-laden methacrylated gellan gum hydrogels, *Journal of Biomedical Materials Research. Part A*, 101(12), 3438-3446.
- Silva, V.M., Kurozawa, L.E., Park, K.J. ve Hubinger, M.D.** (2012). Influence of carrier agents on the physicochemical properties of mussel protein hydrolysate powder, *Drying Technology*, 653-663.
- Silve, N., Taniwaki, M.H., Junqueira, V., Silveria, N., Nascimento, M. ve Gomes, R.** (2013). Microbiological Examination Methods of Food and Water: A Laboratory Manual, CRC Press, ss. 151-167.
- Smid, E.J. ve Gorris, L.G.M.** (2007). Natural antimicrobials for food preservation in Rahman, M. S., eds, *Handbook of Food Preservation*, CRC Press, Boca Raton FL, ss. 237-258.
- Sobel, R.M.** (2012). Proteins and gums as microencapsulating agents. IFT Pre-Annual Meeting Short Course: Microencapsulation in Food Applications, Las Vegas, NV, ss. 122-132.
- Socol, C.R., Vandenberghe, L.P.D.S., Spier, M.R., Medeiros, A.B.P., Yamagishi, C.T., Lindnen, J.D.D., Pandey, A. ve Thomaz-Socol, V.** (2010). The Potential Of Probiotics: A Review, *Food Technol. bBiotechnol.*, 48, 413-434.

- Sramkova, Z., Gregova, E. ve Sturdik, E.** (2009). Chemical composition and nutritional quality of wheat grain, *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.
- Stack, H.M., Kearney, N., Stanton, C., Fitzgerald, G.F. ve Ross, R.P.** (2010). Association of beta-glucan endogenous production with increased stress tolerance of intestinal Lactobacilli, *Appl Environ Microbiol*, 76, 500-507.
- Staudt, A.K., Wolfe, L.G. ve Shrouf, J.D.** (2012). Variations in exopolysaccharide production by *Rhizobium tropici*, *Arch. Microbiol*, 194, 197–206.
- Surwase, S.S., Adsul, G.G. ve Jadhav, D.S.** (2011). Anti-microbial Activity Associated With Bacteriocin From Lactobacillus Acidophilus, *Journal Reserach Antimicrobial*, 1, 5-8.
- Süzer, S.** (2004). Buğday Tarımı. *Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Trakya.
- Şanlier N.** (2012). Tam tahıl ürünleri ve sağlık üzerine etkileri. Tam Buğday Ekmeği Yaygınlaştırma Sempozyumu, Ankara.
- Şengün, İ.Y.** (2011). Lactic acid bacteria used in the production of fermented foods, *Biological Diversity and Conservation*, 4(1), 42-53.
- Tabibloghmany, F.S. ve Ehsandoost, E.** (2014). An Overview of Healthy and Functionality of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria in the Dairy Industry, *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 4(2), 63-86.
- Theron, M.M. ve Lues, J.F.R.** (2011). Organic acids and food preservation, CRC Press, ABD. ss. 21-95.
- Tieking, M. Ve Gänzle, M.G.** (2005). Exopolysaccharides from cereal associated lactobacilli, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 1-6.
- Tohno, M., Kobayashi, H., Nomura, M., Kitahara, M., Ohkuma, M., Uegaki, R. ve Cai, Y.** (2012). Genotypic and phenotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from Italian ryegrass silage *Animal Science Journal*, 83, 111–120.
- Tok, E. ve Aslim, B.** (2010) Cholesterol removal by some lactic acid bacteria that can be used as probiotic, *Microbiol Immunology*, 54, 257 - 264.
- TS-2974** (2014). Buğday, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tu, R.J., Wu, H.Y., Lock, Y.S. ve Chen, M.J.** (2010). Evaluation of microbial dynamics during the ripening of a traditional Taiwanese naturally fermented ham, *Food Microbiology*, 27(4), 460–467.
- Tucker, A.J., Vandermeij, J.S., Robinson, L.E., Graham, T.E., Bakovic, M. Ve Duncan, A.M.** (2014). Effects of breads of varying carbohydrate quality on postprandial glycaemic, incretin and lipidaemic response after first and second meals in adults with diet-controlled type-2 diabetes, *Journal of Functional Foods*, 6, 116–125
- Tunail, N.** (2009). Mikrobiyoloji, Bölüm 9. Taksonomi ve prokaryotların sınıflandırılması, Ankara.

- Valdez, B.** (2012). Food industrial processes-methods and equipment. Croatia: InTech.
- Vaningelgem, F., Zamfir, M., Adriany, T. ve L. de Vuyst, L.** (2004). Fermentation conditions affecting the bacterial growth and exopolysaccharide production by *Streptococcus thermophilus* ST 111 in milk-based medium, *Journal of Applied Microbiology*, 97, 1257-1273.
- 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*, 134, 33–45.
- Voulgari, K.M., Hatzikamari, A., Delepoglou, P., Georgakopoulos, E., Litopoulou-Tzanetaki E. ve Tzanetakis, N.** (2010). Antifungal activity of non-starter lactic acid bacteria isolates from dairy products, *Food Control*, 21, 136-142.
- Vu, B., Chen, M., Crawford, R.J. ve Ivanova, E.P.** (2009). Bacterial extracellular polysaccharides involved in biofilm formation, *Molecules*, 14, 2535-2554.
- Wang, Y., Ahmed, Z., Feng, W., Li, C. ve Song, S.** (2008). Physicochemical properties of exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* ZW3 isolated from Tibet kefir. *International Journal Biol. Macromol.*, 43, 283–288.
- Wang, Y., Li, C., Liu, P., Ahmed, Z., Xiao, P. ve Bai, X.** (2010). Physical characterization of exopolysaccharide produced by *Lactobacillus plantarum* KF5 isolated from Tibet kefir. *Carbohydrate Polymer*, 82, 895–903.
- Wells, J.M. ve Mercenier, A.** (2008). Mucosal delivery of therapeutic and prophylactic molecules using lactic acid bacteria, *Natural Rev Microbiol*, 6(5), 349–62.
- Welman, A.D. ve Maddox, I.S.** (2003). Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: perspectives and challenges, *Trends Biotechnol*, 21, 269–274.
- Werning, M.L., Notararigo, S., Nácher, M., Fernández de Palencia, P., Aznar, R. ve López, P.** (2012). Biosynthesis, purification and biotechnological use of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. In: El-Samragy, Y. (Ed.), *Food Additives*. Intech, Croacia, ss. 83–114.
- Wongsuphachat, W., H-Kittikun, A. ve Maneerat, S.** (2010). Optimization of exopolysaccharides production by *Weissella confusa* NH 02 isolated from Thai fermented sausages, *Songklanakarinn Journal Science Technology*, 32(1), 27-35.
- Xu, H. Q., Wang, W. W., Jiang, Y. S. ve Wang, Z. J.** (2008). Study on fermentation properties of lactic acid bacteria isolated from traditional fermented meat products, *Science and Technology of Food Industry (Chinese)*, 1(29), 88–92.

- Yang, R.D., Chen, Q. ve Chen, H.Y.** (2003). Progress in fermented goods of Lactobacillus, *Guangzhou food industry and technology (Chinese)*, 19, 79–83.
- Yang, Y., Peng, Q., Guo, Y., Han, Y., Xiao, H. ve Zhou, Z.** (2015). Isolation and characterization of dextran produced by *Leuconostoc citreum* NM105 from manchurian sauerkraut, *Carbohydrate Polymers*, 133, 365–372.
- Yang, Z., Li, S., Zhang, X., Zeng, X., Li, D.** (2010). Capsular and slime-polysaccharide production by *LactoBacillus rhamnosus* JAAS8 isolated from Chinese sauerkraut: Potential application in fermented milk products, *Journal Bioscience Bioengineering*, 110, 53-57.
- Yörük, G.N ve Güner, A.** (2011). Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Weissella Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi, *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 6(2), 163-176.
- Zalan, Z., Hudacek, J., Toth-Markus, M., Husova, E., Solichova, K., Hegyi, F., Plockova, M., Chumchalova, J. ve Halasz, A.** (2011). Sensorically and antimicrobially active metabolite production of Lactobacillus strains on Jerusalem artichoke juice, *Journal of Science and Food Agriculture*, 91, 672–679
- Zendo, T. ve Sonomoto, K.** (2011). Classification And Diversity Of Bacteriocin. In: Sonomoto K, Yokota A, editors. Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria: Current Progress in Advanced Research. Caister Academic Press, Portland, USA.
- Zhang, H. ve Nishinari, K.** (2009). Characterization of the conformation and comparison of shear and extensional properties of curdlan in DMSO, *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1570-1578.
- Zhang, Y., Li, S., Zhang, C., Luo, Y., Zhang, H. ve Yang, Z.** (2011). Growth And Exopolysaccharide Production By *Lactobacillus Fermentum* F6 In Skim Milk, *African Journal Biotechnology*, 10, 2080-2091.
- Zhu, G., Sheng, L. ve Tong, Q.** (2013). A new strategy to enhance gellan production by two-stage culture in *Sphingomonas paucimobilis*, *Carbohydrate Polymers*, 98, 829–834.



EKLER

EK A: BAKTERİLERİN GELİŞİMLERİNDE KULLANILAN BESİYERLERİ VE ÇÖZELTİLER

EK B: REOMETRE DEĞERLERİ

EK C: KAYMA HIZINA KARŞILIK GELEN VİZKOZİTE DEĞERLERİNİ GÖSTEREN ŞEKİLLER



EK A

Modifiye-MMRS:

1L distile su için

Peptone from meat	10 g
Meat extract	8 g
Yeast extract	4 g
Sucrose	100 g
Dipotassium phosphate (K ₂ HPO ₄)	2 g
Tween-80	1 g
Diammonium hydrogen citrate (C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₇)	2 g
Sodium acetate (CH ₃ COONa)	5 g
Magnesium sulphate (MgSO ₄)	0.2 g
Manganase(II) sulphate (MnSO ₄)	0,04 g

Besi yeri içerikleri 1000 ml distile su içerisinde çözülerek pH 5.7'e ayarlanmıştır. Falcon tüplerine 10 ml olacak şekilde dağıtılır, sterilizasyon 121 °C'de 15 dakika süre ile yapılmıştır.

MRS Agar:

Hassas terazide 67.15 g MRS agar besi yeri tartılarak 1000 ml distile su içerisine çözüldürülmüştür. Ortalama 5 ml tüplere koyup, sterilizasyon 121 °C'de 15 dakika süre ile yapılmıştır. Otoklav işleminden sonra yatık bir şekilde tüpler soğumaya bırakılır. Eş zamanlı 1000 ml MRS Agar besiyeri; petrilere dökmek üzere; beherde hazırlanır ve 121 °C'de 15 dakika otoklavda (Hirayama, HV50-L) steril edilmiştir.

MRS Broth:

Hassas terazide 52 g MRS Broth besi yeri tartılarak 1000 ml distile su içerisine çözüldürülmüştür. Tüplere 10 ml koyup, sterilizasyon 121 °C'de 15 dakika süre ile yapılmıştır.

Peptonlu su:

1 gr peptone from meat ile 8.5 gr NaCl 1000 ml distile suda çözüldürülmüştür. Tüplere 9 ml koyup, sterilizasyon 121 °C'de 15 dakika süre ile yapılmıştır.

EK B**Çizelge B.1:** Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

Buğday Suyu	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 1	0,643	0,06501	0,938	24,99	0,112	8,396
1 2	1,833	1,255	0,245	25	3,138	0,07809
1 3	3,046	2,468	0,199	25	6,21	0,03208
1 4	4,228	3,651	0,204	24,99	9,142	0,02229
1 5	5,471	4,893	0,23	24,99	12,2	0,01884
1 6	6,709	6,131	0,213	24,99	15,39	0,01386
1 7	7,859	7,281	0,218	25	18,19	0,01197
1 8	9,119	8,541	0,201	24,99	21,38	0,00941
1 9	10,33	9,749	0,197	25	24,31	0,00809
1 10	11,52	10,95	0,229	25	27,37	0,00836
1 11	12,73	12,15	0,216	25	30,43	0,00709
1 12	13,97	13,4	0,19	24,99	33,49	0,00566
1 13	15,16	14,58	0,222	25	36,42	0,0061
1 14	16,4	15,82	0,2	25	39,61	0,00505
1 15	17,59	17,01	0,213	25	42,54	0,00501
1 16	18,76	18,19	0,201	25	45,48	0,00443
1 17	20,04	19,46	0,21	25	48,67	0,00432
1 18	21,23	20,65	0,196	25	51,6	0,0038
1 19	22,43	21,86	0,212	25	54,66	0,00388
1 20	23,69	23,11	0,185	25	57,72	0,0032
1 21	24,86	24,28	0,21	24,99	60,65	0,00346
1 22	26,06	25,48	0,202	25	63,71	0,00318
1 23	27,3	26,72	0,183	25	66,78	0,00274
1 24	28,49	27,91	0,194	24,99	69,84	0,00278
1 25	29,68	29,11	0,205	24,99	72,77	0,00282
1 26	30,9	30,32	0,197	25	75,83	0,0026
1 27	32,13	31,55	0,194	25	78,9	0,00246
1 28	33,31	32,73	0,181	25	81,83	0,00221
1 29	34,55	33,97	0,18	25	84,89	0,00212
1 30	35,74	35,16	0,182	25	87,96	0,00207
1 31	37	36,42	0,179	25	91,15	0,00197
1 32	38,18	37,61	0,182	25	94,08	0,00194
1 33	39,44	38,86	0,182	24,99	97,14	0,00187
1 34	40,63	40,05	0,184	24,99	100,2	0,00183
1 35	41,81	41,23	0,184	24,99	103,1	0,00178
1 36	43,06	42,48	0,187	25	106,2	0,00176
1 37	44,26	43,68	0,189	25	109,3	0,00173

Çizelge B.1 (devam): Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

Buğday Suyu	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 38	45,49	44,91	0,181	24,99	112,3	0,00161
1 39	46,68	46,1	0,182	25	115,3	0,00158
1 40	47,87	47,29	0,182	25	118,3	0,00154
1 41	49,12	48,54	0,183	25	121,4	0,00151
1 42	50,3	49,72	0,177	25	124,3	0,00142
1 43	51,49	50,92	0,181	25,01	127,4	0,00142
1 44	52,74	52,17	0,175	25	130,5	0,00134
1 45	53,94	53,36	0,182	25	133,5	0,00137
1 46	55,18	54,6	0,174	24,99	136,6	0,00128
1 47	56,37	55,79	0,179	24,99	139,5	0,00128
1 48	57,55	56,98	0,171	25	142,6	0,0012
1 49	58,81	58,23	0,18	25	145,6	0,00123
1 50	60	59,42	0,171	25	148,6	0,00115
1 51	61,25	60,67	0,17	24,99	151,8	0,00112
1 52	62,43	61,86	0,176	25	154,7	0,00114
1 53	63,63	63,05	0,172	25	157,8	0,00109
1 54	64,83	64,25	0,165	24,99	160,7	0,00103
1 55	66,09	65,52	0,169	24,99	163,9	0,00103
1 56	67,28	66,7	0,173	24,99	166,8	0,00104
1 57	68,48	67,91	0,169	25	169,9	0,001
1 58	69,68	69,1	0,167	25	172,8	0,00097
1 59	70,93	70,35	0,166	25	176	0,00094
1 60	72,12	71,54	0,165	25,01	178,9	0,00092
1 61	73,37	72,79	0,163	25	182,1	0,0009
1 62	74,52	73,95	0,162	25	184,9	0,00087
1 63	75,78	75,2	0,16	25	188,1	0,00085
1 64	76,97	76,4	0,161	24,99	191,1	0,00084
1 65	78,16	77,58	0,163	24,99	194,1	0,00084
1 66	79,41	78,83	0,163	25	197,2	0,00083
1 67	80,63	80,05	0,155	25	200,3	0,00078
1 68	81,8	81,22	0,158	24,99	203,2	0,00078
1 69	83,06	82,49	0,157	24,99	206,4	0,00076
1 70	84,24	83,67	0,159	25	209,3	0,00076
1 71	85,43	84,86	0,15	25	212,2	0,00071
1 72	86,7	86,13	0,159	25	215,4	0,00074
1 73	87,9	87,32	0,155	24,99	218,5	0,00071
1 74	89,08	88,5	0,154	25	221,4	0,0007
1 75	90,33	89,76	0,154	25	224,5	0,00068
1 76	91,5	90,93	0,15	25	227,4	0,00066
1 77	92,76	92,18	0,152	25	230,6	0,00066

Çizelge B.1 (devam): Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

Buğday Suyu	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 78	93,96	93,38	0,151	24,99	233,6	0,00064
1 79	95,15	94,57	0,148	25	236,6	0,00062
1 80	96,39	95,81	0,151	25	239,7	0,00063
1 81	97,58	97	0,144	25	242,6	0,00059
1 82	98,82	98,24	0,141	24,99	245,8	0,00057
1 83	100	99,47	0,152	25	248,9	0,00061
1 84	101,2	100,6	0,145	25	251,8	0,00058
1 85	102,4	101,8	0,14	25	254,7	0,00055
1 86	103,7	103,1	0,138	24,99	257,9	0,00054
1 87	104,8	104,3	0,147	24,99	260,9	0,00056
1 88	106,1	105,5	0,144	24,99	263,9	0,00055
1 89	107,3	106,7	0,143	25	266,9	0,00053
1 90	108,5	107,9	0,143	25	269,9	0,00053
1 91	109,7	109,1	0,141	25	273	0,00052
1 92	110,9	110,3	0,142	25	276	0,00051
1 93	112,2	111,6	0,14	25,01	279,1	0,0005
1 94	113,4	112,8	0,139	25	282,2	0,00049
1 95	114,5	114	0,135	24,99	285,1	0,00047
1 96	115,8	115,2	0,14	25	288,3	0,00049
1 97	117	116,4	0,14	25	291,3	0,00048
1 98	118,2	117,6	0,136	25	294,2	0,00046
1 99	119,4	118,8	0,138	25	297,3	0,00046
1 100	120,6	120	0	24,99	300	0

Çizelge B.2: A31 (*Leuconostoc citreum*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A31	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 1	0,667	0,06251	0,262	25	0,168	1,56
1 2	1,86	1,255	0,356	24,99	3,161	0,113
1 3	3,11	2,505	0,404	25	6,359	0,06354
1 4	4,273	3,668	0,442	25	9,291	0,04753
1 5	5,483	4,878	0,502	25	12,22	0,04105
1 6	6,673	6,068	0,539	24,99	15,28	0,03529
1 7	7,881	7,276	0,556	25	18,34	0,0303
1 8	9,149	8,544	0,584	25	21,4	0,0273
1 9	10,33	9,729	0,597	24,99	24,46	0,02443
1 10	11,59	10,99	0,659	24,99	27,52	0,02396

Çizelge B.2 (devam): A31 (*Leuconostoc citreum*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A31	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 11	12,76	12,16	0,672	25	30,45	0,02208
1 12	13,95	13,34	0,68	25	33,39	0,02038
1 13	15,2	14,6	0,717	25	36,57	0,01961
1 14	16,38	15,77	0,708	24,99	39,51	0,01792
1 15	17,62	17,02	0,739	25	42,69	0,01731
1 16	18,82	18,22	0,769	25,01	45,63	0,01686
1 17	20,09	19,49	0,783	25	48,81	0,01605
1 18	21,26	20,66	0,776	25	51,75	0,015
1 19	22,44	21,83	0,816	24,99	54,68	0,01493
1 20	23,65	23,05	0,823	25	57,74	0,01426
1 21	24,9	24,3	0,842	25	60,8	0,01385
1 22	26,08	25,48	0,854	25	63,73	0,0134
1 23	27,34	26,73	0,864	25	66,92	0,01291
1 24	28,5	27,89	0,877	24,99	69,86	0,01256
1 25	29,7	29,1	0,91	24,99	72,79	0,0125
1 26	30,94	30,34	0,911	25	75,98	0,01199
1 27	32,13	31,53	0,918	25	78,92	0,01163
1 28	33,37	32,77	0,93	24,99	81,98	0,01134
1 29	34,55	33,95	0,933	25	85,04	0,01097
1 30	35,81	35,21	0,957	25	88,11	0,01087
1 31	36,98	36,37	0,965	25	91,04	0,0106
1 32	38,23	37,63	0,986	25	94,23	0,01046
1 33	39,4	38,8	0,992	25	97,16	0,01021
1 34	40,66	40,06	1,012	25,01	100,2	0,01009
1 35	41,83	41,23	1,025	25	103,2	0,009931
1 36	43,03	42,43	1,04	25	106,2	0,009788
1 37	44,28	43,67	1,058	24,99	109,3	0,009685
1 38	45,48	44,88	1,066	24,99	112,3	0,009489
1 39	46,74	46,14	1,081	25	115,5	0,009357
1 40	47,91	47,31	1,094	25	118,3	0,009243
1 41	49,1	48,5	1,11	25	121,4	0,009142
1 42	50,34	49,73	1,116	24,99	124,5	0,008965
1 43	51,53	50,92	1,134	25	127,4	0,008897
1 44	52,76	52,16	1,141	25	130,6	0,008734
1 45	53,97	53,37	1,16	25	133,5	0,00869
1 46	55,23	54,62	1,168	24,99	136,7	0,008543
1 47	56,4	55,79	1,186	24,99	139,7	0,008492
1 48	57,59	56,98	1,191	25	142,6	0,008352
1 49	58,79	58,19	1,214	24,99	145,7	0,008337
1 50	60,05	59,45	1,22	24,99	148,8	0,0082
1 51	61,24	60,64	1,232	24,99	151,8	0,008116

Çizelge B.2 (devam): A31 (*Leuconostoc citreum*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A31	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 52	62,43	61,83	1,249	25	154,7	0,00807
1 53	63,7	63,1	1,259	25	157,9	0,007975
1 54	64,9	64,3	1,266	25	161	0,007862
1 55	66,08	65,48	1,289	24,99	163,9	0,007862
1 56	67,32	66,72	1,302	25	167	0,007798
1 57	68,51	67,9	1,31	25,01	169,9	0,007713
1 58	69,76	69,15	1,324	25	173,1	0,00765
1 59	70,94	70,34	1,337	25	176	0,007595
1 60	72,17	71,56	1,347	24,99	179,1	0,007522
1 61	73,35	72,75	1,357	25	182	0,007456
1 62	74,59	73,99	1,373	25	185,2	0,007416
1 63	75,79	75,18	1,385	25	188,2	0,007359
1 64	76,97	76,37	1,397	25	191,1	0,00731
1 65	78,22	77,61	1,416	25	194,3	0,007287
1 66	79,42	78,81	1,427	25	197,2	0,007235
1 67	80,67	80,07	1,436	25,01	200,4	0,007168
1 68	81,84	81,23	1,451	25,01	203,3	0,007138
1 69	83,05	82,44	1,464	25	206,3	0,007097
1 70	84,3	83,69	1,478	25	209,5	0,007058
1 71	85,49	84,88	1,485	25	212,4	0,006993
1 72	86,73	86,12	1,504	25	215,6	0,006976
1 73	87,91	87,3	1,517	25	218,5	0,006942
1 74	89,13	88,53	1,531	24,99	221,6	0,006908
1 75	90,32	89,72	1,543	24,99	224,5	0,006873
1 76	91,57	90,96	1,554	25	227,6	0,006826
1 77	92,75	92,15	1,569	25	230,6	0,006801
1 78	93,98	93,38	1,582	25	233,7	0,006769
1 79	95,18	94,58	1,594	24,99	236,6	0,006734
1 80	96,41	95,81	1,608	25	239,7	0,006709
1 81	97,58	96,98	1,618	25	242,6	0,006667
1 82	98,82	98,22	1,631	25	245,8	0,006635
1 83	100	99,39	1,648	25	248,8	0,006623
1 84	101,3	100,7	1,661	25	251,9	0,006591
1 85	102,4	101,8	1,672	24,99	254,9	0,006558
1 86	103,7	103,1	1,682	24,98	257,9	0,00652
1 87	104,9	104,3	1,702	25	260,9	0,006523
1 88	106,1	105,5	1,715	25	264,1	0,006493
1 89	107,3	106,7	1,728	24,99	267	0,006472
1 90	108,6	108	1,739	24,99	270,2	0,006435
1 91	109,7	109,1	1,753	24,99	273,1	0,006418
1 92	110,9	110,3	1,766	24,99	276,1	0,006399

Çizelge B.2 (devam): A31 (*Leuconostoc citreum*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A31	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 93	112,2	111,6	1,776	24,99	279,3	0,006358
1 94	113,4	112,8	1,789	24,99	282,2	0,00634
1 95	114,6	114	1,795	25	285,3	0,006293
1 96	115,8	115,2	1,817	25	288,3	0,0063
1 97	117	116,4	1,829	25	291,3	0,006281
1 98	118,2	117,6	1,836	24,99	294,4	0,006236
1 99	119,4	118,8	1,852	24,99	297,4	0,006227
1 100	120,6	120	1,633	25	300	0,005444

Çizelge B.3: A47 (*Lactococcus lactis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A47	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 1	0,673	0,06001	0,209	25	0,202	1,038
1 2	1,853	1,24	0,525	25,01	3,219	0,163
1 3	3,108	2,495	0,625	25,01	6,287	0,09945
1 4	4,263	3,651	0,733	25,01	9,219	0,07947
1 5	5,501	4,888	0,803	25	12,28	0,06536
1 6	6,684	6,071	0,914	25	15,21	0,06012
1 7	7,886	7,274	0,952	25	18,27	0,05212
1 8	9,159	8,546	1,003	25	21,46	0,04674
1 9	10,35	9,736	1,024	25	24,39	0,04199
1 10	11,52	10,91	1,07	24,99	27,32	0,03915
1 11	12,79	12,18	1,087	24,99	30,51	0,03562
1 12	13,97	13,36	1,108	24,99	33,44	0,03314
1 13	15,18	14,57	1,15	24,99	36,5	0,0315
1 14	16,38	15,77	1,15	25	39,56	0,02907
1 15	17,64	17,02	1,21	25	42,62	0,02838
1 16	18,82	18,21	1,225	25	45,56	0,0269
1 17	20,08	19,47	1,263	25	48,74	0,0259
1 18	21,26	20,64	1,27	25,01	51,68	0,02458
1 19	22,44	21,82	1,318	25	54,61	0,02413
1 20	23,69	23,08	1,324	25	57,8	0,0229
1 21	24,88	24,27	1,347	25	60,73	0,02218
1 22	26,15	25,53	1,396	25	63,92	0,02184
1 23	27,31	26,7	1,411	25	66,85	0,0211
1 24	28,56	27,94	1,398	25	69,91	0,02
1 25	29,75	29,13	1,457	25,01	72,98	0,01997
1 26	30,94	30,33	1,486	25,01	75,91	0,01958
1 27	32,18	31,57	1,489	25	78,97	0,01886
1 28	33,38	32,77	1,504	25	82,04	0,01834

Çizelge B.3 (devam): A47 (*Lactococcus lactis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A47	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 29	34,56	33,95	1,53	25,01	84,97	0,01801
1 30	35,79	35,18	1,544	25,02	88,04	0,01754
1 31	37,04	36,43	1,558	25,01	91,22	0,01707
1 32	38,2	37,58	1,587	25,01	94,03	0,01688
1 33	39,43	38,82	1,615	25	97,22	0,01661
1 34	40,64	40,03	1,623	24,99	100,2	0,0162
1 35	41,84	41,22	1,654	25	103,2	0,01602
1 36	43,09	42,47	1,673	25	106,3	0,01574
1 37	44,25	43,64	1,716	25	109,2	0,01571
1 38	45,49	44,88	1,711	25	112,3	0,01524
1 39	46,68	46,07	1,739	24,99	115,3	0,01508
1 40	47,95	47,34	1,768	24,99	118,5	0,01492
1 41	49,16	48,55	1,781	25	121,5	0,01466
1 42	50,35	49,74	1,802	25	124,5	0,01447
1 43	51,56	50,95	1,837	25	127,5	0,01441
1 44	52,73	52,12	1,84	25	130,4	0,01411
1 45	54,01	53,39	1,862	25,01	133,6	0,01394
1 46	55,19	54,58	1,876	25,01	136,7	0,01373
1 47	56,39	55,78	1,927	25,01	139,6	0,0138
1 48	57,59	56,98	1,923	25	142,7	0,01348
1 49	58,85	58,23	1,945	25	145,7	0,01335
1 50	60,01	59,4	1,969	24,99	148,6	0,01324
1 51	61,26	60,65	1,981	24,99	151,8	0,01305
1 52	62,45	61,84	2,01	24,99	154,8	0,01298
1 53	63,7	63,09	2,019	24,99	157,8	0,01279
1 54	64,89	64,27	2,036	24,99	160,9	0,01266
1 55	66,08	65,47	2,053	24,99	163,8	0,01253
1 56	67,33	66,72	2,075	25	167	0,01242
1 57	68,49	67,88	2,104	25	169,8	0,01239
1 58	69,74	69,13	2,117	24,99	173	0,01224
1 59	70,93	70,31	2,136	25	176	0,01214
1 60	72,16	71,55	2,158	25	179	0,01206
1 61	73,35	72,74	2,162	24,99	182,1	0,01188
1 62	74,61	74	2,187	24,99	185,1	0,01181
1 63	75,8	75,19	2,195	25	188,2	0,01166
1 64	76,99	76,38	2,226	25	191,1	0,01165
1 65	78,24	77,63	2,238	24,99	194,3	0,01152
1 66	79,4	78,79	2,258	24,99	197,1	0,01146
1 67	80,65	80,04	2,28	24,99	200,3	0,01138
1 68	81,84	81,23	2,297	25	203,3	0,0113
1 69	83,09	82,48	2,313	25	206,5	0,01121
1 70	84,3	83,68	2,32	25	209,4	0,01108
1 71	85,47	84,86	2,336	25,01	212,3	0,011

Çizelge B.3 (devam): A47 (*Lactococcus lactis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S A47	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 72	86,71	86,1	2,355	25,01	215,5	0,01093
1 73	87,96	87,35	2,37	25,01	218,6	0,01084
1 74	89,13	88,52	2,396	25	221,5	0,01082
1 75	90,39	89,77	2,404	25	224,7	0,0107
1 76	91,55	90,94	2,429	24,99	227,6	0,01067
1 77	92,75	92,13	2,439	24,99	230,6	0,01058
1 78	94	93,39	2,462	25	233,8	0,01053
1 79	95,19	94,58	2,488	25	236,7	0,01051
1 80	96,39	95,78	2,5	25	239,6	0,01043
1 81	97,63	97,02	2,504	25	242,8	0,01031
1 82	98,81	98,2	2,518	25,01	245,8	0,01024
1 83	100	99,41	2,553	25,01	248,8	0,01026
1 84	101,2	100,6	2,561	25,01	251,8	0,01017
1 85	102,5	101,9	2,564	25	254,9	0,01006
1 86	103,7	103,1	2,586	25	257,9	0,01003
1 87	104,9	104,3	2,599	24,99	261,1	0,009955
1 88	106,1	105,5	2,626	24,99	264	0,009948
1 89	107,3	106,7	2,635	25	267,1	0,009867
1 90	108,5	107,9	2,653	25	270,1	0,009819
1 91	109,7	109,1	2,666	24,99	273,1	0,009764
1 92	111	110,4	2,671	24,99	276,3	0,00967
1 93	112,2	111,5	2,696	24,99	279,2	0,009655
1 94	113,3	112,7	2,716	25	282,1	0,009626
1 95	114,6	114	2,741	25	285,3	0,009605
1 96	115,8	115,2	2,745	24,99	288,3	0,009523
1 97	117	116,4	2,76	25	291,3	0,009475
1 98	118,2	117,6	2,788	25	294,4	0,00947
1 99	119,4	118,8	2,781	25	297,4	0,009352
1 100	120,7	120	2,636	25	300	0,008787

Çizelge B.4: C55 (*Lactobacillus coryniformis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S C55	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 1	0,658	0,05751	0,319	24,98	0,107	2,969
1 2	1,863	1,263	0,264	24,98	3,202	0,08249
1 3	3,071	2,47	0,259	24,99	6,271	0,04125
1 4	4,248	3,648	0,269	24,99	9,203	0,02922
1 5	5,506	4,906	0,316	24,98	12,26	0,02578
1 6	6,674	6,073	0,325	24,99	15,19	0,02141
1 7	7,909	7,309	0,346	24,98	18,25	0,01894

Çizelge B.4 (devam): C55 (*Lactobacillus coryniformis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S C55	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 8	9,116	8,516	0,367	24,99	21,31	0,01721
1 9	10,3	9,699	0,395	25	24,25	0,0163
1 10	11,52	10,92	0,447	24,99	27,31	0,01637
1 11	12,78	12,18	0,45	25	30,49	0,01477
1 12	13,93	13,33	0,451	25	33,43	0,0135
1 13	15,19	14,59	0,506	25	36,49	0,01387
1 14	16,37	15,77	0,516	25	39,42	0,01309
1 15	17,57	16,97	0,532	25	42,48	0,01252
1 16	18,83	18,23	0,515	25	45,67	0,01128
1 17	20,04	19,44	0,524	25	48,6	0,01079
1 18	21,22	20,62	0,534	24,99	51,53	0,01036
1 19	22,47	21,87	0,544	25	54,72	0,009934
1 20	23,64	23,04	0,523	24,99	57,65	0,009072
1 21	24,9	24,3	0,557	24,99	60,84	0,009158
1 22	26,07	25,47	0,555	24,99	63,78	0,008697
1 23	27,32	26,72	0,536	25	66,84	0,008022
1 24	28,52	27,92	0,561	25	69,9	0,008028
1 25	29,69	29,09	0,574	25	72,83	0,007878
1 26	30,94	30,34	0,57	25	75,9	0,007512
1 27	32,12	31,52	0,576	25	78,83	0,007311
1 28	33,37	32,77	0,572	25	82,02	0,006968
1 29	34,56	33,96	0,574	24,99	84,95	0,006753
1 30	35,76	35,15	0,578	24,99	87,89	0,006571
1 31	37	36,4	0,587	25	91,08	0,006446
1 32	38,2	37,6	0,587	25	94,02	0,006248
1 33	39,43	38,83	0,598	25	97,08	0,006164
1 34	40,69	40,09	0,602	25,01	100,3	0,006004
1 35	41,86	41,26	0,607	25	103,2	0,005883
1 36	43,05	42,45	0,617	25	106,3	0,005805
1 37	44,3	43,7	0,624	25	109,3	0,00571
1 38	45,48	44,88	0,629	25	112,3	0,005606
1 39	46,67	46,07	0,631	25,01	115,2	0,005475

Çizelge B.4 (devam): C55 (*Lactobacillus coryniformis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S C55	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 40	47,92	47,32	0,636	25,01	118,4	0,005373
1 41	49,11	48,51	0,645	25	121,3	0,005315
1 42	50,38	49,78	0,647	25	124,5	0,005194
1 43	51,55	50,95	0,653	24,99	127,4	0,005125
1 44	52,74	52,14	0,654	25,01	130,5	0,005008
1 45	53,94	53,34	0,664	25	133,4	0,004977
1 46	55,16	54,56	0,662	25	136,5	0,004851
1 47	56,43	55,83	0,674	24,99	139,7	0,004826
1 48	57,59	56,99	0,667	24,99	142,6	0,00468
1 49	58,85	58,25	0,684	25	145,7	0,004697
1 50	60,05	59,45	0,684	25	148,8	0,004599
1 51	61,24	60,64	0,687	25	151,7	0,004531
1 52	62,44	61,84	0,698	25	154,8	0,004513
1 53	63,63	63,03	0,701	24,99	157,7	0,004445
1 54	64,9	64,3	0,699	24,99	160,9	0,004344
1 55	66,06	65,46	0,715	25	163,8	0,004367
1 56	67,31	66,71	0,723	24,99	166,9	0,00433
1 57	68,51	67,91	0,728	25	169,9	0,004286
1 58	69,7	69,1	0,724	25	172,9	0,004189
1 59	70,96	70,36	0,732	25	176,1	0,004156
1 60	72,19	71,59	0,731	24,99	179,1	0,004082
1 61	73,38	72,78	0,737	24,99	182,1	0,004047
1 62	74,56	73,96	0,742	25	185	0,004011
1 63	75,76	75,16	0,746	25	188,1	0,003968
1 64	77,01	76,41	0,752	25	191,1	0,003934
1 65	78,2	77,6	0,761	25	194,2	0,003919
1 66	79,45	78,85	0,763	25	197,3	0,00387
1 67	80,63	80,03	0,766	25	200,2	0,003826

Çizelge B.4 (devam): C55 (*Lactobacillus coryniformis*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S C55	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ȳ) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 68	81,87	81,27	0,772	25	203,4	0,003797
1 69	83,07	82,47	0,774	25	206,3	0,003753
1 70	84,26	83,66	0,781	24,99	209,4	0,00373
1 71	85,46	84,86	0,778	25	212,3	0,003665
1 72	86,73	86,13	0,791	25,01	215,5	0,003671
1 73	87,9	87,3	0,793	25	218,4	0,003632
1 74	89,09	88,49	0,796	25	221,4	0,003597
1 75	90,34	89,74	0,801	25	224,6	0,003566
1 76	91,53	90,93	0,803	25,01	227,5	0,003529
1 77	92,73	92,13	0,812	25,01	230,6	0,003522
1 78	93,98	93,38	0,814	25	233,6	0,003486
1 79	95,24	94,64	0,817	24,99	236,8	0,003448
1 80	96,4	95,8	0,827	24,99	239,7	0,00345
1 81	97,58	96,98	0,828	25	242,7	0,00341
1 82	98,82	98,22	0,836	25	245,7	0,003401
1 83	100	99,43	0,839	25	248,8	0,003372
1 84	101,2	100,6	0,845	24,99	251,7	0,003358
1 85	102,5	101,9	0,846	25	254,9	0,00332
1 86	103,7	103,1	0,849	25,01	257,9	0,003293
1 87	104,9	104,3	0,86	25	260,9	0,003295
1 88	106,1	105,5	0,865	25	263,9	0,003279
1 89	107,3	106,7	0,869	24,99	267	0,003253
1 90	108,5	107,9	0,873	25	270	0,003233
1 91	109,8	109,2	0,878	25,01	273,1	0,003216
1 92	110,9	110,3	0,884	25	276	0,003203
1 93	112,2	111,6	0,888	25	279,2	0,003181
1 94	113,4	112,8	0,892	25	282,1	0,003163
1 95	114,6	114	0,894	25	285,2	0,003135
1 96	115,8	115,2	0,902	25	288,3	0,00313
1 97	117	116,4	0,911	25	291,3	0,003126
1 98	118,2	117,6	0,91	24,99	294,3	0,003093
1 99	119,4	118,8	0,918	24,99	297,3	0,003086
1 100	120,6	120	0,693	25	300	0,002312

Çizelge B.5: E8 (*Lactobacillus paracasei*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E8	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 1	0,65	0,06251	0,147	24,99	0,08783	1,678
1 2	1,84	1,253	0,363	24,99	3,152	0,115
1 3	3,015	2,428	0,408	24,99	6,095	0,06698
1 4	4,266	3,678	0,441	25	9,156	0,04815
1 5	5,456	4,868	0,474	25	12,21	0,03883
1 6	6,703	6,116	0,535	24,99	15,27	0,03501
1 7	7,881	7,294	0,537	24,99	18,21	0,0295
1 8	9,131	8,544	0,567	25	21,39	0,02648
1 9	10,3	9,709	0,573	25	24,33	0,02356
1 10	11,55	10,97	0,615	25	27,39	0,02247
1 11	12,73	12,14	0,632	25	30,32	0,02083
1 12	13,92	13,33	0,636	25	33,38	0,01906
1 13	15,18	14,59	0,681	25	36,44	0,01868
1 14	16,37	15,78	0,688	24,99	39,5	0,01742
1 15	17,62	17,03	0,698	24,99	42,56	0,0164
1 16	18,8	18,22	0,731	24,99	45,49	0,01606
1 17	19,99	19,4	0,732	25	48,55	0,01507
1 18	21,24	20,65	0,761	25	51,61	0,01475
1 19	22,44	21,85	0,782	24,99	54,67	0,0143
1 20	23,63	23,05	0,779	24,99	57,61	0,01351
1 21	24,89	24,3	0,816	24,99	60,79	0,01343
1 22	26,05	25,46	0,816	25	63,6	0,01283
1 23	27,32	26,73	0,819	24,99	66,79	0,01227
1 24	28,51	27,92	0,852	24,99	69,85	0,0122
1 25	29,69	29,1	0,868	25	72,79	0,01193
1 26	30,95	30,36	0,875	25	75,98	0,01151
1 27	32,13	31,54	0,876	25	78,91	0,0111
1 28	33,39	32,8	0,886	25	81,97	0,01081

Çizelge B.5 (devam): E8 (*Lactobacillus paracasei*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E8	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 29	34,57	33,98	0,903	25,01	85,04	0,01061
1 30	35,75	35,16	0,922	25,01	87,97	0,01048
1 31	37,01	36,42	0,932	25,01	91,03	0,01024
1 32	38,2	37,61	0,944	25	94,1	0,01003
1 33	39,4	38,82	0,952	25	97,03	0,009814
1 34	40,64	40,05	0,963	24,99	100,2	0,009611
1 35	41,82	41,24	0,976	24,99	103,2	0,009465
1 36	43,05	42,47	0,988	25	106,2	0,009298
1 37	44,24	43,65	1	25	109,2	0,00916
1 38	45,49	44,9	1,012	24,99	112,3	0,009006
1 39	46,67	46,08	1,017	24,99	115,3	0,008819
1 40	47,87	47,28	1,031	25	118,2	0,008722
1 41	49,12	48,53	1,041	25	121,4	0,008573
1 42	50,29	49,7	1,044	25	124,3	0,008394
1 43	51,54	50,96	1,061	24,99	127,4	0,008329
1 44	52,73	52,14	1,068	24,99	130,5	0,008184
1 45	53,93	53,34	1,079	25	133,4	0,008087
1 46	55,18	54,59	1,086	25	136,6	0,00795
1 47	56,42	55,84	1,098	25	139,7	0,007866
1 48	57,6	57,01	1,101	25	142,6	0,007725
1 49	58,84	58,25	1,117	25,01	145,7	0,00767
1 50	60	59,41	1,116	25,01	148,6	0,007513
1 51	61,21	60,62	1,135	25,01	151,6	0,007482
1 52	62,46	61,88	1,144	25,01	154,8	0,007389
1 53	63,66	63,07	1,147	25	157,8	0,007268
1 54	64,86	64,27	1,154	25	160,8	0,007173
1 55	66,1	65,51	1,172	24,99	163,9	0,00715
1 56	67,26	66,67	1,179	24,99	166,8	0,007065
1 57	68,5	67,91	1,185	24,99	169,9	0,006977
1 58	69,69	69,1	1,19	25	172,8	0,006887
1 59	70,94	70,35	1,204	24,99	176	0,00684

Çizelge B.5 (devam): E8 (*Lactobacillus paracasei*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E8	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 60	72,13	71,54	1,209	24,99	179	0,006755
1 61	73,33	72,74	1,217	24,99	182	0,006689
1 62	74,58	73,99	1,226	25	185,1	0,006625
1 63	75,77	75,18	1,236	24,99	188	0,006572
1 64	76,95	76,37	1,246	24,99	191,1	0,006519
1 65	78,2	77,61	1,254	25	194,1	0,006458
1 66	79,44	78,85	1,267	25,01	197,2	0,006423
1 67	80,63	80,05	1,274	25	200,3	0,006362
1 68	81,83	81,24	1,28	25	203,2	0,006299
1 69	83,02	82,44	1,294	24,99	206,3	0,006272
1 70	84,29	83,7	1,304	25	209,5	0,006227
1 71	85,46	84,87	1,309	25,01	212,3	0,006165
1 72	86,66	86,07	1,319	25	215,3	0,006127
1 73	87,92	87,33	1,327	25	218,5	0,006071
1 74	89,1	88,51	1,333	25	221,4	0,006019
1 75	90,3	89,72	1,346	24,99	224,4	0,006
1 76	91,55	90,97	1,351	24,99	227,6	0,005936
1 77	92,72	92,13	1,365	25	230,5	0,005921
1 78	93,98	93,39	1,37	25	233,6	0,005865
1 79	95,16	94,57	1,382	25	236,6	0,005839
1 80	96,41	95,82	1,392	24,99	239,7	0,005806
1 81	97,58	97	1,392	25	242,6	0,005738
1 82	98,83	98,24	1,414	25	245,8	0,005753
1 83	100	99,43	1,42	25	248,8	0,00571
1 84	101,3	100,7	1,431	24,99	251,8	0,005684
1 85	102,4	101,8	1,433	24,99	254,8	0,005627
1 86	103,7	103,1	1,447	25	257,9	0,005609
1 87	104,9	104,3	1,459	25	260,9	0,005595
1 88	106	105,5	1,468	25	263,8	0,005565
1 89	107,3	106,7	1,477	24,99	267	0,005533
1 90	108,5	107,9	1,484	24,99	269,9	0,005496

Çizelge B.5 (devam): E8 (*Lactobacillus paracasei*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E8	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 91	109,7	109,2	1,497	25	273,1	0,005481
1 92	110,9	110,4	1,505	25	276,1	0,005452
1 93	112,2	111,6	1,517	25	279,3	0,005431
1 94	113,3	112,7	1,526	25	282,1	0,005409
1 95	114,5	113,9	1,536	24,99	285	0,005389
1 96	115,8	115,2	1,536	24,99	288,2	0,005331
1 97	117	116,4	1,55	25	291,1	0,005323
1 98	118,2	117,6	1,562	25	294,2	0,005309
1 99	119,4	118,8	1,569	24,99	297,3	0,005277
1 100	120,7	120	1,379	24,99	300	0,004596

Çizelge B.6: E42 (*Pediococcus parvulus*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E42	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η)[Pa.s]
1 1	0,724	0,06251	0	24,99	0	0
1 2	1,894	1,233	0,903	25	1,898	0,476
1 3	3,159	2,498	0,284	25	6,361	0,04467
1 4	4,334	3,673	0,304	24,99	9,293	0,03269
1 5	5,519	4,858	0,361	25	12,35	0,0292
1 6	6,759	6,098	0,401	25	15,41	0,02601
1 7	7,955	7,294	0,415	25	18,34	0,0226
1 8	9,17	8,509	0,445	25,01	21,4	0,02077
1 9	10,41	9,749	0,471	25	24,46	0,01926
1 10	11,66	11	0,524	25	27,65	0,01894
1 11	12,81	12,15	0,526	24,99	30,58	0,0172
1 12	14	13,34	0,51	25	33,52	0,01521
1 13	15,22	14,56	0,563	25	36,58	0,01539
1 14	16,46	15,8	0,569	25	39,64	0,01436
1 15	17,67	17,01	0,567	25	42,7	0,01329
1 16	18,91	18,25	0,556	25	45,76	0,01214
1 17	20,07	19,41	0,566	25	48,69	0,01162

Çizelge B.6 (devam) : E42 (*Pediococcus parvulus*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E42	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 18	21,32	20,66	0,591	25	51,75	0,01142
1 19	22,51	21,85	0,597	25	54,81	0,01089
1 20	23,71	23,05	0,568	25	57,75	0,009842
1 21	24,96	24,3	0,618	25	60,93	0,01015
1 22	26,14	25,48	0,606	24,99	63,87	0,009486
1 23	27,38	26,72	0,579	25	66,93	0,008649
1 24	28,55	27,89	0,615	25	69,86	0,008808
1 25	29,81	29,14	0,611	25	73,05	0,008371
1 26	30,98	30,31	0,609	25	75,99	0,008011
1 27	32,22	31,56	0,612	25,01	79,05	0,007742
1 28	33,4	32,74	0,599	25,01	81,98	0,007304
1 29	34,6	33,94	0,614	25	85,05	0,007214
1 30	35,86	35,2	0,611	25	88,24	0,006927
1 31	37,04	36,38	0,628	25	91,17	0,006887
1 32	38,25	37,59	0,626	25,01	94,11	0,006656
1 33	39,5	38,84	0,636	25,01	97,3	0,00654
1 34	40,7	40,04	0,645	25	100,2	0,00644
1 35	41,92	41,26	0,655	25	103,3	0,006344
1 36	43,12	42,46	0,664	25	106,4	0,006241
1 37	44,37	43,71	0,674	25,01	109,4	0,006158
1 38	45,57	44,91	0,671	25	112,5	0,005965
1 39	46,75	46,09	0,681	25	115,4	0,005902
1 40	47,94	47,28	0,694	24,99	118,4	0,005868
1 41	49,15	48,49	0,701	25	121,4	0,005775
1 42	50,4	49,74	0,703	25	124,6	0,005641
1 43	51,61	50,95	0,72	25	127,5	0,005646
1 44	52,83	52,16	0,696	24,99	130,6	0,005332
1 45	54,02	53,35	0,709	25,01	133,7	0,005304
1 46	55,22	54,56	0,707	25	136,6	0,005178
1 47	56,42	55,76	0,716	25	139,7	0,005123
1 48	57,68	57,02	0,71	25	142,7	0,004975
1 49	58,88	58,22	0,727	25	145,8	0,004984
1 50	60,06	59,4	0,724	25	148,7	0,004868
1 51	61,3	60,64	0,73	25	151,8	0,004808

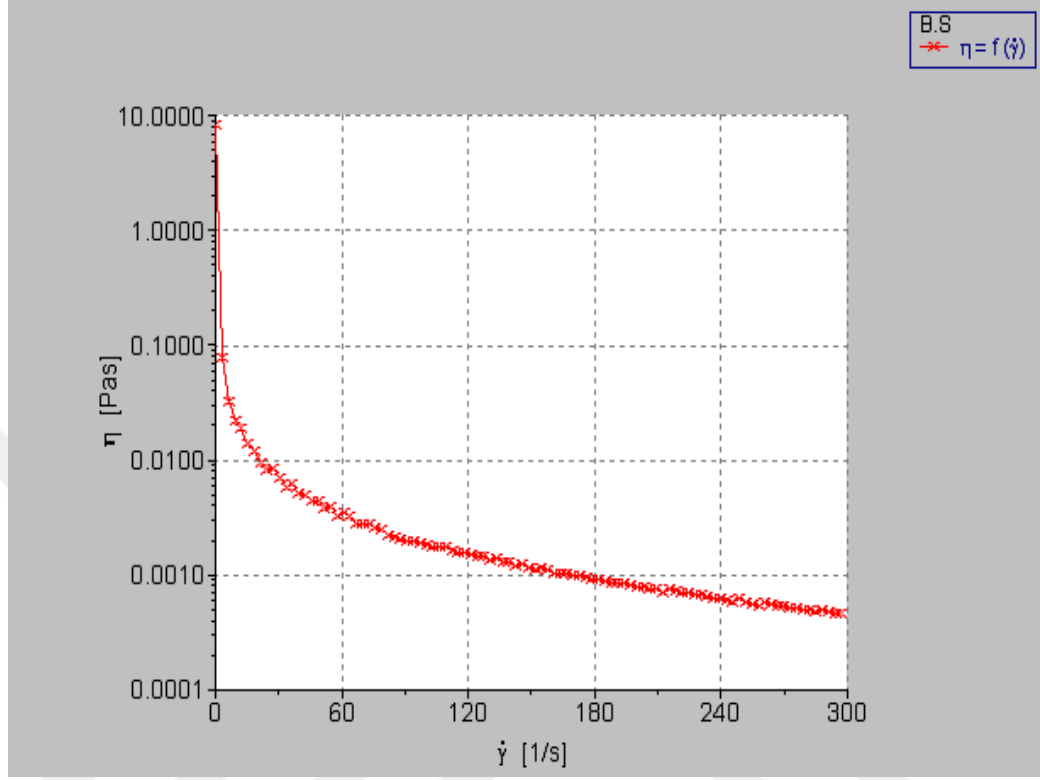
Çizelge B.6 (devam) : E42 (*Pediococcus parvulus*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E42	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 52	62,51	61,85	0,741	25	154,8	0,004784
1 53	63,71	63,05	0,745	24,99	157,9	0,004715
1 54	64,96	64,3	0,741	24,99	161	0,004606
1 55	66,15	65,49	0,755	25	163,9	0,004607
1 56	67,4	66,74	0,761	25	167,1	0,004552
1 57	68,58	67,92	0,764	24,99	170	0,004494
1 58	69,83	69,17	0,768	25	173,2	0,004435
1 59	71,01	70,35	0,777	25	176,2	0,00441
1 60	72,2	71,54	0,774	25	179,1	0,004321
1 61	73,4	72,74	0,776	25	182,2	0,00426
1 62	74,66	74	0,777	25	185,2	0,004198
1 63	75,83	75,17	0,781	25	188,2	0,004153
1 64	77,08	76,42	0,796	25	191,3	0,004159
1 65	78,25	77,59	0,805	25	194,3	0,004145
1 66	79,5	78,84	0,808	24,99	197,3	0,004095
1 67	80,7	80,04	0,802	24,99	200,4	0,004001
1 68	81,88	81,22	0,808	25	203,3	0,003973
1 69	83,12	82,46	0,811	25	206,4	0,003928
1 70	84,38	83,72	0,816	24,99	209,6	0,003892
1 71	85,52	84,86	0,817	24,99	212,4	0,003847
1 72	86,77	86,11	0,821	25	215,6	0,003809
1 73	87,98	87,32	0,832	25	218,7	0,003805
1 74	89,18	88,52	0,835	25	221,6	0,00377
1 75	90,38	89,72	0,84	24,99	224,6	0,003739
1 76	91,63	90,97	0,844	25	227,7	0,003704
1 77	92,82	92,16	0,85	25,01	230,6	0,003685
1 78	94	93,34	0,86	25	233,7	0,003681
1 79	95,25	94,59	0,857	25	236,8	0,003618
1 80	96,43	95,77	0,866	25	239,7	0,003611
1 81	97,63	96,97	0,873	25	242,8	0,003596
1 82	98,9	98,24	0,873	25	246	0,00355
1 83	100,1	99,43	0,887	25	248,9	0,003564
1 84	101,4	100,7	0,891	25	252,1	0,003534
1 85	102,5	101,9	0,897	24,99	255	0,003518

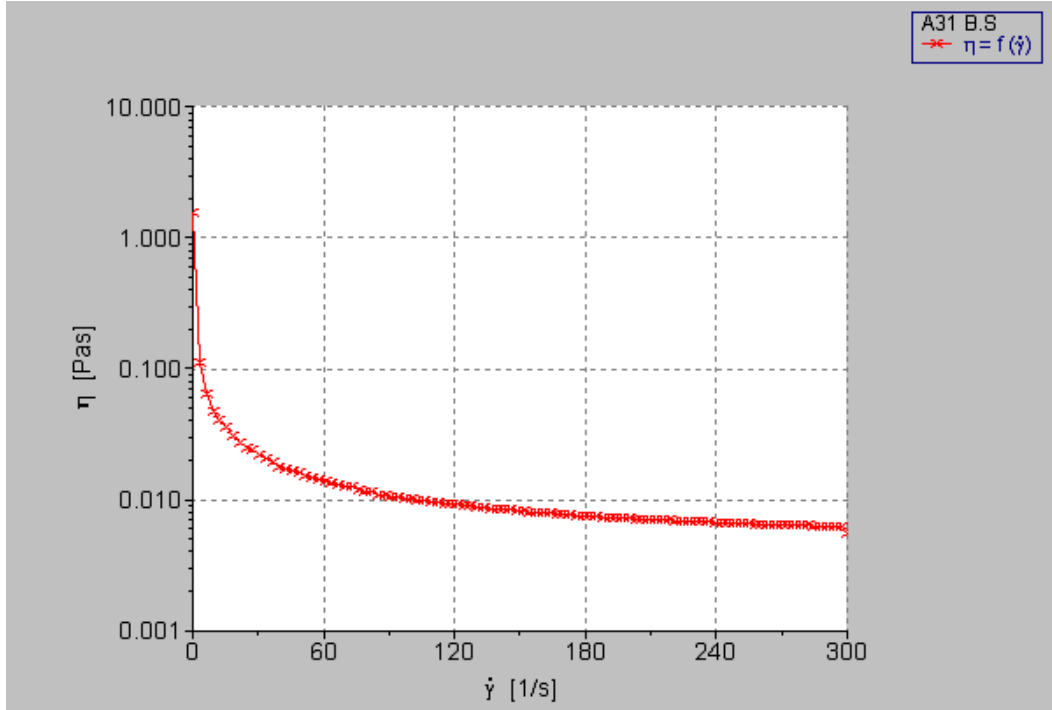
Çizelge B.6 (devam) : E42 (*Pediococcus parvulus*) Suşu Eklenmiş Buğday Suyunun Reometrik Değerleri.

B.S E42	t [s]	t_seg [s]	Kayma Stresi [Pa]	T [°C]	Kayma Hızı (Ý) [1/s]	Viskozite (η) [Pa.s]
1 86	103,7	103	0,893	25	258	0,003461
1 87	105	104,3	0,897	25	261,1	0,003435
1 88	106,2	105,5	0,908	25	264,1	0,003438
1 89	107,3	106,7	0,908	24,99	267	0,003402
1 90	108,6	107,9	0,912	24,99	270,2	0,003377
1 91	109,8	109,2	0,92	25	273,3	0,003365
1 92	111	110,4	0,926	25,01	276,2	0,003354
1 93	112,2	111,6	0,925	25	279,3	0,003311
1 94	113,4	112,8	0,926	25	282,3	0,00328
1 95	114,6	114	0,927	24,99	285,3	0,003249
1 96	115,8	115,2	0,935	25	288,2	0,003245
1 97	117,1	116,4	0,945	25	291,4	0,003244
1 98	118,3	117,6	0,951	25	294,5	0,003228
1 99	119,5	118,8	0,957	25	297,4	0,003217
1 100	120,7	120	0,728	24,99	300	0,002425

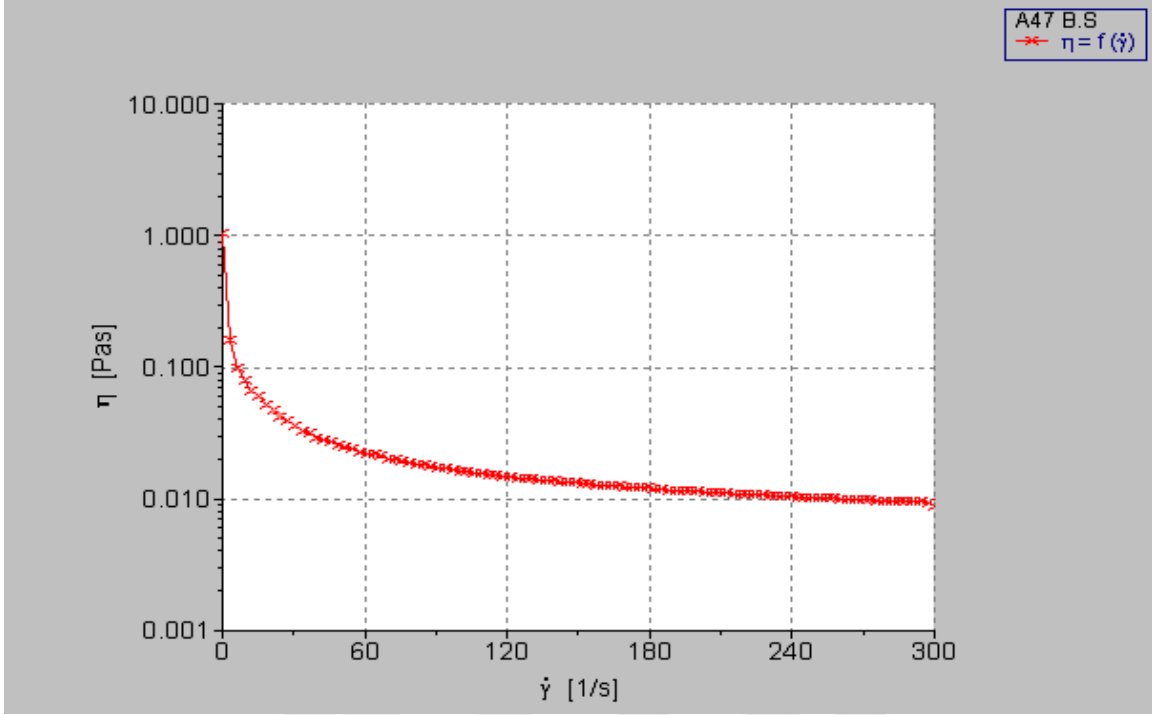
EK C



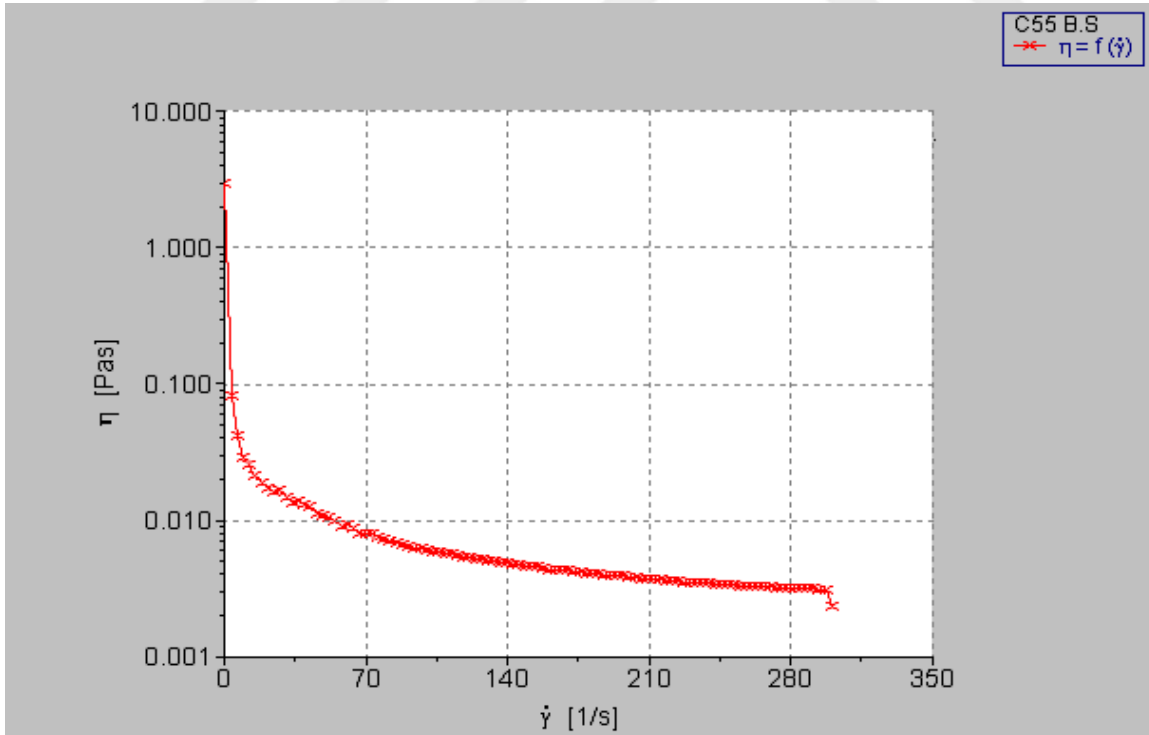
Şekil C.1: Buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



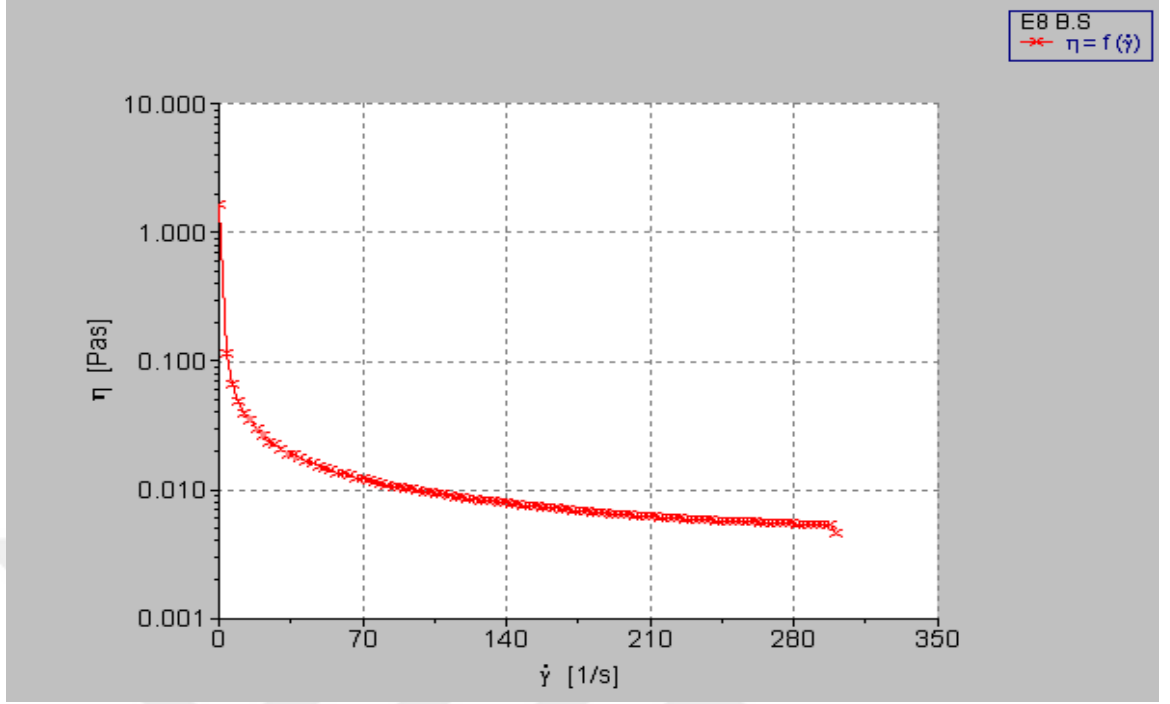
Şekil C.2: A31 (*Leuconostoc citreum*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



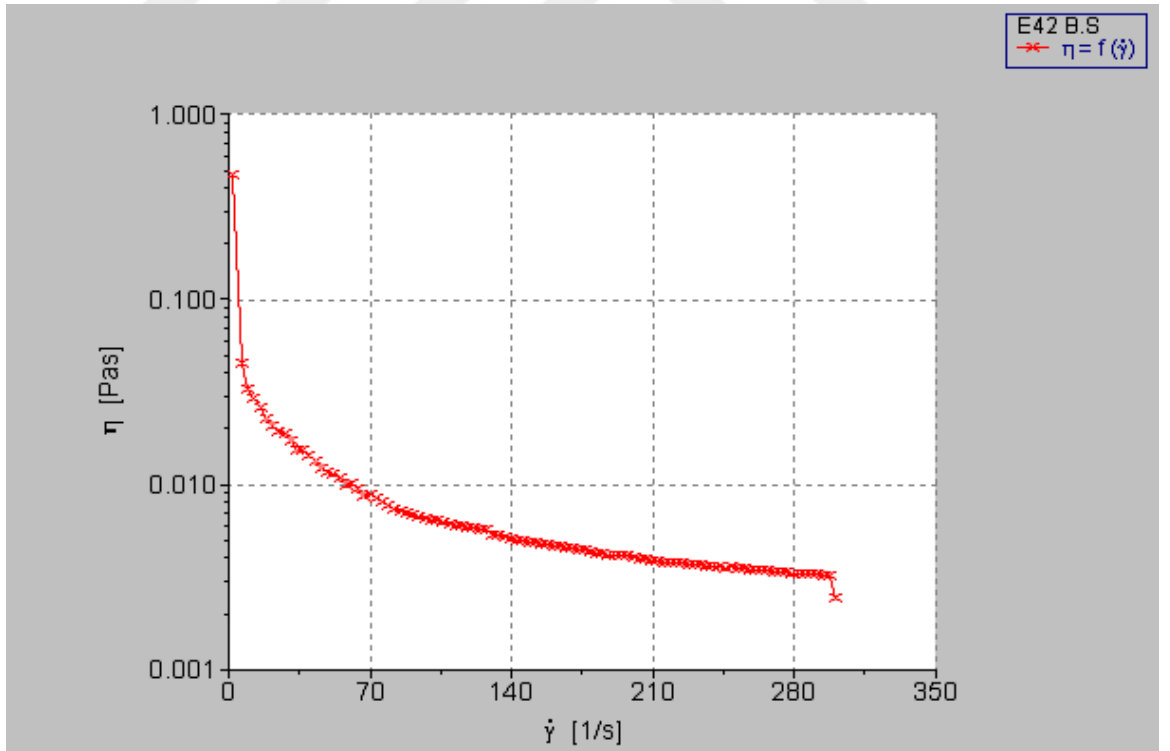
Şekil C.3: A47 (*Lactococcus lactis*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



Şekil C.4: C55 (*Lactobacillus coryniformis*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



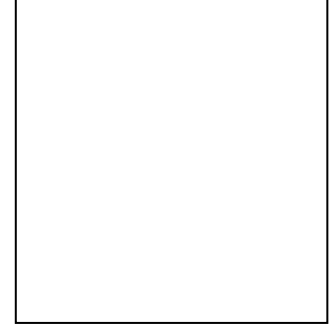
Şekil C.5: E8 (*Lactobacillus paracasei*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



Şekil C.6: E42 (*Pediococcus parvulus*) suşu eklenmiş buğday suyunun kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri.



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Selin DAĞ
Doğum Tarihi ve Yeri : İstanbul/12.01.1990
E-posta : dags@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek lisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü