

Lactobacillus casei
**KULLANILARAK PROBİYOTİKLİ
SAKIZ ÜRETİMİ**

Tuğba ALTUN
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Lactobacillus casei
KULLANILARAK PROBİYOTİKLİ
SAKIZ ÜRETİMİ

Tuğba ALTUN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ danışmanlığında, Tuğba ALTUN tarafından hazırlanan “*Lactobacillus casei* Kullanılarak Probiyotikli Sakız Üretimi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK

İmza :

Üye: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

İmza :

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Lactobacillus casei
KULLANILARAK PROBİYOTİKLİ SAKIZ ÜRETİMİ

Tuğba ALTUN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

Bu araştırmada, farklı oranlarda (%1, %2, %3) probiyotik bakteri (*L.casei*) ilave edilmesi suretiyle şekerli ve şekersiz sakız üretilmiştir. Aynı zamanda sakızlara prebiyotik (inülin) ilavesi yapılarak probiyotik bakterinin sakız içerisindeki canlılığını daha uzun süre korumak hedeflenmiştir. Sakız ürününe katılan çeşitli oranlardaki probiyotik bakterinin depolama boyunca (0, 7, 14 ve 21. gün) canlılık seviyesi izlenmiştir. Probiyotik canlılık analizinin 21 günlük depolama sonucunda, bütün örneklerde probiyotik özelliğin ($>10^7$) devam ettiği belirlenmiştir. 21. gün depolama sonrasında şekerli sakız örnekleri içerisinde en yüksek canlılık %1 probiyotikli prebiyotikli şekerli sakız iken (8,11 log kob/g) şekersiz sakız örnekleri içerisinde %2 probiyotikli prebiyotikli şekersiz sakız (8,45 log kob/g) olduğu tespit edilmiştir. Tekstür sonuçları incelendiğinde, 0 ve 21. gün takibi sonrası şekerli ve şekersiz sakız ürünlerinde sakızın sertliğinde artış belirlenmiştir. Yapışkanlık ve çiğnenebilirliği açısından istatistiksel fark bulunamamıştır ($p<0.05$). Yapılan çalışma sonucunda; %3 probiyotik ilaveli sakız grubunda 21 günlük depolama boyunca, canlılık üzerinde prebiyotik etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, *L. casei*, sakız, prebiyotik, canlılık, tekstürel yapı

2019, 53 Sayfa

ABSTRACT

Master's Degree Thesis

PROBIOTIC GUM PRODUCTION USING *Lactobacillus casei*

Tuğba ALTUN

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

In this study, sugary and unsweetened gum was produced by adding probiotic bacteria (*L.casei*) at different rates (1%, 2%, 3%). At the same time, it was aimed to preserve the viability of probiotic bacteria in gum for a longer period by adding prebiotic (inulin) to the gums. The viability of various proportions of probiotic bacteria incorporated into the gum product was monitored during storage (day 0, 7, 14 and 21). After 21 days storage of probiotic viability analysis, it was determined that probiotic property ($> 10^7$) was maintained in all samples. The highest viability of sugary gum samples after storage on day 21 was found to be prebiotic sugary gum with 1% probiotic (8.11 log cfu / g) and 2% probiotic prebiotic sugar free gum (8.45 log cfu / g) with sugar free gum samples. When the texture results were examined, it was determined that the hardness of the gum was increased in the sugary and unsweetened gum products after 0 and 21 days follow-up. No statistically significant difference was found in terms of stickiness and chewability ($p < 0.05$). As a result of the study; During the 21 days of storage in the 3% probiotic supplemented chewing gum group, no prebiotic effect on viability was found.

Keywords: Probiyotik, *L. casei*, gum, paribiotic, liveliness, textural construction

2019, 53 Pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
ŞEKİL DİZİNİ	v
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETİ	4
2.1 Probiyotik.....	4
2.1.1 Probiyotik bakterilerin sağlığa yararlı etkileri.....	5
2.1.2 Probiyotik mikroorganizmalar	6
2.1.3 Probiyotik bakterilerin sahip olması gereken özellikler	8
2.1.4 Probiyotik ürünler	9
2.1.5 <i>Lactobacillus casei</i>	12
2.2 Sakız.....	13
2.2.2 Sakız çeşitleri	14
2.2.3 Biyoaktif madde taşıyıcısı olarak sakız.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal	17
3.2 Yöntem.....	17
3.3 Sakız Örneklerinde Canlılık Analizi ve Depolama Süresince Probiyotiklerin Stabilitate Takibi.....	20
3.4 Probiyotik İlaveli Sakız Örneklerinin Çeşitli Kalite Parametrelerinin İncelenmesi.....	20
3.4.1 Tekstür analizleri.....	20
3.4.2 Renk analizi.....	21
3.4.3 Su aktivitesi (a_w).....	22
3.5 İstatistiksel Analiz.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	23
4.1 Probiyotik Bakteri Katılan Sakız Örneklerinin Depolama Boyunca Canlılık Oranları.....	23
4.2 Probiyotikli Sakız Örneklerinin Su Aktivitesi (a_w) Değerleri	28
4.3. Probiyotik Katılan Sakız Örneklerinde Renk Değerleri.....	31
4.3.1. L^* değerleri	31
4.3.2. a^* değerleri.....	33
4.3.3. b^* değerleri.....	36
4.4 Probiyotik İlaveli Sakız Örneklerinde Tekstür Değerleri.....	37
4.4.1 Hardness (Sertlik).....	37
4.4.2 Adhesiveness (Yapışkanlık).....	40
4.4.3 Chewiness (Çiğnenebilirlik).....	42
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	45
6. KAYNAKLAR.....	48
7.ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1 Probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar.....	7
Çizelge 3. 1 Probiyotik ilaveli sakız formülasyonları (%)	19
Çizelge 4.1. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince L. casei sayıları (log kob/g).....	26
Çizelge 4.2. Probiyotikli sakız örneklerinde depolama süresince su aktivitesi (aw) değerleri	29
Çizelge 4.3. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (L*)	32
Çizelge 4.4. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (a*).....	34
Çizelge 4.5. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (b*)	36
Çizelge 4.6. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (hardness).....	38
Çizelge 4.7. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (adhesiveness)...	41
Çizelge 4.8. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (chewiness)	43

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3. 1 Probiyotik ilaveli sakız üretim şeması	18
Şekil 3.2 Probiyotik ilaveli sakız örnekleri	19
Şekil 3.3 Tekstür cihazı	21
Şekil 4.1. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince L.casei değişimi (log kob/g).....	27
Şekil 4.2. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince su aktivitesi (aw) değişimi	30
Şekil 4.3. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (L*) değişimi.....	33
Şekil 4.4. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (a*) değişimi	35
Şekil 4.5. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (b*) değişimi	37
Şekil 4.6. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince tekstür (hardness) değerleri.....	39
Şekil 4.7. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince tekstür (adhesiveness) değerleri.....	42
Şekil 4.8. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince tekstür (chewiness) değerleri.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

>	: Büyük
<	: Küçük
%	: Yüzde
aw	: Su Aktivitesi
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
B	: Bifidobacterium
°C	: Santigrat derece
Cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
Kcal	: Kilokalori
Kg	: Kilogram
Kob	: Koloniyoluşturan birim
L	: Lactobacillus
LAB	: Laktik asit bakterisi
Log	: Logaritma
L	: Litre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
MRS	: De Man Ragosa Sharpe Molarite
ml	: Mililitre
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
µl	: Mikrolitre
N	: Normalite
nm	: Nanometre
pH	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu
PŞ	: Probiyotikli Şekerli
PPŞ	: Probiyotikli Prebiyotikli Şekerli
PŞZ	: Probiyotikli Şekersiz
PPŞZ	: Probiyotikli Prebiyotikli Şekersiz
s	: Saniye
v	: Hacim
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde desteğini esirgemeyen, tez danışmanım Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ hocama, çalışma boyunca laboratuvar çalışmalarında her zaman destek olan Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK hocama ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Didem Sözeri ATİK'e sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme teşekkürü borç bilirim.

Mayıs 2019

TUĞBA ALTUN
Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Günümüzde oturularak yapılan iş gücünün artmasıyla ve teknolojik gelişmelerin getirisiyle değişen beslenme alışkanlıkları, insanları çeşitli gıda takviyelerine yönlendirmektedir. İnsanlar eğitim düzeyleri, edindikleri bilgiler ve davranış gelişimlerine bağlı olarak sağlık açısından aktif ve kaliteli yaşam düzeylerine ulaşmak istemektedirler. Aktif yaşam sürelerini ve kalitelerini artırmak için sağlık sorunlarını tedavi ettirmek yerine bu sorunlara önleyici tedbirler almayı tercih etmektedirler. Diyet şekli ve seçimi bu önleyici tedbirlerin temelini oluşturur. Diyet şeklinin yanı sıra sağlıklı mevcut durumu koruyan, geliştiren ve hastalık oluşturma riskini de en düşük düzeye indirgeyen fonksiyonel gıdalar tercih edilmektedir (Roberfroid 2000).

Fonksiyonel gıdalar, en basit şekilde temel beslenme ile birlikte insan sağlığına yarar sağlayabilen gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Gürsoy 2005). Bir gıdanın fonksiyonel gıda olarak tanımlanabilmesi için besleyici muhteva içermesinin yanı sıra, besinlerle alınması durumunda vücutta olumlu sağlık etkileri olduğu belirtilen bir veya birden fazla fonksiyonel madde içermesi gerekmektedir (Roberfroid 2000). Teknolojinin günlük yaşama girmesiyle birlikte insanlar, içerisinde çeşitli katkı maddeleri içeren gıdalar ve gıda takviyeleri yerine, mikroorganizmalardan (örneğin probiyotik ve prebiyotik gıdalar) yararlanarak daha doğal ve sağlıklı beslenmeyi tercih etmeye başlamışlardır (Genç 2016). İçinde bulunduğumuz zamana kadar farklı fonda birçok fonksiyonel gıda, pazara sunulmuştur. Fonksiyonel gıdaların birçoğu, bir veya daha fazla karakteristik fonksiyonel bileşeni muhtevasında barındırmaktadır. İçeriğinde bulunan bu bileşenler; oligosakkaritler, şeker alkolleri, peptitler ve proteinler, prebiyotik ve probiyotikler, antioksidanlar, diyet lifler, kolinler, glikozitler ve isoprenoidler, fitokimyasallar ve çoklu doymamış yağ asitlerini kapsamaktadır (Açkurt ve ark. 1999, Çakır 2005).

Probiyotik mikroorganizmalar, ağız yoluyla alınmaları sonucunda ağız içerisinde, sindirim sisteminde, üst solunum yollarında ve ürogenital sistemde canlılıklarını idame ettirerek bağırsaklara ulaşır burada gelişim gösteren bağırsak çeperlerinde biyolojik etki sağlayan mikroorganizma kültürleridir (Özer ve Akın 2000; Kanmani ve ark. 2013; Turchi ve ark. 2013). Hareketsizlik sorunu dolayısıyla bağırsaklarda yaşanan sindirim ve emilim sorunu, probiyotik bakteri takviyesiyle; bağırsak sorunlarının bir nevi rahatlatılacağı düşünülsede bilinçsizce

tüketilen mikrobiyolojik gıda ürünlerinin her birinin fayda sağlamadığı bilinmektedir. Ülkemiz piyasasında çok çeşitli probiyotik ürünler bulunmaktadır. Ancak bu gıda ürünlerinin yeterli miktarda probiyotik içerip içermediği ve raf ömrünün sonuna kadar canlılıklarını sürdürüp sürdürmedikleri tam olarak bilinmemektedir. Geleneksel olarak üretilen turşu, boza, kefir ve bazı ticari probiyotik yoğurtlar, içerdikleri probiyotik suşların tam olarak tanımlanmamış olması ve üretildiği coğrafi bölgeye göre canlı mikroorganizma türünün değişiklik göstermesi sebebiyle probiyotik gıda kavramı içerisinde yer alamamaktadır (Halkman 2016). Son 10-15 yıldır bağırsak mikroflorası ile sağlıklı yaşam arasındaki ilişki üzerine çalışmalar yoğunlaşmış ve bu çalışmalar neticesinde sindirim sistemimizin bakteri dengesi ile sağlıklı beslenme ve sağlıklı yaşam arasında doğrudan bir ilişki olduğu kanıtlanmıştır. Probiyotikler en temel biçimde ifade edilecek olursa “sağlık için yararlı canlı bir mikrobiyal gıda ingrediyesi” olarak tanımlanabilir (Gürsoy 2005).

İlaç ve türevi maddelerin kullanımına karşı olan ön yargılar, ilaç formunda hazırlanmış diyet destekleyicisi kapsül ve tabletlerin kullanımını sınırlamaktadır. Bu durumda probiyotiklerin kullanımı ancak, fermente süt ürünleri gibi bir gıdanın bileşimine, starter kültürün yanında bu mikroorganizmaların da eklenerek ürüne probiyotik özelliklerin kazandırılması şeklinde olmaktadır (Özer 2006). Tüm bunların neticesinde başta yoğurt ve fermente içecekler olmak üzere probiyotik mikroorganizma kaynağı olarak üretilen ürünler gıda pazarında yerini almıştır. Probiyotik gıda endüstrisi gün geçtikçe büyümektedir. Probiyotik gıdaların, toplam fonksiyonel gıda pazarının %60-70’ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Kolozyn-Krajewskaa ve Dolatowski 2012).

Yapılan çalışmalara göre son yıllarda özellikle çocuklarda ve gençlerde şekerleme tüketimi artmıştır (Carbonell-Baranchina ve ark. 2002). Sakız ise tüketilen şekerleme grubu arasında popüler bir üründür (Konar ve ark. 2016; Yangve ark. 2011). Erişilebilirliği açısından her kitleye uygun bir gıda maddesidir. Euromonitor International GmbH’a göre, 2014 yılında sakız pazarı satış değeri 25 milyar dolardır (Konar ve ark. 2016; Euromonitor 2014). Ancak bu pazar payına rağmen sakız hakkında yapılan çalışmalar oldukça azdır. Benzer ürünlerle karşılaştırıldığında ağızda lezzet bırakma süresi uzun kabul edilir (Blee ve arkm 2011). Probiyotiklerin bağırsak ve ağız sağlığına gösterdiği etkilerle ilgili üretilmiş gıdalar ve diş hekimliği alanında çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Fakat bu probiyotik bakterilerin, taşıyıcı ürün olarak sakızda kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalarda eksiklikler vardır. Sağlık alanında yapılan çalışmalarda, materyal olarak ilaç firmalarının ürettiği hazır çiğneme tabletleri

kullanılmış olup probiyotikli sakız üretimi yapılmamıştır. Toplam talep içindeki kullanım payı, şekerleme endüstrisindeki yeri ve biyoaktif bileşenlerin eklenmesi neticesinde meydana gelebilecek bilinen ve ön görölen sağlık faydaları sebebiyle, sakıza olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Sakızı probiyotik mikroorganizma taşıyıcısı olarak kullanmak, ulaşılabilirliği ve vücut üzerinde izlediği yol açısından oldukça verimli sonuçlar elde etmeye yönelik olacaktır.

Tüm bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın amacı; sağlık (özellikle bağırsak, ağız ve diş sağlığı) açısından faydalı bulunan diğer yandan keyfi olarak tüketimi sağlanan sakız ürünü, içerisine inaktif formda ilave edilen probiyotik bakterinin çiğneme sırasında üründen salınması ile iyi bir probiyotik taşıyıcısı ve faydalı bir ürün haline getirmektir. Ayrıca, toplum sağlığına katkıda bulunulması ve bu konuda giderek bilinçlenen tüketicilere alternatif gıda maddesi olarak, probiyotikli sakız ürünü sunulması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda; şekerli ve şekersiz sakız örneklerine inaktif formda probiyotik bakteri (*L. casei*) ve prebiyotik ilave edilmiş ve 21 günlük depolama boyunca canlılık seviyesi ve çeşitli kalite analizleri gerçekteştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETİ

2.1 Probiyotik

Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne göre probiyotik bakteri; besinlerle alınan ve belirli miktarda alındığında bağırsak florasını dengeleyip konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanır (Genç 2016). Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği 2014 yılında Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) probiyotik tanımını gözden geçirerek, küçük bir değişiklik yaparak revize etmiştir (Nabizadehasl 2018). Bu tanıma göre probiyotikler, yeterli miktarda verildiğinde konağa sağlık yönünden yarar sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Probiyotik mikroorganizmalar vücuda alındığında ağızda, sindirim sisteminde, üst solunum yollarında ve ürogenital sistemde canlılıklarını koruyarak bağırsaklara ulaşarak, bağırsaklarda gelişim sağlayarak bağırsak çeperlerinde biyolojik etki gösteren mikroorganizma kültürleridir (Özer ve Akın 2000; Kanmani ve ark. 2013; Turchi ve ark. 2013).

Probiyotik kelimesi pro ve bios kelimelerinden oluşmuş olup yaşam için anlamına gelen Yunanca kökenli bir sözcüktür. Aslında probiyotik mikroorganizmaların fermente gıdaların keşfi sayesinde özellikle yoğurt ve peynir gibi temel gıdaların tüketimiyle yıllardır insan beslenmesinin önemli bir parçasıdır. Geçmiş çağlarda insanların süt ürünü taşıma ve daha uzun süre korumak için sütü fermente etmeyi keşfetmişlerdir ve bununla birlikte yoğurdun keşfi sonrasında bu gıdaların şifa olarak kullanıldığı görülmektedir. Bulgar kökenli hekim Stamen Grigroff yoğurdun içinde daha önce Pasteur'ün keşfettiği laktik asit bakterilerinden bir türü *Lactobacillus spp* keşfetmiştir. Bunun üzerine Elie Metchnikof Patsteur Enstitüsünde araştırmalarına devam eder ve ömrü uzatmanın yollarını arayan bilim insanı olan Rus mikrobiyolog Elie Metchnikof 1908 yılında probiyotik kavramıyla nobel ödülü almıştır (Özen 2011). Bilimsel kaynaklarda 1954 yılında Ferdinand Vergin tarafından, patojen olmayan mikroorganizmalardan ve antimikrobiyal etkilerinin anlatıldığı bir makalede ilk olarak probiyotik teriminden bahsedilmiştir (Corthier 2004). Fuller (1989) tarafından günümüzde kullanım amaç ve şekline göre "gıda katkı maddesi olarak intestinal sistemin dengesi ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanmıştır. 1994 yılında ise Havenaar ve ark. probiyotiklerin canlı mikroorganizmalar olduğunu ve bu mikroorganizmaların

bağırsak mikroflorasının önemli bir unsuru olduğunu söylemişlerdir (Fadhıl 2015; Havenaar ve ark. 1994).

2.1.1 Probiyotik bakterilerin sağlığa yararlı etkileri

İnsan sağlığına yararlı etkilerinden dolayı çeşitli besinlere eklenen bakteriler, spesifik özellikleriyle birlikte probiyotik olarak bilinmektedir. Probiyotikler günümüzde çeşitli hastalıkların tedavisinde ve patolojik durumlarda kullanılmaktadır. Birçok klinik çalışmada sistemik enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde, karaciğer ve böbrek fonksiyonlarının yenilenmesinde, zehirlenmelerde zehirli maddelerin kana geçmesini engellemesi, bağışıklık sistemini güçlendirilmesinde, kolon kanserini önleme, sindirim sistemini düzenleme, tümör oluşumunu inhibe etme, diyare oluşumunu engelleme, vitamin üretimi, laktoz toleransını azaltma ve kalsiyum absorpsiyonunu geliştirmede probiyotik bakterilerin etkisi belirlenmiştir (Genç 2016; Sağdıç ve ark. 2004). Probiyotiklerin etki mekanizmaları patojenik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal madde üreterek konağın bağışıklık sistemini etkilemelerine dayanmaktadır (Maden ve Altun 2012).

Probiyotiklerin ağız sağlığı için etkileri incelendiğinde, Maden ve Altun (2012) yaptığı araştırmaya göre probiyotikler ağız boşluğunda ağız ve diş hastalıklarına karşı, ağız dokuları için koruyucu tabaka olarak biofilm oluşturabilirler. Bu biofilm, patojenlerin ağız dokularına yaklaşmasına izin vermez. Karyojenik bakterilerin ve periodontal patojenlerin büyümelerine karşı rekabet ederek ağız ve diş sağlığının korunmasına yardımcı olur.

Sağlık üzerinde belirtilen olumlu etkilerine karşın probiyotikler hastalıkların iyileştirilmesi için alınan ilaçlar değildir (Başaran 2010). Probiyotik gıdalar tüketilmediği zaman bağırsak florası eski halini alır ve olumlu etkiler ortadan kalkar. Bu nedenle probiyotikler ancak düzenli olarak vücuda alındıklarında olumlu etki gösteren mikroorganizmalardır (Genç 2016).

Son zamanlarda yapılan deneysel çalışmaların sonuçlarına göre özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi bağırsak bakterilerinin, ağız boşluğundaki karyojenik *Streptococcus* ve *Candida* türlerinin üremesinde antogonistik etki yaparak olumlu sonuçlar alınabileceği gözlenmiştir. Bağırsak hastalıklarında birçok kez üzerinde deney yapılan probiyotiklerin

olumlu etkisi görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda etki mekanizmalarının patojenik mikroorganizmaların yapışma alanlarında onlara karşı zıt etki göstermeleri, bu patojenlere antogonistik etkide bulunmaları ve konağın bağışıklık sistemini harekete geçirmek ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Probiyotik bakteriler ağız florasıyla doğrudan etkili olan organik asitler, hidrojen peroksit, karbon peroksit, diasetil, bakteriosin gibi farklı antimikrobiyal maddeleri de üretmektedirler. Fakat yapılan çalışmalar bilgilerin yetersiz olduğunu göstermektedir. Yapılan deneysel çalışmalardan yüzdesel olarak düşük sonuçlar alınması sebebiyle ağızdaki probiyotik kolonizasyonu ve ağız mikroflorası üzerine daha çok çalışma yapılması gerekmektedir (Çetin 2011).

2.1.2 Probiyotik mikroorganizmalar

Probiyotiklerin büyük bir kısmı laktik asit bakterileri olarak tanımlanmış, insan gastrointestinal mikroflorasının önemli bir parçası olan, zararlı özellik taşımayan geniş bir bakteri grubuna dâhildir (Karaca 2015; Gionchetti ve ark. 2000). Bu durumun sebebi Laktik asit bakterilerinin probiyotiklerin olumlu etkilerinin araştırılmasında, ilk bilimsel teorilerde kullanılmış olmalarıdır (Ouwehand ve ark. 2002). Probiyotik üretiminde kullanılan *Lactobacillus* türleri; Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar (Yılsay ve Kural, 2000)

<i>Lactobacillus</i> türleri	<i>Lb. Bulgaricus</i> , <i>Lb. cellebiosus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. lactis</i> <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. reuteri</i> <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. casei</i> <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. fermentum</i> <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. johnsonii</i> <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. salivarius</i> , <i>Lb. gasseri</i>
<i>Bifidobacterium</i> türleri	<i>B. adolescentis</i> , <i>B. bifidum</i> <i>B. breve</i> , <i>B. infantis</i> <i>B. longum</i> , <i>B. thermophilum</i>
<i>Bacillus</i> türleri	<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. lentus</i> <i>B. licheniformis</i> , <i>B. coagulans</i>
<i>Pediococcus</i> türleri	<i>Pediococcus cerevisiae</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>P. pentosaceu</i>
<i>Streptococcus</i> türleri	<i>S. cremoris</i> , <i>S. thermophilus</i> <i>S. intermedius</i> , <i>S. lactics</i> , <i>S. diacetylactis</i>
<i>Bacteriodes</i> türleri	<i>B. capillus</i> , <i>B. suis</i> <i>B. ruminicola</i> , <i>B. amylophilus</i>
<i>Propionibacterium</i> türleri	<i>Propionibacterium türleri</i> <i>P. shermanii</i> ssp. <i>freudenreichii</i>
<i>Leuconostoc</i> türleri	<i>Leuconostoc türleri</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Küfler	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>
Mayalar	<i>S. cerevisiae</i> , <i>C. Torulopsis</i> , <i>Saccharomyces boulardi</i>

2.1.3 Probiyotik bakterilerin sahip olması gereken özellikler

Probiyotik mikroorganizmaların belirlenebilmesi için sahip olması gereken kıstaslar içerisinde mide asitliğine, safraya ve lizozime direnç; doz düzeyi ve süresi; canlılık ve hücrelerin zarar görmemesi ön plana çıkmaktadır. Probiyotik bakterilerin söz konusu sağlık yararlarını gösterebilmesi için tüketim anında ürünün belirli bir seviyede canlı mikroorganizma içermesi ($>10^6$ kob/g) gerekmektedir.

Probiyotik bakterilerde aranan özelliklerden bazıları şu şekilde belirtilir;

- Yan etki oluşturmayacağı laboratuvar araştırmaları sonucu kanıtlanmış olmalıdır,
- İyi teknik özelliklere sahip olmalıdır: stabil bir suş olması fajlara dirençli olması, oksijene dirençli olması gereklidir,
- Bağırsaklarda etkisini gösterene kadar canlı kalmalıdır,
- Gastrointestinal sistemde kolonize olma yeteneği olan canlı mikroorganizma olması (Özen 2011),
- Doğal floraya adapte olmalıdır,
- Düşük pH, mide asidi ve safra tuzlarına karşı dirençli olmalıdır,
- Bağırsak hücrelerine tutunabilmeli ve etkisini gösterebilmelidir
- Bağırsaklarda bulunan antibiyotiklerden etkilenmemeli ve direnç gösterebilmelidir,
- Patojenlerle kontamine olmamalıdır,
- Genellikle güvenli olarak tanımlanmış ve patojen olmamalı,
- Konakçıda sistemik toksisite ve immünolojik duyarlılığa neden olmaması (Özen 2011),
- Konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkileri olmalıdır,
- Depolama sırasında canlılığını korumalı ve antimikrobiyal maddeler üretebilmelidir (Yılsay ve Kurdal 2000).

Suşların fonksiyonel özellikleri suşların tanımlama aşamasını belirlemektedir. Fonksiyonel özellikler olarak asit ve safra direnci, antimikrobiyal aktivite patojenlerin tutunma yetisini azaltma, mukus tabakasına tutunma ve safra tuzlarını saf haline getirmesi gösterilebilir (Anonim 2002).

2.1.4 Probiyotik ürünler

Yeteri miktarda canlı probiyotik en az ($1,0 \times 10^6$ kob/g) mikroorganizmayı tavsiye edilen son tüketim tarihine kadar muhafaza eden gıda ürünü probiyotik gıda olarak ifade edilir (Anonim 2006). Probiyotik bakteriler vücuda üç şekilde alınır: fermente gıdalar, eczane tabletleri ve probiyotik ilaveli gıda ürünleridir.

Fermente süt ve yoğurt gibi ürünler probiyotik bakterilerin tanımlanarak kullanıldığı ilk zamanlardan beri taşıyıcı olarak görev almış en yaygın gıdalardır (Stanton ve ark. 1998). Besin maddeleri ne kadar sindirilebilirse gıdaların besleyici değeri de aynı oranda artmaktadır. Fermente süt ürünlerinin besleyici değeri ve sindirilebilirliği süt ürününe göre daha fazladır (Kılıç 2001).

Yoğurt gibi gıdalara tat veren, aroma etkisi gösteren asıl etken gıdaların üretiminde kullanılan bakterilerin metabolik aktiviteleridir. Laktik asit bakterileri fermente gıdaların üretimi sırasında canlılıklarını yitirebilmektedir. Bu sırada gıdalara probiyotik bakteriler olan *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobakteriler* ilave edilmektedir (Kalantzopoulos 1997). Bu duruma örnek olarak *Lactobacillus acidophilus*'un bakteriyosin üreterek *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus sjuvurti* ve *Lactobacillus casei* gibi çeşitli suşları etkilemesi gösterilir. Bu sebeple probiyotik mikroorganizmaların birbirlerine karşı antagonist etkileri araştırılmış olup aynı gıda maddesinde kullanılmaları önerilmiştir (Sağdıç ve ark. 2004). Starter kültür, peynirin olgunlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Starter kültürler, ürettikleri laktik asitler yardımıyla gıdanın pıhtılaşması ve ürettiği aroma sayesinde gıdaya asit tadını vermektedir. Bakterilerin önemli diğer bir özelliği ise peynirin bozulması olayında rol alan bakterilere karşı inhibe etkisi göstermesidir (Duan ve ark. 2007).

En önemli probiyotik süt ürünleri içerisinde gösterilen ürünlerden biride kefirdir. Kefir en önemli doğal probiyotik kaynaklarından biridir. Üretimi esnasında, kefire tat ve aroma veren farklı mikroorganizmalar içeren kefir taneleri kullanılmaktadır. Bu taneler içerisinde *L. bulgaricus*, *L. brevis*, *L. subsp. lactis diacetilactis* gibi laktik bakterilere ve laktozu fermente edebilen mayalara rastlanmıştır (Ünlütürk ve Turantaş 1998).

Süt tüketimi, süt ürünlerinin kolesterol içeriği ve laktoz intoleransı sebebiyle sınırlanmaktadır. Ayrıca gelişmekte olan bazı ülkelerde fermente ürünlerinin kullanımını

kısıtlayan gelenekler ve ekonomik nedenler, alternatif gıdaların probiyotikler için taşıyıcı olarak kullanılması fikrini öne çıkarmaktadır (Soyuçok ve Kılıç, 2017).

Tamime ve ark. (2005), yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre vücuda alınan spesifik probiyotiklerden yararlanabilmek için ürünün raf ömrü süresince en az 10^6 kob/ml probiyotik bakteri içermesi ve günlük alınması gereken terapötik dozun ise 10^8 - 10^9 kob/ml olması gerektiği öngörülmektedir. Shortt (1999), yaptığı incelemeler ile vardığı yargı sonucunda Japonya'da probiyotik süt ürünlerinin raf ömrü boyunca bulundurması gereken probiyotik mikroorganizma sayısı 4×10^{10} kob/g olmalıdır. Örneğin; *L. casei* probiyotik laktik asit bakterisinin cheddar peynirinin üretiminde 6 aylık depolama süresinde 4×10^7 kob/g değerinde kaldığı ve bunun probiyotiklerin depolama süreçleri için gerekli olduğu bilinmektedir (Madkor ve ark. 2000). Bu derece yüksek miktarda gıdada bulunmasının istenmesinin nedeni mide ve bağırsak sisteminden geçerken miktarında azalma olduğunun bilinmesidir (Tamime ve ark. 2005; Granato ve ark. 2010). Bir suşun sağlık üzerine gösterdiği etkiyi aynı probiyotik türün farklı suşları göstermeyebilir, aynı zamanda spesifik bir dozda gözlemlenen etkileri de aynı suşun farklı dozları ile gözlemlenememektedir. Yapılan çalışmalara rağmen probiyotiklerin minimum etkin konsantrasyonları hakkında bilgiler yeterli seviyede değildir. Probiyotik ürünlerde sağlık etkileri gösteren canlı bakteri sayısı, mikroorganizma suşuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu sebeple kesin bir doz asla belirtilmemektedir (Nabizadehasl 2018). Kanada ve İtalya, minimum 10^9 kob/porsiyon canlı mikroorganizma içeren ticari ürünleri probiyotik olarak kabul ederken (Hill ve ark. 2014), bu sayı Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünler Tebliğine göre, gıda endüstrisinde probiyotik ürünlerin her mililitre veya gramda en az 10^6 kob canlı mikroorganizma içermeleri gerekmektedir (Anonim 2018).

Sağlıklı meyve sularının besinsel faydaları, probiyotiklerin uygun suşlarının seçimiyle doğru orantılıdır. Yoğurt gibi geleneksel gıdalara oranla probiyotik kültürler aroma sağlama gibi duyuusal etkileri sayesinde meyve sularına farklı lezzetler kazandırmaktadır. Geleneksel ürünlerle kıyaslandığında probiyotik kültürler aroma sağlama gibi duyuusal etkileri sayesinde meyve sularına farklı lezzetler kazandırmaktadır (Song ve ark. 2012). Genç (2016) nar suyunda yaptığı çalışmada çeşitli fermente gıdalardan izole edilen ve tannaz aktivitesinin yüksek olduğunu tespit etmiş, laktik asit bakterilerinin öncelikli olarak probiyotik özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Daha sonra bu laktik asit bakterileri, nar suyu içerisine eklenmiş ve tanen miktarı azaltılmaya çalışılarak mevcut durumdan daha lezzetli, probiyotik meyve suyu eldesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu tarz probiyotik ürün için izolatların uygun olmadığı tespit

edilmiştir. Tüm izolatlar sadece 48 saat canlı kalabilmişlerdir. Yapılan duyusal çalışmalar dikkate alındığında; 25°Cde inkübe edilen *L. plantarum* a4 izolatlarının ilave edildiği nar sularında normal nar sularına oranla acılık, buruk tat ve ekşiliğin minimum seviyelere indirildiği görülmüştür. İzolatların tannaz aktivitesine sahip olması tanen miktarını etkileyerek hoş bir aroma sağlayıcı olmuştur (Genç 2016).

Wang ve ark. (2009), Hint dutu meyvesinden üretilen meyve suyuyla yaptıkları çalışmalarında *B. longum* ve *L. plantarum*, taze nar sularında ise *L. plantarum*, *L. delbruekii*, *L. paracasei*, *L. acidophilus* bakterilerinin meyve suyu çalışmalarına kullanılabileceğini bildirmişlerdir. *L. plantarum* ve *L. delbruekii* izolatlarının nar suları için uygun olduğunu, mikrobiyal üreme sağlandığını tespit etmişlerdir. *L. casei* izolatının ise kaju meyvesinin elde edildiği elma sularında uygunluk gösterdiği probiyotik canlılığı süren bir üretim sağlandığı tespit edilmiştir (Genç 2016; Wang ve ark. 2009).

Lor peynirinin yapısal özelliklerinden dolayı, probiyotik bakterilerin kolayca tutunabilmesi ve canlılığının uzun süre sürdürebilmeleri, lor peyniri üzerinde yapılan çalışmaları arttırmıştır. Yapılan gözlem ve analizler sonucu probiyotik bakterilerin uzun süre canlı olarak gözlemlenmiş olması lor peynirini probiyotik gıda olarak üretilebileceğini göstermiştir. Lor peynirinde probiyotik bakterilerin 60 gün canlılıklarını sürdürebilmeleri ise raf ömrünün probiyotik yoğurttan çok daha fazla olabileceğini göstermektedir (Yalçın 2016).

Mohammadi ve Mortazavian'ın 2011 yılında yaptığı çalışmada probiyotik bakteriler içeren dondurma, çeşitli peynir türleri, bebek maması, süt tozu, dondurulmuş süt tatlıları, peynir altı suyu gibi süt ürünlerinin geliştirilmesinde önemli başarılar elde edilmiştir.

Ekmek ile yapılan bir çalışmaya göre *L. plantarum* kullanılmış olup pişirme esnasında ilave edilen probiyotik canlılığı, pişirme süreleri boyunca takip edilmiş ve 8. dk'dan sonra azaldığı belirlenmiştir. 8.dk'dan sonra canlılık değerleri 10^4 - 10^5 kob/g olarak ölçülmüştür ancak 4. günün sonunda artış gözlenerek 10^6 kob/g tespit edilmiştir (Zhang ve ark. 2018).

Probiyotik gıda üretiminde ki en önemli olumsuz faktör kullanılan bakterinin canlılığını yitirmesidir. Probiyotiklerin teknolojik özelliklerinin artırılmasında, son yıllarda yapılmaya

başlanan mikro enkapsülasyon tekniği önemli rol oynamaktadır (Argin 2007; Champagne ve Fustier 2007).

Erginkaya ve ark. (2019), probiyotik bitter çikolata üretiminde mikroenkapsüle *Lactobacillus rhamnosus* kullanımının farklı sıcaklıklardaki depolama süresince canlı probiyotik hücre sayısı ve duyuşal özellikler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yapılan araştırmada, probiyotik çikolata üretiminde kullanılan *L. rhamnosus* ekstrüzyon tekniği ile mikroenkapsüle edilmiştir ve probiyotik çikolatalar 2 değişken sıcaklıkta (4°C ve 25°C) 60 gün boyunca depolanmıştır. Araştırma sonunda; 4°C’de depolamanın canlı hücre sayısını koruma yönünden daha elverişli olduğu tespit edilirken, 25°C’de depolama sonucunda çikolatalardaki probiyotik hücre sayısında ciddi düzeyde düşüş gözlenmiştir. Sonuç olarak bitter çikolata üretiminde mikroenkapsülasyon işleminin ve 4°C’de buzdolabı koşullarında depolama probiyotik hücre dayanımını arttırdığı için önerilmiştir.

2.1.5 *Lactobacillus casei*

L. casei çoğunlukla ince bağırsakta kolonize olan bir bakteridir. *L. casei*, 1,5 µm’den daha küçük çaplı ve uçları uzun ya da kısa çubuk şeklinde, zincir oluşturabilen, flagellasız, hareketsiz ve homofermentatif özelliklere sahiptir. % 4 glukonatlı ortamda hızla gelişerek CO₂ oluşturmaktadır. Optimum gelişme sıcaklığı 28-32°C’dir. 15°C’de hatta altındaki sıcaklıklarda, 6-7°C’lerde bile gelişmesini sürdürebilmektedir. Sorbitol ve sorbatı kullanabilmektedir. Maltoz ve sakarozu çoğu zaman yavaş fermente etmektedir. Gelişmesi için riboflavin, folik asit, Ca-pantotenat ve niasin’e gereksinim duymaktadır. Gaz oluşturmamakta ve hücre parçalanmasından sonra kuvvetli proteolitik bir etki göstermektedir (Ernas ve Karagözlü 2013). Laktobasill türlerinin çoğu mikroaerobiktir ancak anaerobik ortamda daha iyi kolonize olurlar, doğada su ve toprakta hemen hemen hiç bulunmazlar. Bu cinse ait türler doğal ortamları fermente gıdalar, insan ve diğer canlıların bağırsak sistemlerinde görülür (Fadhil 2015; Hammes ve Vogel, 1995). Karaciğer, bağırsak, kanser ve diş itihabı gibi çeşitli hastalıklarda olumlu etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Gül 2015). Ayrıca kadınların üriner bölgesinin baskın florasını da düzenler (Kuş 2010; Kalantzopoulos 1997).

Yılmaz (2006)’ın yoğurt ürününde yaptığı çalışmada, 5 farklı fermente süt ürünü üretilmiş, kontrol grubu örnekler, geleneksel yoğurt kültürleri olan *S. thermophilus*, *L.*

bulgaricus kullanılarak üretilirken, denemede bulunan diğer fermente süt ürünleri *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium ssp.* *L. lactis*, *L. casei* kültürlerinin farklı bileşimleri kullanılarak üretilmiştir. Üretilen yoğurt benzeri fermente süt ürünü örneklerine depolama boyunca çeşitli mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyu analizler uygulanmıştır. Üretilen ürünün çeşitli kalite kriterleri olan duyu mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve duyu özellikler bakımından gerek görünüş ve kıvam gerekse koku ve tat açısından en çok beğenilen ürünün *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium ssp.* ve *L. lactis* kültür kombinasyonu ile üretilen çeşidin olduğu saptanmıştır. Probiyotik fermente süt ürünlerinin sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmeleri için, hem belli sayıda mikroorganizma içermesi hem de bu mikroorganizmaların ürün tüketilene kadar canlılığını ve stabilitesini sürdürebilmesi gerekmektedir. Buna göre araştırma sonucunda 35 gün depolama sonrasında en fazla probiyotik mikroorganizma içeren örneğin *L. acidophilus*, *B. lactis* ve *L. casei* kombinasyonu olduğu saptanmıştır. Beğenilmesi açısından tüketiciler ve üreticiler için iyi bir fermente süt ürünü çeşidi olduğu belirlenmiştir (Yılmaz 2006).

L. casei türlerinin sıcaklık stabilitesinin geniş aralıkta olması ve yapılan çalışmalardan olumlu sonuç alınması *L. casei* kullanımına teşvik edici sebepler arasında yer almaktadır.

2.2 Sakız

Sakız, sakız mayası (gum base), çeşitli aroma ve katkı maddeleriyle prosesine uygun olarak şekerli, şekerli ve tatlandırıcı olarak farklı şekillerde hazırlanan istendiğinde mineral ve vitamin ilavesiyle zenginleştirilerek hazırlanan bir gıda maddesidir (Öner 2017).

Sakızın bilinen tarihi incelendiğinde; eski Yunanlıların mastik yani damla sakızı, Maya toplumunun sapote veya çiko adını verdiği bir tropik ağaç kabuğu reçinesini; Amerikan yerlilerinin ise ladin ağacının reçinesini; dişleri temizlemek, ağız sağlığı ve ağız içinin ferahlaması amacıyla çiğnediği bilinmektedir (Öner 2017). Endüstriyel sakızın imalatı 1848 yılında John Curtis tarafından yapılmıştır. Endüstriyel sakız üretimi ladin ağacı reçinesinden yapılmıştır. 1860 yılından sonra Thomas Adams lateks ürününü kullanarak sakız üretimini gerçekleştirmiştir. 1950'lerden sonra sakız, ağız ve diş sağlığını korumak ve ağız problemlerini tedavi amacıyla ticari olarak şekerli ve şekerli olarak üretilmeye başlanmıştır (Öner 2017).

2.2.1 Sakız üretimi

Sakız ürünü; genellikle suda çözünmeyen sakız mayası, çeşitli katkı maddeleri, tatlandırıcılar, yumuşatıcılar ve gıda renklendiricileri eklenerek bir karışımla imal edilir (yang ve ark. 2011). İki fazdan meydana gelir (Baysal ve ark. 2010). Birinci faz suda çözünmeyen sakız fazıdır. İkinci faz şeker veya şeker alkollerinden oluşan suda çözünen kısımdır. Kaplama aşamasında glikoz şurubu ve mısır şurubu ana madde olarak yanında ise nemlendiriciler şeker kaplamasında önemli role sahiptirler (Wong ve ark. 2009).

Günümüzde üretimi sağlanan sakız içerikleri, şeker bazlı sakız için: %20 sakız mayası, %60 şeker, %18-20 glikoz şurubu, %1'er poliöl, gliserin ve tatlandırıcılardan oluşurken, şekersiz sakız için: %25-30 sakız mayası, %50-60 polioller, %5-6 gliserin, %1-2 aroma ve tatlandırıcıları kapsamaktadır (Potineni ve Peterson 2008).

Geleneksel yolla sakız üretimi basamakları şu şekildedir: sakız mayası, katkı maddeleri ve aromalar karıştırıcı (mikser) içerisine alınarak 55°C'de karıştırılır. Genel olarak, bu maddeler ile beraber şeker veya tatlandırıcılarda ilave edilerek ilk aşama olan karıştırma prosesine dahil edilir. Bu işlem sonrasında sakız hamuru elde edilmiş olur. Sakız hamuru bölünüp, parçalara ayrıldıktan sonra dinlenmeye alınır. Dinlenmiş olan hamurda ekstrüderde işleme basamakları uygulanarak istenen şekil verilir. Şekil verilen sakızlar soğutucu tünele aktarılır. Soğutucu tünelde küçük parçalara ayrılma işlemi gerçekleştirilir ve ambalajma aşamasına geçilir. Bu işlem sonrası paketlenerek kolilere yerleştirilir ve depolara sevki gerçekleşir (Parlak 2017).

2.2.2 Sakız çeşitleri

Çiğneme sakızları şekerli sakız, şekersiz sakız, kaplanmış çiğneme sakızı ve ilaçlı çiğneme sakızı olmak üzere dört esas gruba ayrılır (Itiobe ve ark. 2012). Şekerli ve şekersiz sakız arasındaki temel fark farklı şeker alkollerinin ikamesidir (Konar 2016). Tıbbi olarak çiğneme sakızları kontrollü olarak piyasaya verilen ticari bileşiklerdir. Çiğneme tabletleri oldukça ilgi çekicidir (Konar 2016; Maggi ve ark. 2013). 1991 yılında Avrupa Farmakoloji ve İlaç Komitesinin hazırladığı rapora göre çiğneme tableti, kesinlikle yutulmadan çiğnenmesi gereken sakızdan oluşan, içerdiği ilacın yavaşça bırakılmasını sağlayan katı halde tek doz preparatları olarak tanımlanmıştır (Konar ve ark. 2016; Paradkar ve ark. 2015). Hastalıklarda

önleyici terapötik kullanım için uygundur. Biyoaktif bileşen mukoza tarafından absorbe edilir, çiğneme sakızları tedavi edici etkinin hızlı başlamasını sağlayan duyarlı gastrointestinal sistemin duyarlılığını azaltır.

Twetman ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada bir ilaç firmasından temin edilen probiyotik bakteri (*Lactobacillus reuteri*'nin iki suşu) içeren, hazır haldeki çiğneme tabletlerini (sakızları) kullanarak bu ürünün diş eti iltihabına etkisini araştırmışlardır. Probiyotik bakterinin diş oluşu ve kanama üzerindeki etkisine baktıklarında kanamanın ve diş oluşu sıvısının azaldığı görülmüştür. Çağlar ve ark. (2007), benzer şekilde endüstriyel ilaç olarak satılan probiyotik ve ksilitol içeren sakızların tükürükteki *Streptococci* ve *Lactobacilli* üzerine etkilerini incelemişler ve 3 hafta boyunca belirli periyotlarda çiğnenen sakızların tükürük mutantlarının oranını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Aynı örneklerle yapılan farklı bir çalışmada, probiyotikli çiğneme tabletlerinin ağız kokusu üzerine olumlu etkileri olduğu organoleptik puanlar sonucunda belirlenmiştir. Sakızların ağız kokusuna neden olan uçucu kükürt bileşikleri üreten bakterileri belirli oranlarda etkilediğini belirtmişlerdir (Konar ve ark. 2016; Keller ve ark. 2012).

Probiyotiklerin ağız ve diş sağlığına olan etkileri ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmakla birlikte probiyotiklerin sakız ürününde kullanım olanaklarının takip edildiği çalışmalar çok eksiktir.

2.2.3 Biyoaktif madde taşıyıcısı olarak sakız

Biyoaktif madde taşıyıcısı olarak sakız, ağızda kalma süresi açısından oldukça farklı bir gıda ürünüdür. (Davidson ark. 1999). İstatistiksel verilere göre dünyada yıllık 1.74 trilyon stik sakız üretimi gerçekleşmektedir. Sakızın ağızda kalma süresi ortalama 10 dakika olarak hesaplanırsa, sakız yıllık 290 katrilyon saat ağızda kalmaktadır (Konar ark. 2016). Bu durum biyoaktif madde salınımı için sakızı en iyi taşıyıcı gıda maddesi konumuna getirmektedir. Sakız, ağızda en uzun süre kalan gıda ürünü olarak tanımlanabilir. Sakıza farklı gıda ürünleri gibi yeme işlemi uygulanmaz ağızda dişlerle çiğnenmekte ve çiğneme esnasında çeşitli bileşenler ağız içine salınmaktadır (Yang ark. 2011). Bu şekilde çiğneme eylemi boyunca sakız ürününe katılabilecek biyoaktif bileşik kütleden salyaya salınarak oral mukozadan absorbe edilebilir veya gastrointestinal absorpsiyon için mideye ulaşarak metabolize edilebilir. Sonuç olarak, iki farklı sistem ile biyoaktif bileşiklerin salınımı söz konusudur (Chandran ark. 2014).

Sakızların lezzet salınımı göz önüne alındığında ise salınımın izlediği yol şu şekildedir; sakız çiğneme sırasında tükürük ile seyreltilir, kokular serbest bırakılır, ağız boşluğunda ve burun boşluğunda retrnazal rota boyunca taşınır, koku epitelindeki reseptörlerle etkileşime girer ve beyine sinyaller gönderir, sonuç olarak aroma hissedilir (Itobe ve ark. 2012).

Probiyotik bakteri ilaveli sakız kompleksinin salınım sürecinin incelenmesi, depolama boyunca canlılıklarını sürdürebilmelerinin kontrolü, üretilecek probiyotikli sakız açısından bilimsel öneme sahiptir. Ayrıca biyoaktif bileşenler eklenmiş sakızların önemli avantajlarından biri de düşük kalorili ürünler olması ve yutulmadan sadece çiğneme suretiyle ağıza alınıyor oluşudur. Bu sebeple son yıllarda obezitenin oldukça sorun teşkil ettiği dönemde vücut için düşük enerji sağlayıp fonksiyonel ürün haline getirebilen bir ürün oldukça dikkat çekicidir (Konar ve ark. 2016).

Bu parametrelerden dolayı sakız prosesinde üretim aşamasının başından son ürüne kadar olan kalite kriter noktalarının detayları belirlenmelidir. Her basamağı yüksek hassasiyet seviyesinde değerlendirmeye alınmalıdır (Konar ve ark. 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan probiyotik bakteri olarak, *Lactobacillus casei* LC-G11 (Lactobacillus powder Biogrowing) temin edilmiştir. Bakteriler liyofilize toz halde ($>3.0 \times 10^{11}$ kob/g toz) kullanılmıştır. Ticari olarak satılan 1.10661. Agar (Merck) kullanılmıştır. Besiyeri içeriği distile suda (NaOH: Sıgma) çözüldükten sonra, pH 5,4±0,2'ye ayarlanmış ve 121°C de 15 dakika otoklavlanarak steril edilmiştir. Koloni oluşturan birim ml⁻¹; bakterilerin steril serum fizyolojik çözeltisinde seri dilüsyonlarının Man, Rogosa and Sharpe MRS (Merck) agara ekimlerinin yapılarak petrilerin 37°C'de 72 saat inkübasyon sonunda sayımları yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Sakız prosesinde kullanılan sakız mayası Maykim Maya Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş. Çorlu firmasından, diğer hammaddeler (inülin, sorbitol) yerel firmalardan temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Sakız Örneklerinin Üretilmesi

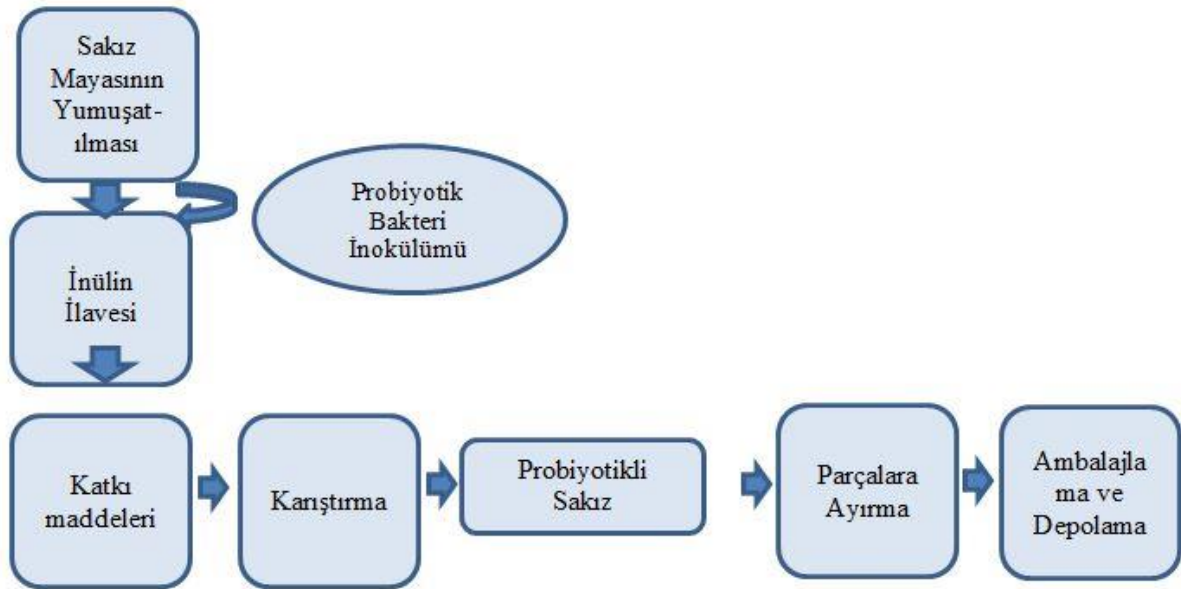
Sakız örnekleri hazırlamak için McGowan ve ark. (2005) tarafından kullanılan yöntem baz alınarak sentetik sakız mayası kullanılmıştır. Sakız ürünü elde optimum şartlarda üretildiği için sakız mayasının yapısına diğer bileşenleri maksimum oranda alabilen formülasyon çeşitli denemeler sonunda tespit edilip uygulanmıştır. Bu kısımda literatürde benzeri olmayan ve hiç çalışılmamış olan probiyotikli sakız üretimi ve probiyotik canlılık seviyesi araştırılmış olup temel referans çalışma sayılabilmektedir.

Tanecik formunda sakız mayası tedarik edilip belirtilen yöntem ile sakız üretimi gerçekleştirilmiştir. Probiyotikli sakız üretim aşaması temel olarak şu basamakları içermektedir: Sakız mayasının hazırlanması, probiyotik mikroorganizmanın ilavesi ve sakız bileşenlerinin karıştırılmasıdır.

Probiyotikli sakız üretimi; sakız mayası etüvde (55°C) eritildikten sonra farklı oranlarda (%1, %2, %3) mikroorganizma kuru formda inoküle edilmiştir. 5 dakika boyunca

yoğurulmuştur. Daha sonra şekerli ve şekerli olmalarına göre diğer bileşenler (inülin, sorbitol (%70'lik), glikoz şurubu, toz sorbitol, pudra şekeri) erimiş sakız mayasıyla 10 dk boyunca karıştırılmıştır. Sakız örneği belirtilen formülasyona göre 25g üretilmiştir. Daha sonra 5'er gramlık parçalara ayrılarak yağlı kağıt ile paketlenmiştir. Oda sıcaklığında serin ve ışısız ortamda muhafaza edilmiştir. Üretim basamakları şekil 3.1'de gösterilmektedir. Üretim sırasında probiyotik miktarı, bakteri temin edilen firmanın içerikte belirttiği; gramında bulunan bakteri sayısına göre %3'lük 1g sakızda 9.0×10^9 kob/g, %2'lik 6.0×10^9 kob/g, %1'lik 3.0×10^9 kob/g olarak hesaplanmıştır.

Probiyotik bakterilerin yüksek sıcaklık ve pH değişimlerinden dolayı canlılığını kaybetmesi veya etkisiz hale gelmesini önlemek için ve ısı veya kayma süresine maruz kalmasının sınırlandırılması gerekmektedir. Bu sebeple karıştırıcıdaki sınırlama süresinin 15 dakikadan fazla olmamasına ve sıcaklığın 50°C yi geçmemesine dikkat edilerek üretim yapılmalıdır. Elde üretim gerçekleştiği için bu sorun en aza indirgenmiştir. Şekil 3.2' probiyotik ilaveli sakız örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 3. 1 Probiyotik ilaveli sakız üretim şeması



Şekil 3.2 Probiyotik ilaveli sakız örnekleri

Probiyotik bakterilerle şekerli ve şekerli olmak üzere iki grupta 8 farklı formülasyonda sakız üretilmiştir. Bu formülasyon çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1 Probiyotik ilaveli sakız formülasyonları (%)

Örnek (%)	Bakteri (%)	Sakız Mayası (%)	Glikoz Şurubu (%)	Toz inülin (%)	Sorbitol (%)	Toz Sorbitol (%)	Pudra Şekerli (%)
1 (1PPŞ)	1	52	25	22	-	-	-
2 (2PPŞ)	2	51	25	22	-	-	-
3 (PPŞ)	3	50	25	22	-	-	-
4 (3PŞ)	3	50	25	-	-	-	22
5 (1PPŞZ)	1	52	-	22	25	-	-
6 (2PPŞZ)	2	52	-	22	25	-	-
7 (3PPŞZ)	3	50	-	22	25	-	-
8 (3PŞZ)	3	50	-	-	25	22	-

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). PPŞ: Probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekerli sakız, PŞZ: Probiyotikli şekerli sakız.

3.3 Sakız Örneklerinde Canlılık Analizi ve Depolama Süresince Probiyotiklerin Stabilite Takibi

Sakızlar üretildikten sonra probiyotik bakterilerin canlılığı sayım yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla sakız örneğinden 1:9 oranında dilüsyonlar hazırlanarak 1dk vortekslenmiştir. Her bir dilüsyondan MRS Agar (Merck)' a yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petrilerin 37°C'de 72 saatlik inkübasyonundan sonra canlı bakteri sayısı 1 gramda log koloni oluşturan birim (log kob/g) olarak hesaplanmıştır. Sakız örneklerinde toplam dört hafta depolama boyunca (oda sıcaklığında) probiyotik stabilite takibi de yukarıda belirtilen yöntem ile 0, 7, 14, 21. günlerde yapılmıştır.

Sakız örneklerindeki bakteri canlılık oranı aşağıdaki denkleme göre belirlenmiştir. (Ananta ve ark. 2005).

$$\% \text{ Canlılık oranı} = 100 \times \frac{N}{N_0}$$

N= Başlangıçta ilave edilen bakteri sayısı (kob/g)

No=Üretimden sonraki bakteri sayısı (kob/g)

3.4 Probiyotik İlaveli Sakız Örneklerinin Çeşitli Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

Sakız, üretimi ve canlılık takibi aşamasından sonra kalite parametrelerinden olan tekstür analizi, renk analizi ve su aktivitesi analizine tabi tutulmuştur. Tekstür analizi 0. ve 21. günde yapılmıştır. Canlılık takibi, renk analizi, su aktivitesi 0, 7, 14, 21. günlerde yapılmıştır.

3.4.1 Tekstür analizleri

Tekstür analiz cihazında (T.A HDD plus, USA) 5mm DIA CYLINDER STAINLESS silindirik prop kullanılarak, sertlik, tutunabilirlik (yapışkanlık), katı maddenin çiğnenebilirliği araştırılıp piyasadaki ürünlerle karşılaştırılarak ürünün geliştirilmesi sağlanmıştır. Sakızların tekstürel özellikleri (TPA) (StableMicrosystems, TA.XT Godalming, Surrey, UK) ile 5mm'lik silindir prob (P/5) kullanılarak tayin edilmiştir. Şekil 3.3'de probiyotik ilaveli sakızlara tekstür analizinin yapıldığı cihaz gösterilmiştir. Sakızların tekstür analizinde benzer geometride olması çok önemli olduğu tespit edilmiştir ancak el yapımı sakız ürünleri olduğu için istenilen net şekil verilememiştir. 1 mm/s prob test hızı, 5 mm penetrasyon derinliği ve 0,1 g'lık dış algılama kuvveti kullanılarak ölçümler yapılmıştır (Mehta ve Trivedi 2015). Ölçümler 0. ve 21. günlerde

yapılmıştır. Sakızların sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik değerleri analizler esnasında elde edilen kuvvet zaman grafiğinden elde edilen değerlerden program yazılımı yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 3.3 Tekstür cihazı

3.4.2 Renk analizi

Sakız örneklerinin renk analizleri 21 günlük depolama boyunca periyodik olarak KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-5 renk cihazında gerçekleştirilmiştir.

Probiyotikli sakız örneklerinin iç rengi Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarındaki Konica Minolta CR-5 renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmış olup sonuçlar L^* , a^* , and b^* değerleri olarak verilmiştir. (Aktaş ve ark. 2013). L^* , a^* , b^* renk koordinat sisteminde L^* değeri renk parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları olan a^* ve b^* değerleri ise belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp, a^* değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi ifade ederken b^* değeri pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir. Renk değeri

belirlenmiş olan örnek, ölçüm yapılacak cihazın ürüne uygun olan (katı ürün) ölçüm başlığı seçilerek, kolorimetrenin ilgili kabının içerisine yerleştirilip cihazın dokunmatik ekranı üzerinden verilen oku (read) komutu neticesinde renk değeri okumaları gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 tekerrür ve 3 paralel olacak şekilde yapılmıştır. Analizler, üretimini takiben 0, 7, 14 ve 21. günlerde gerçekleştirilmiştir.

3.4.3 Su aktivitesi (a_w)

Gıda ürünlerinde farklı formlarda bulunan su miktarını etkileyen faktörlerin tespit edilmesi, suyun gıdadaki fonksiyonlarını anlamak açısından önemlidir. Gıda ürünlerinde kritik noktaları belirlemek ya da olası bozulmayı tahmin etmek için su aktivitesi tayin edilmektedir. Bu amaçla yola çıkarak depolama boyunca su aktivitesi tayini 25°C’de su aktivitesi ölçüm cihazı (AQUA LAB 4 TE Decagon Device, Pullman WA, ABD) cihazı ile yapılmıştır. (Jaworskavd., 2014). Cihazın özel ölçüm kabı içerisine küçük parçalar halinde parçalanmış sakız örnekleri koyulduktan cihazdaki ilgili kısma yerleştirilip okuma düğmesine basılması neticesinde su aktivitesi değerleri elde edilmiştir. Analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Analizler oda sıcaklığında 4 haftalık depolama boyunca 0, 7, 14, 21. günlerde gerçekleştirilmiştir.

3.5 İstatistiksel Analiz

Probiyotikli sakız örneklerinden elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri JMP (15.0, ABD) paket programı ile yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklar ANOVA analizi ile karşılaştırılarak aradaki farkların rastlantısal mı yoksa istatistiksel olarak anlamlı mı olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlerde öncelikle tüm grupların farklı probiyotik oranlarındaki canlılıkları ve aynı oranlardaki probiyotikli sakızların probiyotik ilavesinden sonraki canlılıkları sonrasında her grubun şekerli ve şekerli sakızlarının canlılıkları arasındaki olası anlamlı farklılıkları karşılaştırmalı olarak Tukey HSD testiyle belirlenmiştir, p değerinin 0,05’ten küçük olduğu durumlarda gruplar arası farklılık anlamlı kabul edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Probiyotik Bakteri Katılan Sakız Örneklerinin Depolama Boyunca Canlılık Oranları

%1, %2, %3 probiyotik *Lactobacillus casei* LC-G11 ilaveli sakızların depolama boyunca canlılık takibi değerleri çizelge 4.1’de ortalama ve bu değerlere ait standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan ($p<0.05$) faktörler Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

%3 probiyotik ilaveli sakızlar kendi aralarında prebiyotik ilavesi etkisi açısından karşılaştırıldığında; prebiyotik eklenmesinin canlılığın artması yönünde olumlu etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Lactobacillus casei LC-G11 sayısının en yüksek olduğu örnek 0.günde 3 numaralı örnek (%3 PPŞ) iken (8.65 log kob/g) en düşük değere sahip (7.19 log kob/g) 6 numaralı (%3 PPŞZ) sakız örneği olmuştur. 1(%1 PPŞ), 2(%2 PPŞ), 5(%1 PPŞZ), 6(%2 PPŞZ) ve 7(%3 PPŞZ) numaralı örnekler arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). 21. gün depolamaya bakıldığında, en yüksek canlılık seviyesine sahip örnek 6 numaralı (%2 PPŞZ) sakız örneği (8,45 log kob/g) olurken, en düşük canlılık seviyesi 8 numaralı (%3 PŞZ) sakız örneğinde (7.42 log kob/g) tespit edilmiştir.

0.gün şekerli sakızlar kendi aralarında karşılaştırıldığında, %3 probiyotik ilaveli sakızların %1 ve %2 probiyotik ilaveli sakızlardan daha yüksek canlılık seviyesinde olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 3. örnek (%3 PPŞ) ile 4. örnek (% 3PŞ) arasında *L.casei* miktarı açısından istatistiksel fark ($p>0.05$) bulunmadığı tespit edilmiştir. 3.örnek (%3 PPŞ) değeri 8.65 log kob/g bulunmuştur. Şekerli sakızlar arasında en düşük canlılık miktarı (7.27 log kob/g) 2. sakız örneğininidir (%2 PPŞ).

Depolama süresince şekersiz sakızlar incelendiğinde 0.gün 8 numaralı (%3 PŞZ) sakız 8.41 log kob/g en yüksek canlılık seviyesindedir. Diğer probiyotik ilaveli şekersiz sakızlar arasında istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Depolama sonunda ise 0.gün en yüksek canlılığa sahip olan 8 numaralı örnek (7.42 log kob/g) istatistiksel olarak 7 numaralı (7.11

log kob/g) sakız örneği ile benzer olup en düşük canlılık seviyesine sahiptir. 6. örnek (%2 PPŞZ) 21. gün en yüksek canlılık seviyesine sahip (8.45 log kob/g) sakız olmuştur.

Prebiyotiğin sakızdaki probiyotik bakteri canlılığı üzerinde etkisini görmek için en yüksek konsantrasyona sahip %3 probiyotik formülasyonuna inülin ekleyerek prebiyotik etkisi incelendi. Depolama sırasında %3 probiyotik ilaveli sakızlar arasında 0. gün istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p>0.05$), 21.gün sonunda istatistiksel olarak bu grup içerisinde en yüksek canlılık oranı 4 numaralı (%3 PŞ) sakızda belirlenmiştir. Depolama sonunda 7. örnek (%3 PPŞZ) ile 8. örnek (%3 PŞZ) arasında ise istatistiksel fark yoktur ($p>0.05$). % 3 probiyotik ilaveli sakızların kendi üretim periyotları incelendiğinde 21. günde istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür ($p>0.05$) .

Depolama periyotlarına bakıldığında şekerli sakızlar içerisinde 1. örnek (%1 PPŞ) ve 2. örneğin (%2 PPŞ) 21. gün sonunda canlılık seviyesinde artış görülmüştür. 3. örnek (%3 PPŞ) ve 4. sakız örneği (%3 PŞ) ise 0.gün en yüksek canlılık seviyesine sahip iken 21. gün canlılık seviyesinde düşüş meydana gelmiştir.

Şekersiz probiyotik ilaveli sakızlarda 5 numaralı (%1 PPŞZ) sakız örneğinde 0, 7 ve 21. günde istatistiksel olarak fark bulunmaz iken 14. günde düşüş gözlenmiştir. Diğer probiyotik ilaveli sakızlar incelendiğinde de genel olarak 14. gün de canlılık seviyelerinde istatistiksel olarak azalma meydana geldiği tespit edilmiştir ($p>0.05$). 14. günde bakterilerin genelinde canlılık seviyelerinde düşüş gözlenmesi anaerobik ortama uyum süresinde strese girmelerinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. 14. günden sonra ki canlılık miktarında ki artış adaptasyonun oluştuğu ve canlılık miktarının arttığını göstermektedir.

Sakızların üretiminde şeker ilavesinin probiyotik canlılar üzerindeki etkisi incelendiğinde, 7. gün depolama periyodunda şekersiz gruplar en yüksek canlılık aktivitesine sahiptir. %3 probiyotik ilaveli sakızların 0. gün en yüksek *L.casei* canlılığına sahip iken %1 ve % 2 probiyotik ilaveli sakızlarda istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak depolama sonunda 6 numaralı (%2 PPŞZ) sakız örneği en yüksek canlılık oranına sahiptir. Bu durumun probiyotik canlı bakteri inokulumu ile çalışılması ve kontaminasyona sebep olmaması için karıştırma sırasında herhangi bir alet kullanılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yoğurma el ile gerçekleştirilmiş olup tam homojen karışım sağlanamamış olabilir. 6. örneğin (%2 PPŞZ) en düşük canlı bakteri miktarı 14.gün (6,51 log kob/g) olarak görülmektedir.

Genel olarak: tüm formülasyonlarda, depolama sonundaki probiyotik bakterilerin sayısı tüketim anında canlı olması gereken sayıyı ($>10^7$) sağlamış olup sakızın probiyotik bakteriler için uygun bir taşıyıcı gıda olabileceğini göstermektedir.

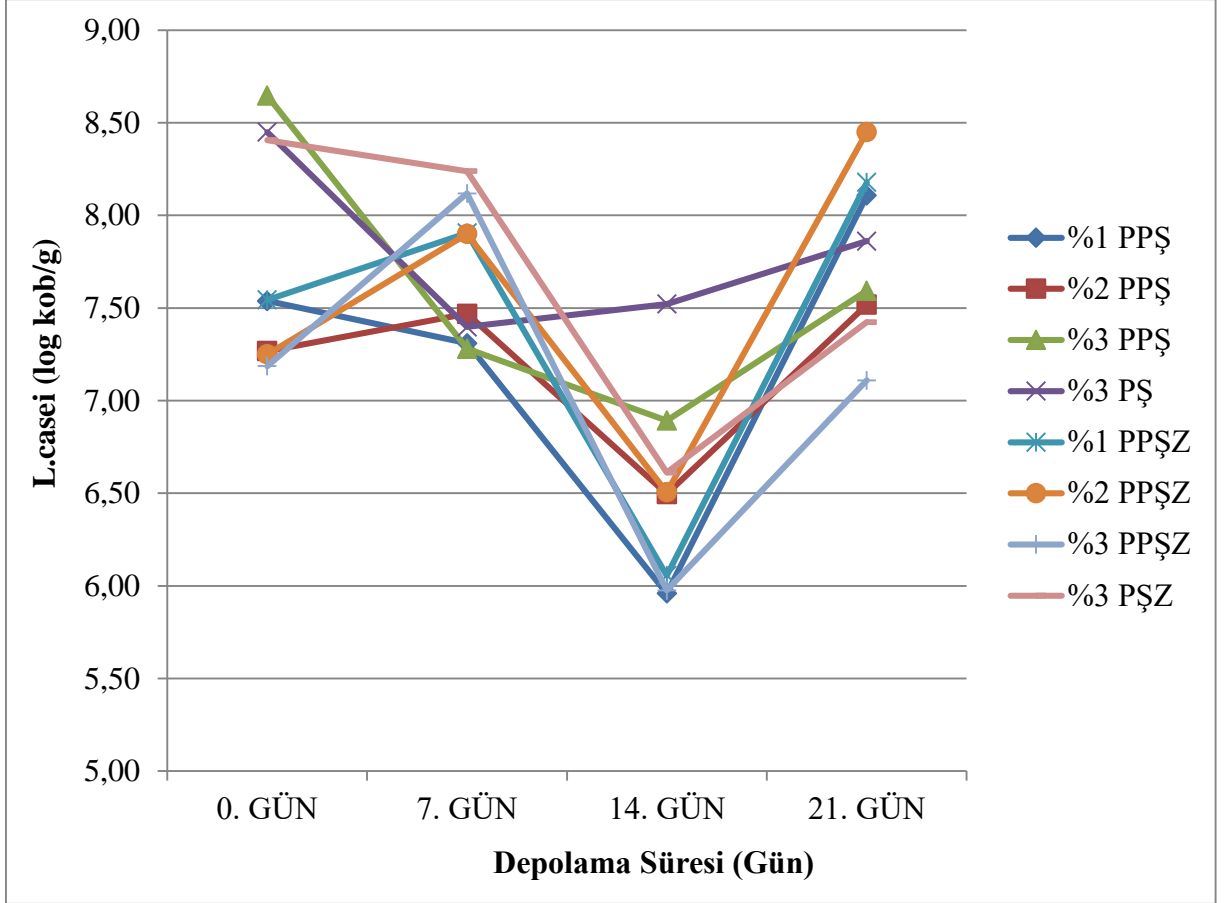
Gündoğdu (2018) yaptığı çalışmada toz çikolatalı milkshake karışımına probiyotik bakteri (*Bifidobacterium lactis* ve *Lactobacillus casei*) ekleyerek ve bileşimdeki sakkaroz yerine doğal şeker olan stevia ilavesi ile 4 °C ve 20°C’de milkshake üretimi gerçekleştirmiştir. Sonuçlar incelendiğinde *L.casei* sayılarının 7,15 log kob/ml ile 8,93 log kob/ ml arasında değiştiği, milkshake içecekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama boyunca *L.casei* sayısında genel olarak azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). Depolama günlerinin sonunda azalmanın en fazla görüldüğü örnek, oda sıcaklığında depolanan şekerli milkshake karışımından elde edilen içeceğe ait olduğu belirtilmiştir.

Genç (2016) yaptığı nar suyuna probiyotik ilavesindeki sonuçlara göre 5 günlük depolama boyunca probiyotik bakteri canlılığı takip edilmiş ve nar suları örneklerinden günlük olarak yapılan bakteri sayım sonuçları verilmiştir. Belirtilen sonuçlara göre 48. saatten sonra bakteri gelişimi gözlenmemiştir.

Çizelge 4.1. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince *L. casei* sayıları (log kob/g)

Sakız Örnekleri	0.gün	7. gün	14. gün	21. gün
Şekerli				
1 (%1 PPŞ)	7,54±0,28 ^{b,AB}	7,31±0,07 ^{bc,B}	5,96±0,13 ^{d,C}	8,11±0,12 ^{ab,A}
2 (%2 PPŞ)	7,27±0,05 ^{b,B}	7,47±0,10 ^{bc,AB}	6,50±0,02 ^{c,C}	7,52±0,03 ^{cd,A}
3 (%3 PPŞ)	8,65±0,04 ^{a,A}	7,28±0,03 ^{c,C}	6,89±0,04 ^{b,D}	7,59±0,06 ^{cd,B}
4 (%3 PŞ)	8,45±0,08 ^{a,A}	7,40±0,19 ^{bc,C}	7,52±0,06 ^{a,B}	7,86±0,03 ^{bc,B}
Şekersiz				
5 (%1 PPŞZ)	7,54±0,04 ^{b,A}	7,91±0,38 ^{ab,A}	6,06±0,04 ^{d,B}	8,18±0,12 ^{ab,A}
6 (%2 PPŞZ)	7,25±0,10 ^{b,C}	7,90±0,01 ^{ab,B}	6,51±0,03 ^{c,D}	8,45±0,11 ^{a,A}
7 (%3 PPŞZ)	7,19±0,18 ^{b,B}	8,12±0,01 ^{a,A}	5,98±0,06 ^{d,C}	7,11±0,15 ^{e,B}
8 (%3 PŞZ)	8,41±0,02 ^{a,A}	8,24±0,03 ^{a,A}	6,61±0,07 ^{c,C}	7,42±0,05 ^{de,B}

^{a,b,c,d}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), ^{A,B,C,D}: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). PPŞ: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekersiz sakız, PŞZ: Probiyotikli şekersiz sakız.



Şekil 4.1. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince *L.casei* değişimi (log kob/g).

Tokuç, (2007) yaptığı çalışmada bebek orjinli *Lactobacillus* spp. probiyotik dondurma üretimi ve depolama süresince probiyotik bakteri canlılığı ile dondurmanın diğer bazı özelliklerini belirlemişlerdir. Bebeklerden izole edilen probiyotik bakteriler kullanılmış ve 6 aylık raf ömürleri süresinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Kullanılan bakteri ve kombinasyonları şu şekildedir: 1 (kontrol): *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*; 2: *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF11 + *S. thermophilus*; 3: *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF10 + *S. thermophilus*; 4: *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF8 + *S. thermophilus*; 5: *L. rhamnosus* IF6 + *S. thermophilus*; 6: *L. rhamnosus* IF2 + *S. thermophilus*; 7: *L. rhamnosus* IF3 + *S. thermophilus*; 8: *L. rhamnosus* IF4 + *S. thermophilus*; 9: *L. fermentum* IF14 + *S. thermophilus*; 10: *L. fermentum* IF15 + *S. thermophilus*. Dondurma örneklerinin depolama süresince *Lactobacillus* spp. sayılarındaki altı aylık depolama süresine bağlı olarak örneklerin tamamında *Lactobacillus* spp. sayılarında düşüş gözlenmiştir. Buna rağmen kontrol örneği dahil tüm örneklerde altı aylık depolama süresince ortalama 10^6 kob/g'lık *Lactobacillus* spp.

canlılığını muhafaza etmişlerdir. En yüksek ortalama canlılık *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF11, *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF10 ve *L. paracasei* ssp. *paracasei* IF8 çeşitlerinde elde edilirken; en düşük ortalama canlılık *L. fermentum* IF14’de elde edilmiştir. Altı aylık depolama süresince probiyotik dondurma örneklerinin duyuşsal özelliklerinde çok büyük düşüşler saptanmamıştır.

4.2 Probiyotikli Sakız Örneklerinin Su Aktivitesi (a_w) Değerleri

Farklı oranlarda probiyotik ilaveli ve bileşimde prebiyotik olan sakızların depolama periyodu boyunca (0, 7, 14, 21. gün) su aktivitesi değerleri çizelge 4.2’ de ortalama ve bu değerlere ait standart sapmalar ile birlikte verilmiştir.

Sakızların, aktif olmayan probiyotiklerin yeniden bakteriyi aktive edemediği nem konsantrasyonlarında muhafaza edilmesi gerekmektedir. Probiyotik sakız, minimal oranda nem içermelidir, tercihen yaklaşık %0 ile %1 aralığında olmalıdır. Genel olarak, yaklaşık %1’ den daha fazla nem seviyeleri, probiyotikleri makul bir raf ömründen önce etkisiz hale getirecek bir dereceye kadar aktive edebilir.

Depolama periyodu boyunca ortalaması en yüksek değerlere sahip ve en yüksek su aktivitesi durumunu koruyan 8. örnektir (%3 PŞZ). 8 numaralı sakız örneğinin 0. gün sahip olduğu a_w değeri 0,44 iken 21. günde bu değer a_w 0,42 olarak belirlenmiştir. 0. gün şekerli sakız örnekleri içerisinde en yüksek a_w değerine (0,45) sahip 4 numaralı sakız örneği (%3 PŞ) olarak belirlenmiştir. 0. gün en düşük değer ise a_w 0,38 olarak 2. örnek (%2 PPS) görülmüştür, aynı depolama periyodunda şekersiz sakız örnekleri içerisinde en yüksek değer a_w 0,44 olup 8 numaralı (%3 PŞZ) sakız örneğidir, en düşük değer (a_w 0,35) 5 numaralı (%1 PPSZ) sakıza aittir.

14.gün sakız örneklerinin su aktivitesi değerlerinde genel olarak düşüş gözlenmiştir. Canlılık takibinde 14. gün incelendiğinde canlılık seviyelerindeki düşüş ile paralellik göstermesi su aktivitesi ile bakteri canlılığı arasındaki ilişkiyi doğrudan açıklamaktadır.

21.gün şekerli sakız örnekleri içerisinde istatistiksel olarak en yüksek değere (a_w 0,42) 1 numaralı (%1 PPS) sakız örneği sahiptir. Şekersiz sakız örneklerinde ise a_w 0,42 değerine sahip 8. örnek (%3 PŞZ) en yüksek su aktivitesi değerine sahiptir. Depolama sonunda 21. gün genel olarak incelendiğinde 1. örnek (%1 PPS) ile 8. örnek (%3 PŞZ) arasında istatistiksel olarak en yüksek değere 1. örnek sahiptir ($p>0.05$).

Depolama boyunca kendi yüzdeleri arasında 0. günden 21. güne kadar su aktivitesinde önemli bir düşüş gözlemlenmemiştir.

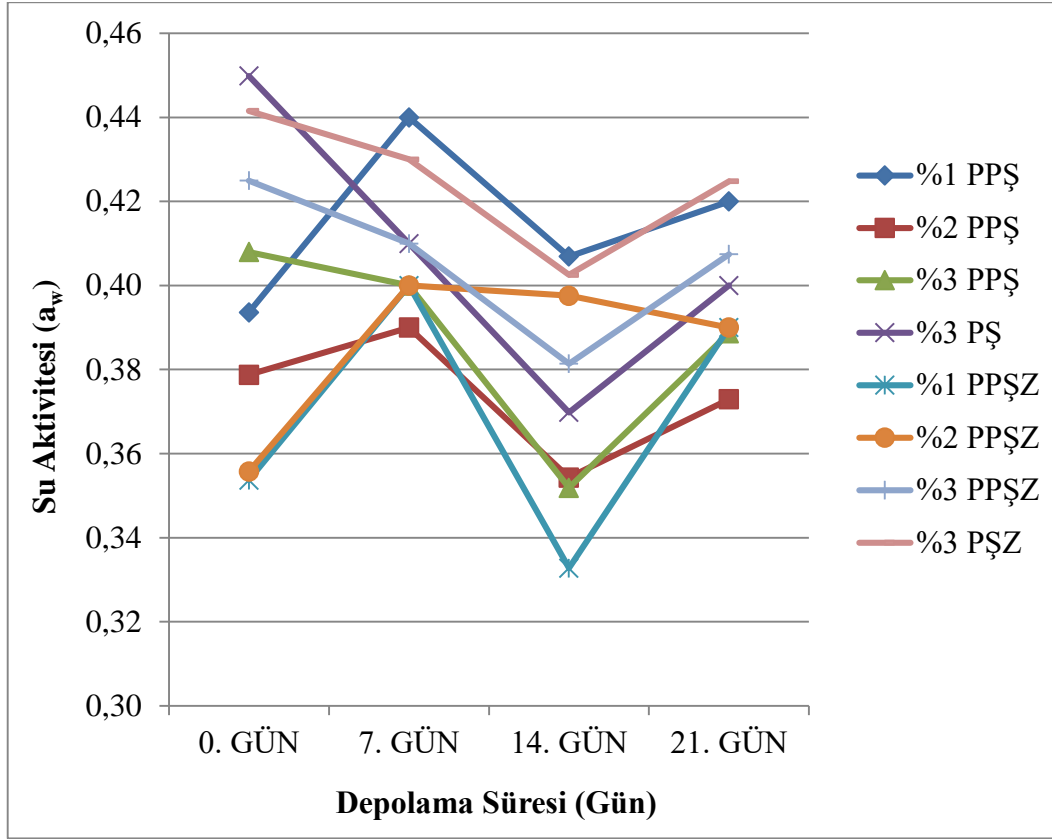
Çizelge 4.2. Probiyotikli sakız örneklerinde depolama süresince su aktivitesi (a_w) değerleri

Örnek Adı	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Şekerli				
1 (%1 PPŞ)	0,39±0 ^{cd,C}	0,44±0 ^{a,A}	0,41±0 ^{a,BC}	0,42±0 ^{a,AB}
2 (%2 PPŞ)	0,38±0 ^{de,A}	0,39±0 ^{d,A}	0,35±0 ^{de,B}	0,37±0 ^{f,AB}
3 (%3 PPŞ)	0,41±0 ^{bcd,A}	0,40±0 ^{bc,A}	0,35±0 ^{de,B}	0,39±0 ^{e,A}
4 (%3 PŞ)	0,45±0 ^{a,A}	0,41±0 ^{b,B}	0,37±0 ^{cd,C}	0,40±0 ^{d,B}
Şekersiz				
5 (%1 PPŞZ)	0,35±0 ^{e,B}	0,40±0 ^{cd,A}	0,33±0 ^{e,C}	0,39±0 ^{de,A}
6 (%2 PPŞZ)	0,36±0 ^{e,B}	0,40±0 ^{bc,A}	0,40±0 ^{ab,A}	0,39±0 ^{e,A}
7 (%3 PPŞZ)	0,42±0 ^{abc,A}	0,41±0 ^{b,A}	0,38±0 ^{bc,B}	0,41±0 ^{c,A}
8 (%3 PŞZ)	0,44±0 ^{ab,A}	0,43±0 ^{a,A}	0,40±0 ^{ab,B}	0,42±0 ^{b,AB}

a,b,c,d,e,f: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), A,B,C,D,E,F: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). PPŞ: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekersiz sakız, PŞZ: Probiyotikli şekersiz sakız

Desmond ve Ross (2002) yaptıkları çalışmada, probiyotik bir suş olan *Lactobacillus paracasei*'yi püskürtmeli kurutucu yardımıyla mikroenkapsüle etmişlerdir. Üretimler sonrasında elde edilen kapsüller 4°C, 15°C ve 25°C'de depolanmıştır. 4°C'de depolanan kapsüllerin su aktivitesi değerleri ortalama 0,371 olarak tespit edilirken 15°C'de depolanan kapsüllerin ortalama su aktivitesi değerleri 0.303 ve 30°C'de depolanan örneklerin ortalama su aktivitesi değeri 0.438 olarak belirtilmiştir. Probiyotik mikroorganizma içeren tozların su aktivitesi değerleri depolama sıcaklığı arttıkça artış göstermektedir. Yaşayan bakteri popülasyonları dikkate alındığında olması gereken ideal su aktivitesi değerinin 0,28-0,65 aralığı olduğu belirtilmektedir (Kosanke vd 1992). $a_w<0.6$ olduğunda gıdaların mikrobiyolojik açıdan

genel olarak mevcut durumunu koruduğu ve bu noktadan sonra gıdalarda gözlenen bozulmaların daha çok kimyasal kaynaklı olabileceği bildirilmektedir (Fennema 1996). Ancak, depolama koşulları ve gıda ürününün yapısının da bu durumu etkileyebilecek önemli bir faktör olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 4.2. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince su aktivitesi (a_w) değişimi

4.3. Probiyotik Katılan Sakız Örneklerinde Renk Değerleri

Bir gıdanın kabul edilebilirliği açısından renk ve alt parametreleri önemli özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte gıda kalitesi hakkında ilk yargı genellikle ürün rengine bakılarak verilir. Bu bağlamda üreticilerde ürünün renk özelliklerini ve proses sırasında renkte meydana gelen değişimleri hassas biçimde ele almalıdırlar. Gıdaların işlenmesi, depolanması vb. etkenler sonucundaki kalite değişimlerinin analizinde, gıda kalitesinin standartlara uygunluğunun belirlenmesinde, ham ve işlenmiş gıdaların kalite kontrolünde indeks olarak renk ölçümlerinden faydalanılmaktadır (Acar ve ark. 2006).

Farklı oranlarda probiyotik katılan sakızın depolanması süresince renk özelliklerinden (L^* , a^* , b^*) değerleri ve bu değerlerin depolama süresi boyunca değişimleri çizelge 4.3, çizelge 4.4, çizelge 4.5'te verilmiştir.

4.3.1. L^* değerleri

L^* değeri siyahlık-beyazlık renk özelliklerini belirtir. Probiyotik ilave edilen sakızlardan depolama boyunca ölçülen L^* değerleri 86,4 ile 70,92 arasında değişmektedir, L^* değeri depolamanın 0. gününde en yüksek değere sahip (85,23) 8 numaralı (%3 PŞZ) sakız ve 5 numaralı (%1 PPŞZ) sakız (85,03) arasında istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0,05$). En düşük L^* değeri ise (70,92) 4 numaralı (%3 PŞ) sakız örneğinde görülmüştür.

Şekerli sakız ürünleri içerisinde 0. gün en yüksek L^* değeri (82,09g) 2. örneğe (%2 PŞ) aittir. Şekerli sakız grubunda 0, 7, 14, 21. günlerdeki depolanmaları boyunca L^* değerlerinde istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Şekersiz sakız ürünleri içerisinde depolama günleri boyunca L^* değerlerinde farklılıklar tespit edilmiştir. 5. örnek (%1 PPŞZ) ve 6.örneğin (%2 PPŞZ) ilk depolama gününe göre 21. gün L^* değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. 7.örnek (%3 PPŞZ) depolama sonunda istatistiksel olarak fark göstermemiştir ($p>0,05$). 8. örnek (%3 PŞZ) ise depolama sonunda diğer günlere kıyasla istatistiki olarak artış göstermiştir ($p>0,05$). Bulunan veriler neticesinde şekerli ürünlerin L^* değeri şekersiz ürünlerin L^* değerinden düşük değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

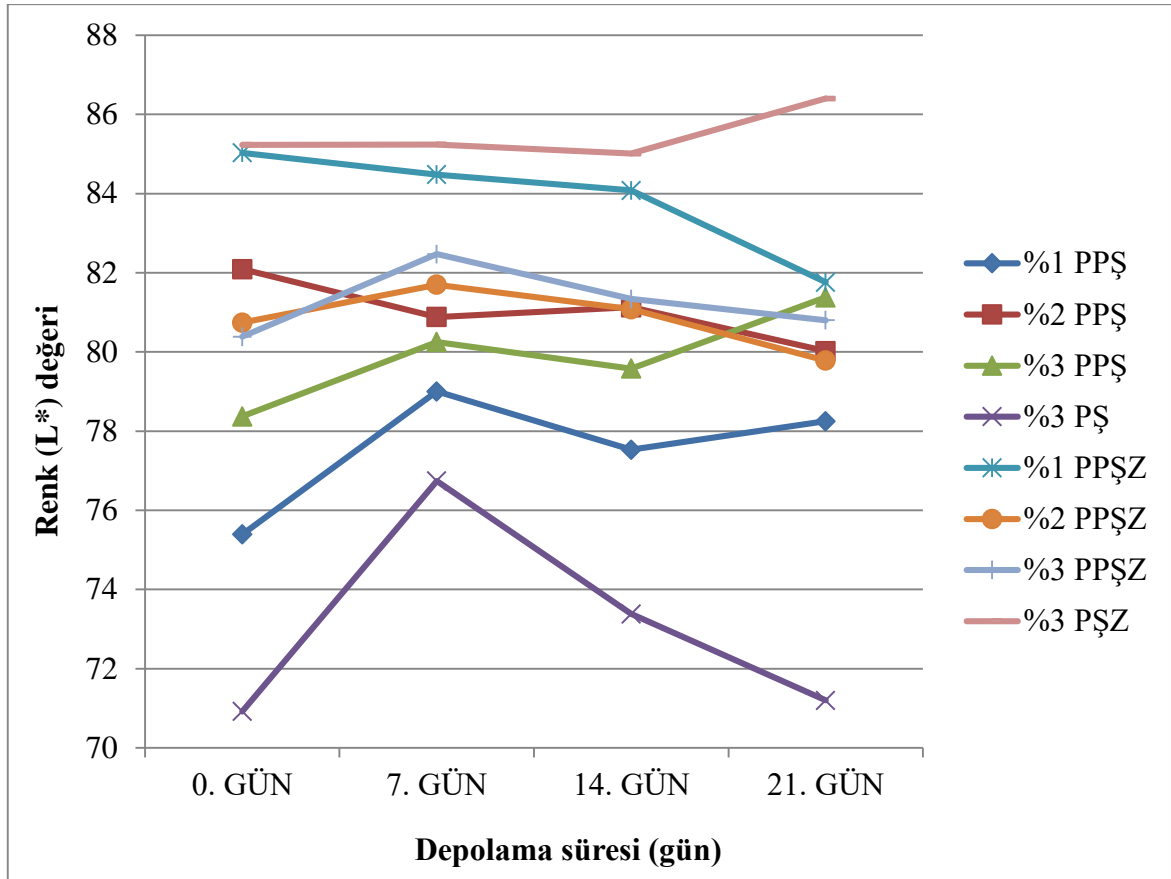
Çizelge 4.3. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (L*)

Örnek Adı	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Şekerli				
1 (%1 PPŞ)	75,39±0 ^{bc,B}	79,00±1,31 ^{d,A}	77,53±0,79 ^{d,A}	78,25±0 ^{d,AB}
2 (%2 PPŞ)	82,09±0,78 ^{ab,A}	80,88±0 ^{bc,A}	81,13±0,07 ^{c,A}	80,02±0,65 ^{c,A}
3 (%3 PPŞ)	78,37±3,89 ^{abc,A}	80,25±0 ^{cd,A}	79,58±0,02 ^{c,A}	81,38±0 ^{b,A}
4 (%3 PŞ)	70,92±4,87 ^{c,A}	76,74±0 ^{e,A}	73,38±0,01 ^{e,A}	71,20±0 ^{e,A}
Şekersiz				
5 (%1 PPŞZ)	85,03±0,71 ^{a,A}	84,48±0,14 ^{a,A}	84,08±0 ^{b,B}	81,76±0 ^{b,B}
6 (%2 PPŞZ)	80,74±0 ^{ab,B}	81,7±0 ^{bc,A}	81,08±0,01 ^{c,C}	79,78±0,04 ^{c,D}
7 (%3 PPŞZ)	80,39±0,23 ^{ab,B}	82,47±0 ^{b,A}	81,34±0,04 ^{bc,B}	80,80±0,47 ^{bc,B}
8 (%3 PŞZ)	85,23±0 ^{a,B}	85,24±0 ^{a,B}	85,01±0,08 ^{a,C}	86,40±0 ^{a,A}

Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$).

a,b,c,d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$),

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.3. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (L*) değişimi

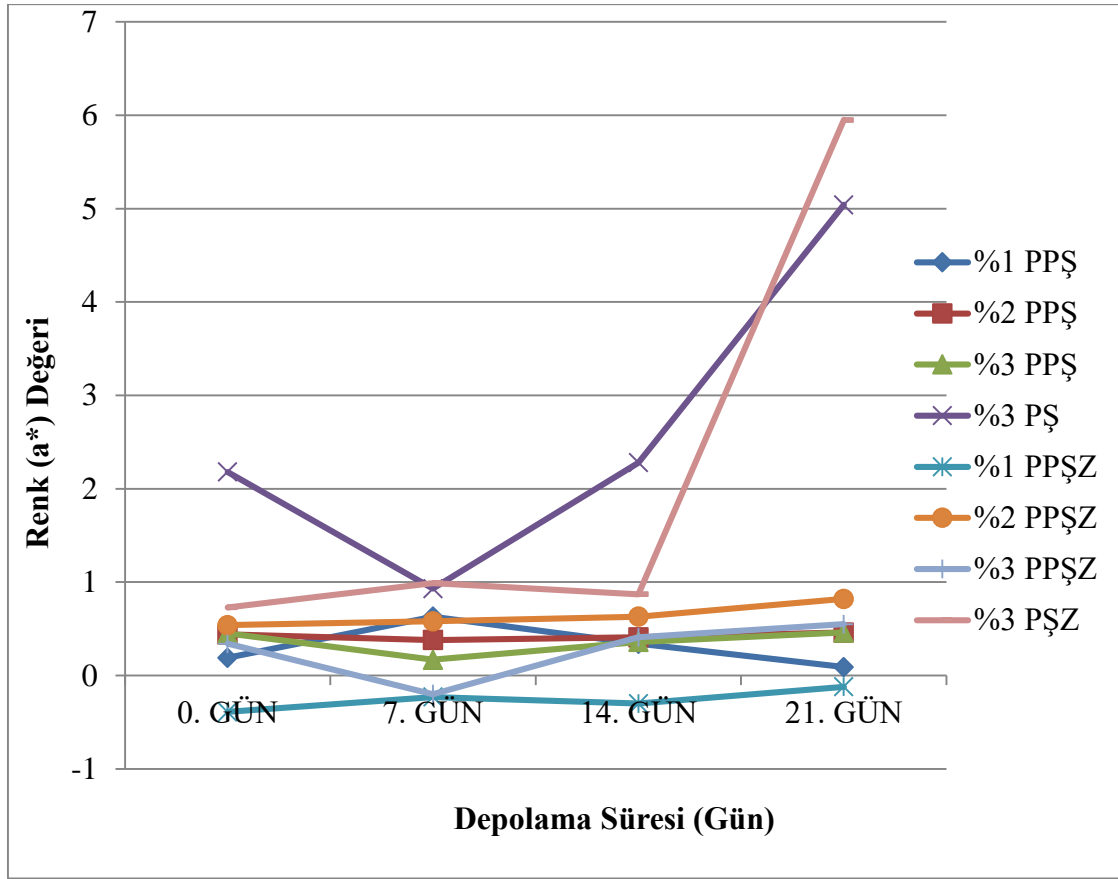
4.3.2. a* değerleri

Depolama sırasında çeşitli oranlarda *L. casei* ilaveli sakızlarda a* değerlerinde depolama boyunca artış görülmektedir. Çizelge 4.4' de probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca gösterdikleri a* değeri gösterilmiştir. 3 numaralı (%3 PPŞ) sakız örneğinin 0. ve 21. günleri arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur ($p>0,05$). 7. örnek (%3 PPŞZ) için 0. gün ve 7. gün değerleri istatistiksel olarak önemsizdir. En yüksek a* değeri 21. gün görülmektedir. 4. örneğin (%3 PŞ) depolama periyodu boyunca a* değerinde artış gözlenmiştir. 2. örnekte (%2 PPŞ) depolama boyunca istatistiksel olarak fark yoktur ancak 7.gün azalma görülmüştür. 5.örnekte (%1 PPŞZ) depolama periyodu boyunca a* değerinde artış görülmüştür. 5 numaralı (%1 PPŞZ) sakız örneğinin değerleri negatif çıktığı için yeşil rengi temsil ettiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (a*)

Örnek Adı	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Şekerli				
1 (%1 PPS)	0,19±0 ^c .B	0,63±0,03 ^c .A	0,34±0,01 ^f .C	0,09±0,01 ^d .C
2 (%2 PPS)	0,44±0,02 ^{bc} .A	0,38±0 ^e .B	0,41±0,01 ^e .A	0,46±0 ^c .A
3 (%3 PPS)	0,45±0,16 ^{bc} .AB	0,17±0,01 ^f .B	0,36±0 ^d .A	0,46±0 ^c .AB
4 (%3 PŞ)	2,18±0,19 ^a .C	0,93±0,01 ^b .D	2,28±0 ^a .B	5,04±0 ^a .A
Şekersiz				
5 (%1 PPSZ)	-0,39±0 ^d .D	-0,23±0 ^g .C	-0,30±0,01 ^g .B	-0,12±0,01 ^e .A
6 (%2 PPSZ)	0,54±0,01 ^{bc} .C	0,58±0 ^d .BC	0,63±0,03 ^c .A	0,82±0,12 ^b .AB
7 (%3 PPSZ)	0,34±0,03 ^c .B	-0,20±0,01 ^g .C	0,41±0,01 ^e .B	0,55±0,03 ^c .A
8 (%3 PŞZ)	0,73±0 ^b .D	0,99±0 ^a .A	0,87±0,01 ^b .C	0,95±0 ^b .B

a,b,c,d,e,f,g: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), A,B,C,D,E,F,G: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). PPS: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPSZ: Probiyotikli prebiyotikli şekersiz sakız, PŞZ: Probiyotikli şekersiz sakız



Şekil 4.4. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (a*) değişimi

(Salık 2019), probiyotik ilaveli dondurma yapımındaki a* değerlerine bakıldığında örneklerde tespit edilen a* değeri K (Kontrol dondurma), K1 (%10 Saruç ilaveli dondurma), K2Ü (%20 Saruç ve %1 üzüm çekirdeği ilaveli dondurma), PK (probiyotikli kontrol dondurma), PK (1%10 Saruç ilaveli probiyotik dondurma) kodlu örneklerde istatistiksel olarak $p < 0,01$ seviyesinde farklı; K2(%20 Saruç ilaveli dondurma), PK2(%20 Saruç ilaveli probiyotik dondurma), PK2Ü (%20 Saruç ve %1 üzüm çekirdeği ilaveli probiyotik dondurma), K1Ü (%10 Saruç ve %0,5 üzüm çekirdeği ilaveli dondurma), PK1Ü (%10 Saruç ve %0,5 üzüm çekirdeği ilaveli probiyotik dondurma) kodlu örnekler arasında ise farksız bulunmuştur. Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan Saruç'un renk değerleri üzerine olan etkisi istatistiksel olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Dondurma örneklerinde artan Saruç konsantrasyonu ile birlikte renk değerlerinden; L* değerinin PK2 kodlu örnek dışındaki örneklerde azaldığı, a* değerinin arttığı, b* değerinin azaldığı tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

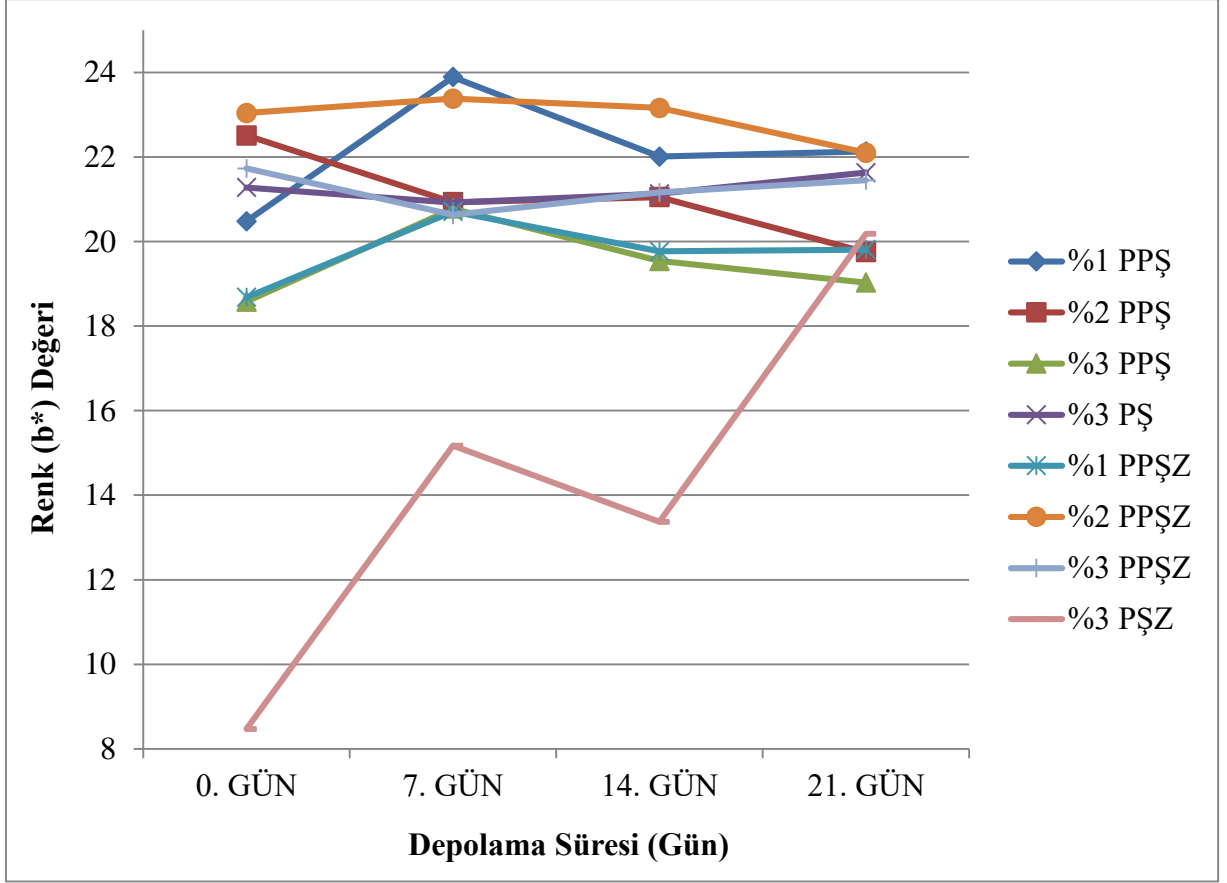
4.3.3. b*değerleri

Probiyotik ilaveli sakızın 21 gün depolanması süresince b* değerleri takip edilmiştir. 0. gün şekerli sakız ürünleri içerisinde en en yüksek b* değeri 22,51 olarak belirlenmiştir. 0. gün şekerli sakız ürünleri içerisinde en yüksek b* değeri 23,04 olarak bulunmuştur. Depolamanın 21. gününde şekerli ve şekerli sakızlar içerisinde ki en yüksek değer (22,13) 1. örneğe (%1 PPŞ) aittir. Genel olarak her bir sakız 0, 7, 14, 21 gün boyunca incelendiğinde; sakız ürünlerinin b* değerlerinde artış gözlenmektedir. b* değeri sarı – mavi renk özelliklerini belirtmektedir. Skalada görülen artık mavi renge yakın olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.5. Probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca renk değerleri (b*)

Örnek Adı	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Şekerli				
1 (%1 PPŞ)	20,48±0,01 ^{d,C}	28,89±0,26 ^{a,A}	22,01±0,71 ^{ab,BC}	22,13±0,01 ^{a,B}
2 (%2 PPŞ)	22,51±0,30 ^{b,A}	20,93±0 ^{c,AB}	21,05±0,87 ^{cd,B}	19,75±0,35 ^{bc,B}
3 (%3 PPŞ)	18,58±0,03 ^{e,C}	20,78±0 ^{c,A}	19,54±0,047 ^{cd,B}	19,03±0 ^{c,B}
4 (%3 PŞ)	21,28±0,11 ^{c,A}	20,92±0,02 ^{c,B}	21,13±0,02 ^{abc,B}	21,63±0 ^{a,A}
Şekersiz				
5 (%1 PPŞZ)	18,68±0 ^{e,D}	20,71±0 ^{c,A}	19,77±0,01 ^{bcd,B}	19,81±0,01 ^{bc,C}
6 (%2 PPŞZ)	23,04±0,01 ^{a,AB}	28,38±0 ^{b,A}	23,16±0,01 ^{a,AB}	22,10±0,54 ^{a,B}
7 (%3 PPŞZ)	21,73±0,07 ^{c,A}	20,63±0,01 ^{c,C}	21,16±0,12 ^{abc,B}	21,45±0,18 ^{a,AB}
8 (%3 PŞZ)	8,47±0,01 ^{f,C}	15,17±0 ^{d,B}	13,37±1,24 ^{d,A}	20,18±0 ^{b,A}

a,b,c,d,e,: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. ($p<0.05$), A,B,C,D,E: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).PPŞ: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekerli sakız, PŞZ: Probiyotikli şekerli sakız



Şekil 4.5. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince renk (b*) değişimi

4.4 Probiyotik İlaveli Sakız Örneklerinde Tekstür Değerleri

4.4.1 Hardness (Sertlik)

Sertlik, gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Duyusal olarak azı dişleri arasında gıdanın sıkıştırılması gereken güçtür. Gıdalar sertlik değerine göre yumuşak, sıkı, sert olarak sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 4.6'da probiyotik ilaveli sakızların depolama boyunca sertlik değerleri gösterilmiştir. Buna göre; şekerli sakız örnekleri içerisinde 0. gün hardness değeri en yüksek (26510,89 g) 2. örnek (%2 PPS) olduğu görülmüştür. Şekerli sakız örneklerinde ise en yüksek sertlik derecesine sahip olan sakız 5. örnektir. 0. gün depolaması genel olarak incelendiğinde 3. örnek (%3 PPS) ve 5. örnek (%1 PPŞZ) arasında sertlik değeri açısından istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0.05$). ilk depolama gününde şekerli sakız örneklerinin

şekerli sakız örneklerine oranla daha sert olduğu istatistiksel açıdan söylenebilir ($p>0.05$). Bu durumun şekerli sakızlara ilave edilen sorbitolden kaynaklandığı düşünülmektedir. 1. örnek (%1 PPŞ) ise 0. ve 21. gün incelendiğinde en düşük (11072,67 g) hardness değerine sahiptir. 21. gün değerler arasında büyük farklar olmasına rağmen örnekler arası istatistiksel fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Veriler incelendiğinde standart sapmalarının çok yüksek olduğu anlaşılmıştır. Depolama boyunca sakızlarda kuruma meydana gelmiştir. Analiz esnasında kurumadan dolayı parçalanma meydana gelmiş olup sakız örneklerinin standart sapmasını yükseltmiş olabileceği düşünülmektedir.

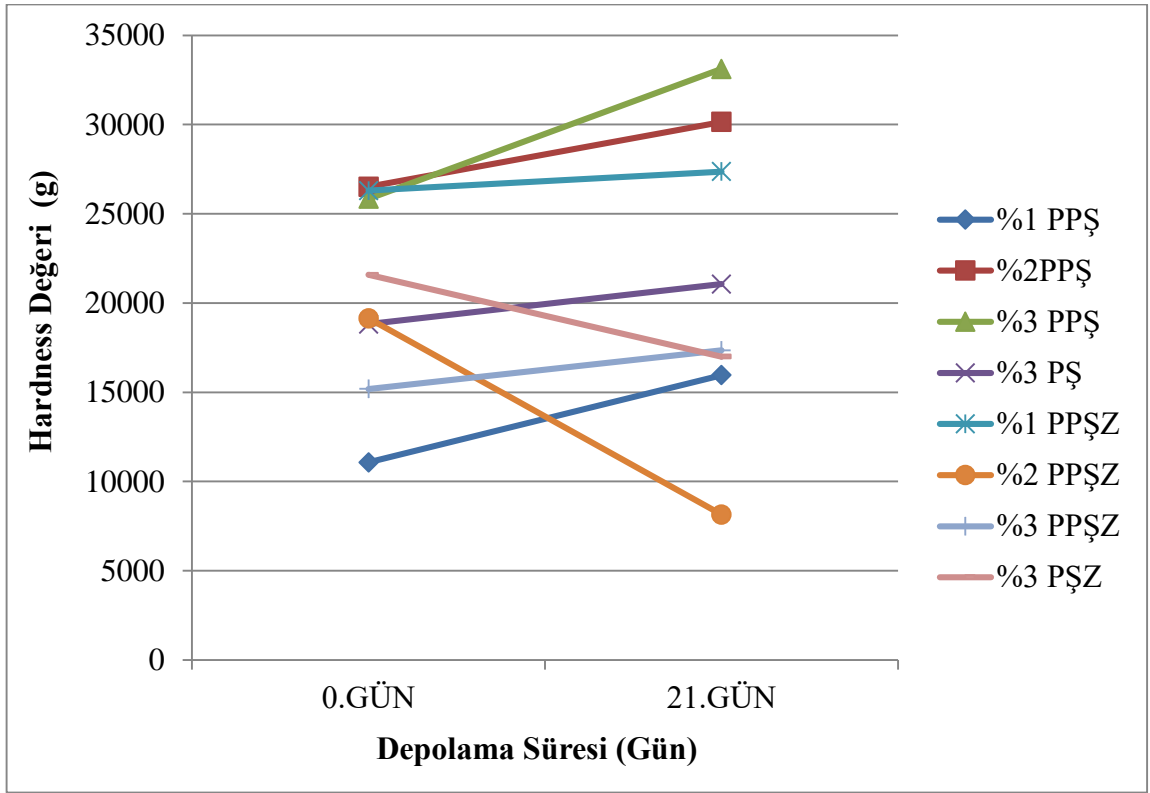
Çizelge 4.6 genel olarak incelendiğinde iki ürün haricinde tüm sakızların sertliğinde artış tespit edilmiştir. 8 numaralı (%3 PŞZ) sakız ve 6 numaralı (%2 PPŞZ) sakız örneklerinin sertlik değerinde düşüş meydana gelmiştir.

Çizelge 4.6. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (hardness)

Örnek Adı	0. gün	21. gün
Şekerli		
1 (%1 PPŞ)	11072,67±681,89 ^{e,A}	15955,06±7532,33 ^{a,A}
2 (%2 PPŞ)	26510,89±289,69 ^{a,A}	30144,62±10510,52 ^{a,A}
3 (%3 PPŞ)	25846,45±473,43 ^{a,B}	33117,68±2267,48 ^{a,A}
4 (%3 PŞ)	18815,87±493,56 ^{c,A}	21063,74±948,74 ^{a,A}
Şekersiz		
5 (%1 PPŞZ)	26301,55±675,049 ^{a,A}	27368,26±12754,51 ^{a,A}
6 (%2 PPŞZ)	19145,81±242,24 ^{c,A}	8146,34±228,11 ^{a,B}
7 (%3 PPŞZ)	15186,12±634,33 ^{d,B}	17347,21±55,51 ^{a,A}
8 (%3 PŞZ)	21577,27±56,44 ^{b,A}	16999,80±1509,22 ^{a,A}

Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$). a,b,c,d,e: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. ($p<0,05$), A,B,C,D,E: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). PPŞ: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekerli sakız, PŞZ: Probiyotikli şekerli sakız

Özdoğan (2018), yaptığı çalışmada tekstür analiz cihazı ile belirlenen sertlik parametresi göz önünde bulundurulduğunda kütlece %10 ruşeym ilave edilmiş sakız örneğinin 3379 ± 23 gram ile en yüksek sertlik değerine sahip olduğu belirtilmiştir. ($p < 0.05$). %1, %3, %5 ruşeym ilave edilmiş sakız örneklerindeki sertlik değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmayıp %10 ruşeym içeren örnekten daha az sertliğe sahip oldukları gözlenmiştir. En az sertlik hissi verenin ise 1159 ± 80 gram ile kontrol örneği olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) Sonuç olarak ruşeym miktarının sakıza ilavesi arttıkça sakızın sertlik özelliğini doğru orantılı bir şekilde artırmıştır.



Şekil 4.6. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince tekstür (hardness) değerleri

Palabıyık (2017) yaptığı çalışmada şekerli sakız gıdasında doğal yeşil renklendiricisi olarak *Nannochloropsis sp.*, *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis sp.* türlerini kütlece %1 ve %3 oranında kullanılmasını araştırmıştır. Kullandığı *Isochrysis galbana* türü hariç diğer türlerin kullanımının sakızın sertlik değerini önemli ölçüde arttırdığını belirtmiştir. Konsantrasyon arttıkça sertlik değerinin daha fazla arttığı belirtilmiştir. Tüm örnekler için sertlik değerlerinin, daha önceki çalışmalarla belirlenen sakız sertlik değerlerinden daha düşük olduğu tespit

edilmiştir (Palabıyık 2017; Santos ve ark. 2014). Tüketici kabul edilebilirliği ve kalite yönünden sertliğin düşüş göstermesinin sakız ürünü açısından olumlu bir durum olduğu belirtilmiştir. Düşük sertliğe sahip olan sakızlar tüketiciler tarafından olumlu yönde tercih sebebi olarak değerlendirilmektedir. (McGowan ve ark. 2005).

4.4.2 Adhesiveness (Yapışkanlık)

Çizelge 4.7’ de probiyotik ilaveli sakızların yapışkanlık (g.sec) değerleri verilmiştir. 0.gün şekerli sakızlar incelendiğinde istatistiksel olarak 4. örnek (%3 PŞ) en az yapışkanlığa sahip sakız iken depolama sonunda yapışkanlığı giderek azalmıştır. Şekerli sakızlarda en yapışkan sakız 3. örnektir (%3 PPŞ) ve 21. gün sonunda durumunu korumaktadır.

Şekersiz sakızlar incelendiğinde ise, 7. örnek (%3 PPŞSZ) ile 8. örnek (%3 PŞZ) arasında istatistiksel fark bulunmadığı görülmüş olup bu grup içerisinde en az yapışkanlığa sahip sakızlardır. Ancak 7. örnek 21. gün sonunda yapışkanlığında değer olarak artış görülmüştür. 21. gün depolaması incelendiğinde aralarında istatistiksel fark yoktur. Genel olarak verilere bakıldığında 4. örnek (%3 PŞ) en yüksek orana sahiptir. Depolanması istatistiksel olarak farklı değildir. Şekerli sakızların genel olarak yumuşaklığında depolama boyunca bir azalma görülmüştür.

Çizelge 4.7. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (adhesiveness)

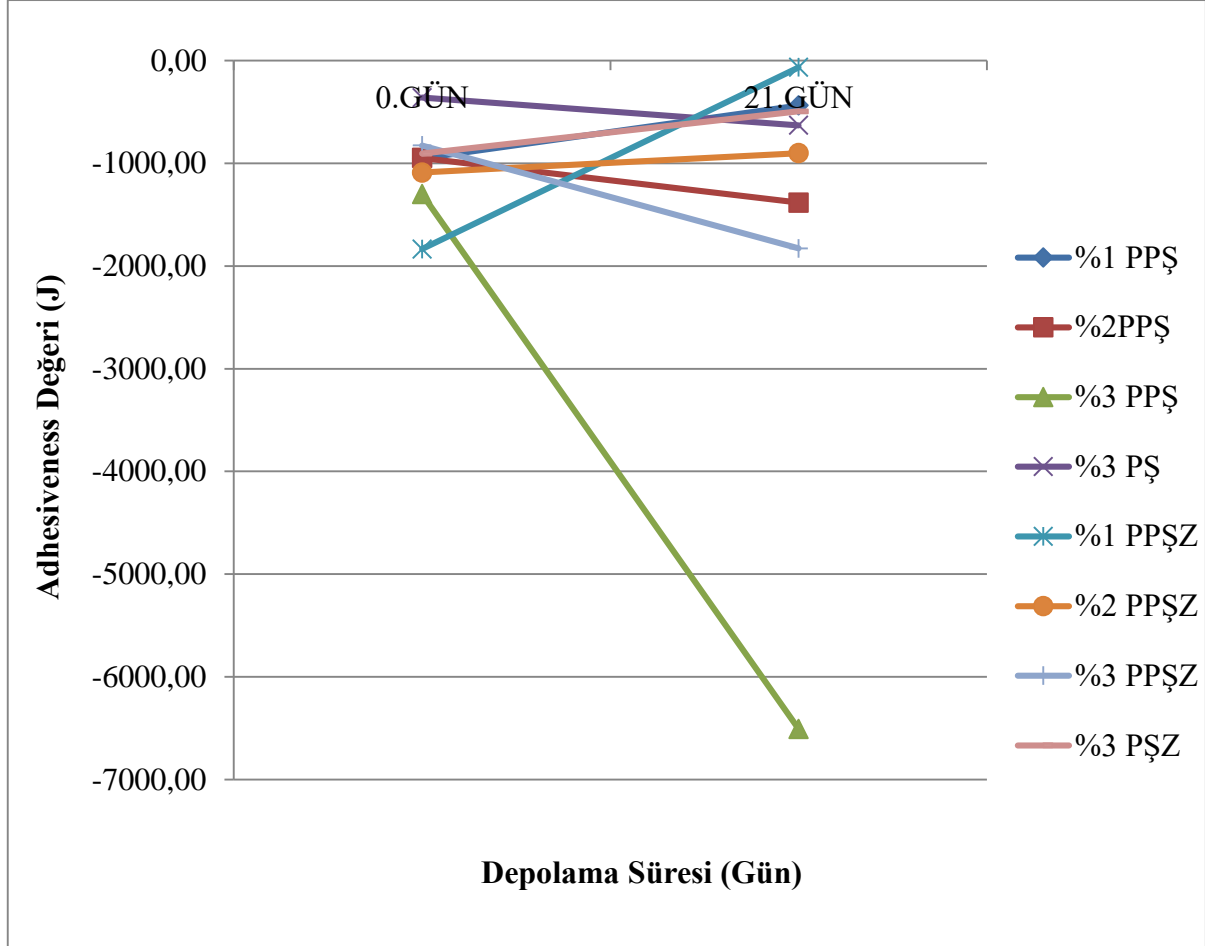
Örnek Adı	0. gün	21. gün
Şekerli		
1 (%1 PPŞ)	-951,48±3,26 ^{abc,B}	-436,34±157,28 ^{a,A}
2 (%2 PPŞ)	-948,61±125,61 ^{ab,A}	-1382,43±647,14 ^{a,A}
3 (%3 PPŞ)	-1300,65±381,50 ^{bc,A}	-6507,87±1807,14 ^{a,A}
4 (%3 PŞ)	-360,87±270,38 ^{a,A}	-630,65±269,26 ^{a,A}
Şekersiz		
5 (%1 PPŞZ)	-1834,46±176,36 ^{c,B}	-66,06±92,01 ^{a,A}
6 (%2 PPŞZ)	-1090,26±375,27 ^{abc,A}	-901,87±0,64 ^{a,A}
7 (%3 PPŞZ)	-826,96±82,60 ^{ab,A}	-1828,97±93,30 ^{a,B}
8 (%3 PŞZ)	-905,89±89,57 ^{ab,B}	-493,78±42,23 ^{a,A}

Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$). a,b,c,: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$), A,B,C,: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

Özdoğan (2018), sakız ürünlerine çeşitli oranlarda ruşeym ilavesi yapmış ve çeşitli kalite özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada, sakız örneklerine tekstürel analiz uygulanmıştır. Kontrol örneği ve ruşeym ilave edilmiş sakızlar incelendiğinde, ruşeym ilavesinin tekstür parametrelerinden belirlenmiş adhesivens (yapışkanlık), üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı gözlenmiştir.

Palabıyık (2017) yaptığı çalışmada sakızgıda maddesine çeşitli mikroalglerin farklı oranlarda ki ilavesiyle sakız üzerindeki renklendirme etkisini incelemiştir. Sakız örneklerinde yapışkanlık parametresi ele alındığında yalnızca %3 oranında ilave edilen *Isochrysis galbana* türü içeren sakız örneklerinde yapışkanlık özelliğın azaldığı diğer örneklerde ise önemli bir değişim olmadığı belirtilmiştir. Elastikiyet özelliğının dar bir aralıkta (0.012-0.018) değişim göstermesi nedeni ile ihmal edilebilir kabul edilmiştir. Tekstürel analiz sonucuna ait diğer

parametrelerden esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde, mikroalg tür ve kullanım oranının önemli bir değişime sebep olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 4.7. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde depolama süresince tekstür (adhesiveness) değerleri

4.4.3 Chewiness (Çiğnenebilirlik)

Katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanabilir.

Çizelge 4.8’de probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları verilmiştir. Analiz sakız üretiminin başlangıç ve son gününde yapılmıştır. Buna göre; standart sapmalarında büyük değişiklikler görülmektedir. Standart sapmada görülen büyük orandaki değişimler sonuçları etkilemektedir. 0 gün şekerli sakız örneklerindeki en yüksek değer $2824,94 \pm 632,71$ g

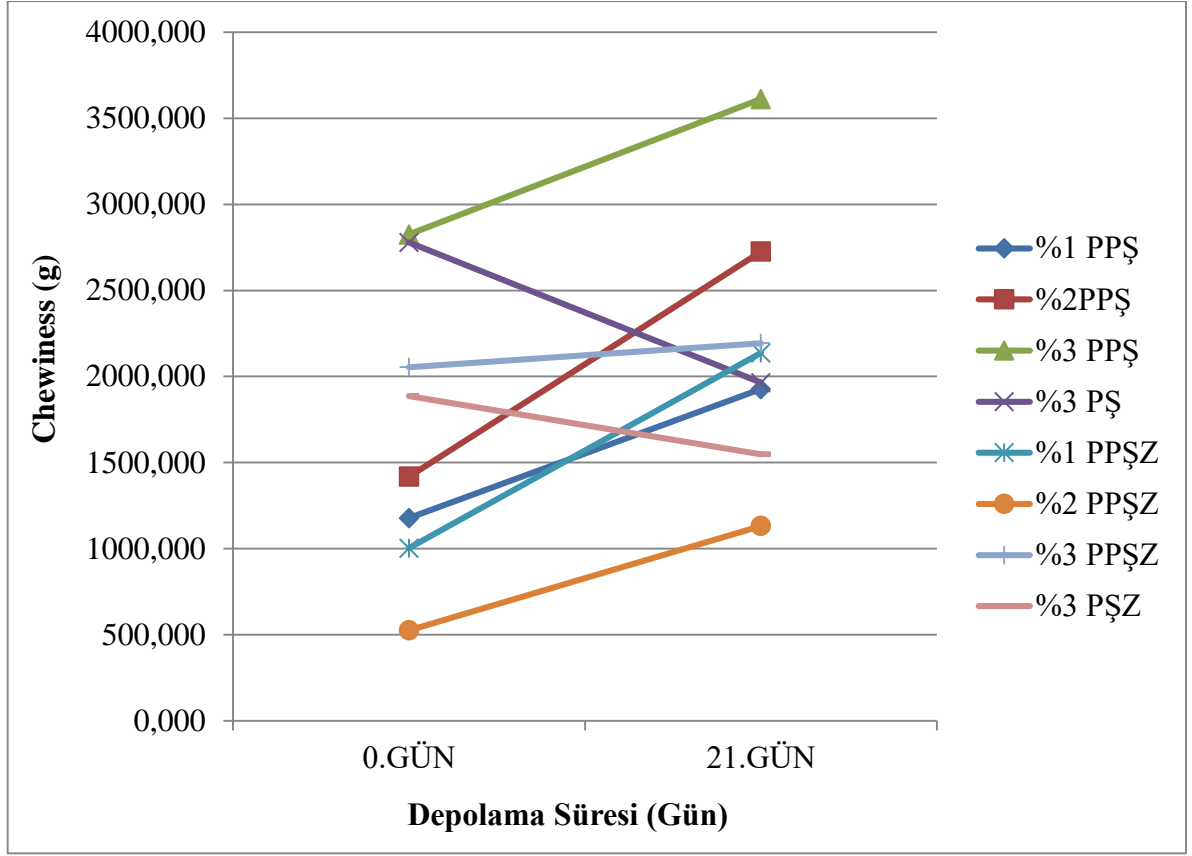
ile 3 numaralı örnek olmuştur. Şekersiz sakız örneklerinde en yüksek değere 2054,20±352,69 g olan 7 numaralı örnek sahiptir. 21. gün depolama periyodu incelendiğinde şekerli sakız örnekleri içerisinde en yüksek değer 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Şekersiz sakızlarda 7 numaralı örnek en yüksek değerdedir. Çiğnenebilirlik özelliğindeki değişim 0. ve 21. günler arasında sayısal değer olarak paralellik göstermiştir. Ancak farklı oranlara sahip şekerli ve şekersiz sakızların, 0. ve 21. gün çiğnenebilirlik tekstür analizinde $p > 0.05$ oranına göre istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 4.8. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin tekstürel analiz sonuçları (chewiness)

Örnek Adı	0. gün	21. gün
Şekerli		
1 (%1 PPŞ)	1177,63±50,32 ^{ab,A}	1927,07±1391,58 ^{a,A}
2 (%2 PPŞ)	1418,23±651,55 ^{ab,A}	2725,50±761,03 ^{a,A}
3 (%3 PPŞ)	2824,94±632,71 ^{a,A}	3611,27±4,05 ^{a,A}
4 (%3 PŞ)	2778,11±283,38 ^{a,A}	1963,91±861,45 ^{a,A}
Şekersiz		
5 (%1 PPŞZ)	1003,04±224,33 ^{b,A}	2137,08±1169,99 ^{a,A}
6 (%2 PPŞZ)	526,05±268,97 ^{b,A}	1131,62±0 ^{a,A}
7 (%3 PPŞZ)	2054,20±352,69 ^{ab,A}	2194,10±361,60 ^{a,A}
8 (%3 PŞ)	1886,71±558,91 ^{ab,A}	1548,84±73,85 ^{a,A}

Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P > 0,05$).

a,b,c,d,e: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$), A,B,C,D,E: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$). PPŞ: probiyotik ve prebiyotikli şekerli sakız, PŞ: Probiyotikli şekerli sakız, PPŞZ: Probiyotikli prebiyotikli şekersiz sakız, PŞZ: Probiyotikli şekersiz sakız



Şekil 4.8. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinin depolama süresince tekstür (chewiness) değerleri

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada sakız ürününe çeşitli oranlarda (%1, %2, %3) probiyotik ilave edilmesi suretiyle şekerli ve şekersiz sakız ürünü üretilmiştir. Uygun formülasyonu çeşitli denemeler sonucu bulunmuştur. Sakızlara inülin (prebiyotik) ilavesi yapılarak probiyotik bakterinin sakız içerisinde ki canlılığını daha uzun süre korumak hedeflenmiştir. Sadece %3 probiyotik ilaveli sakızlarda etkiyi daha net görebilmek amaçlı prebiyotik ilavesi yapılmıştır.

Araştırma konusu hakkında yapılan incelemeler sonrasında, literatürde kısıtlı çalışma olduğu görülmüştür. Probiyotik canlıların sakızda kullanımı, prosese ilave edilmesi ve sonrasında bireylere probiyotik canlı geçişi incelenmiştir. Çağımızın getirdiği bağırsak hastalıkları, gastrointestinal sistem bozuklukları, mikrobiyota çeşitliliğinin azalması probiyotik tüketimine yönelten sebepler arasındadır. Sağlığa faydalı ürün elde edilmesi, sakız üretimi ve teknolojisi açısından endüstriyel bir yenilik sağlayabileceği ön görülerek referans araştırma olabileceği düşünülmektedir.

Uygun bulunan formülasyon ile sakız üretimi laboratuvar şartlarında manuel olarak (el ile yoğurma) gerçekleştirilmiştir. Homojenizasyon sağlanamadığı düşünülmektedir. Sakız mayası hidrofobik yapıya sahiptir. Hidrofobik yapıdan dolayı liyofilize kültür kullanılmıştır. Sakızın probiyotik mikroorganizma taşıyıcısı olarak bir diğer avantajı da şu şekilde açıklanabilir: ürüne dondurularak ve kurutulmuş inaktif halde probiyotik organizma ilavesi ile inaktif probiyotikler, oral kavite veya konağın sindirim sisteminin başka bir yerinde olduğu gibi hidrasyon yoluyla tekrar aktif hale getirildikten sonra konağa ön görülen yararları sağlayabilir.

Yapılan araştırma sonucunda elde edilen önemli sonuçlar şu şekilde sıralanabilir; %3 probiyotik ilaveli sakız grubunda 21 günlük depolama boyunca canlılık üzerinde prebiyotik etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Prebiyotik etkisinin daha iyi anlaşılabilir olması için depolama süresi uzatılması (yaklaşık bir yıl) önerilebilir. *L.casei* LC G-11 canlılık sayısının en yüksek olduğu örnek 0.günde 3 numaralı (%3 PPŞ) sakız örneği iken (8,65 log kob/g) 21. gün sonunda 6 numaralı (%2 PPŞZ) sakız örneği olduğu (8,45 log kob/g) tespit edilmiştir. 21. gün depolama sonrasında şekerli sakız örnekleri içerisinde en yüksek canlılık (8,11 log kob/g) 1 numaralı (%1 PPŞ) sakız örneğidir. 21. gün en yüksek canlılığa sahip şekersiz sakız 6 numaralı (%2 PPŞZ) sakız örneği (8,45 log kob/g) olduğu görülmüştür. 21. gün sonunda canlılık seviyesi en yüksek grup %3 probiyotikli sakız grubu olması beklenirken, %1 ve %2

probiyotik ilaveli sakız grubunda olmuştur. Bu duruma sebep olarak el ile yoğurma sırasında yeteri kadar homojenizasyonun sağlanamaması ve yoğurma işlemi sonrasında parçalara ayrılan sakızdan homojen olarak probiyotik bakteri ayrımı yapılamadığı düşünülmektedir. Daha homojen karışım için sakız üretimine uygun endüstriyel makinalar ile üretim yapılması önerilir. Probiyotik canlılık analizinin 21 günlük depolama sonucunda, bütün örneklerde probiyotik özelliğin ($>10^7$) devam ettiği belirlenmiştir. Probiyotik ilaveli sakız örneklerinde su aktivitesi 0,33- 0,45 aralığındadır. 21. gün sonunda en yüksek su aktivitesi değeri 0,42 olarak tespit edilmiş ve 1 numaralı (%1PPŞ) sakız örneğidir. Canlılık aktivitesi ile paralellik göstermektedir. Su aktivitesi 14. gün azalma göstermiştir. Bu durum canlılık takibinde meydana gelmiştir. Probiyotik bakterilerin anaerobik ortama adaptasyon sürecinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Sakız ürünündeki toplam nem miktarı, probiyotiklerin tekstürü ve stabilitesi için önemlidir. Paketleme ile yeterince korunmadığı takdirde, sakız ortamdan nem alabilir veya nemini kaybedebilir. Elde ettiğimiz Probiyotikli sakız örnekleri ışsız ortamda ve oda sıcaklığında muhafaza edilmesine rağmen yapısında kuruma meydana gelmiştir. Sakızların, aktif olmayan probiyotiklerin yeniden aktive edemediği nem konsantrasyonlarında muhafaza edilmesi gerekmektedir. Probiyotikli sakız, minimal oranda nem içermelidir, tercihen yaklaşık % 0 ile yaklaşık 1 aralığında olmalıdır. Genel olarak yaklaşık %1'den daha fazla nem seviyeleri, probiyotikleri makul bir rafömründen önce etkisiz hale getirecek bir dereceye kadar aktive edebilir

Tekstür sonuçları incelendiğinde 0 ve 21. gün takibi sonrası şekerli ve şekersiz sakız örneklerinin sertlik değerinde artış gözlenmiştir. Özellikle şekersiz sakızların sertlik değeri daha yüksek çıkmıştır. Yapısına ilave edilen sorbitolün etkili olduğu düşünülmektedir. Sakız ürünlerinde yüksek oranda ki sertlik tercih edilmemektedir. Yapışkanlık ve çiğnenebilirliği incelendiğinde ürünler arası istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır.

Bir gıda maddesinin probiyotikli gıda ürünü kabul edilebilmesi için, ön görülen depolaması boyunca $\log_{10} 10^6-10^8$ kob/g arasında canlı probiyotik bakteri muhteva etmesi gerekmektedir. Elde ettiğimiz 21 günlük depolama sonuçları incelendiğinde bakteri canlılığı $>10^7$ olarak tespit edilmiştir. %1 ve %2 probiyotik ilaveli şekerli sakız örnekleri, 0, 7, 14, 21. gün boyunca takip süresinde stabilitesini en iyi koruyan örneklerdir. 1 numaralı sakız örneği (%1 PPŞ) sakız üretimi; canlılık, su aktivitesi, tekstür ve renk analiz sonuçlarına göre üretimi önerilebilir. Şekersiz probiyotik ilaveli sakızlar incelendiğinde, canlılık oranı, tekstürel değerleri, su aktivitesi ve renk değerleri de göz önünde bulundurularak 6 numaralı sakız örneğinin (%2

PPŞZ) belirtilen formülasyonda üretimi önerilmektedir. İn vitro çalışmalar ile salınım analizleri yapılabilir ve çiğnemenin fiziksel açıdan probiyotik canlılık üzerinde yapacağı etkinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Canlılık seviyesini arttırmak ve depolama sürecindeki olumsuz etkileri önlemek; uygun makinalarla homojen üretim yapmak, birden fazla probiyotik bakteri karışımı ile canlılık seviyesini desteklemek, optimizasyon çalışması ile deneme deseni arttırılarak canlılık seviyesini ve diğer kalite parametrelerini yükseltmek, belirtilen çalışmalar uygulanarak sağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

- Acar J, Gökmen V, Us F, (2006). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Cilt 2, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 484p.
- Açkurt F, Biringen G, Löker M (1999). Sağlıklı Beslenmede Özel Fizyolojik Etki Gösteren Gıdaların Yeri. Üretimden Tüketime Diyet Gıdalar Sempozyumu, 18, 10-21.
- Argin S (2007). Microencapsulation of Probiotic Bacteria in Xanthan-Chitosan Polyelectrolyte Complex Gels (Doctoral dissertation).
- Başaran A (2010). Tıbbi biyoloji:(ders kitabı). Pelikan Tıp ve Teknik Kitapçılık.
- Baysal A, Ozbek N, Akman S (2010). A Practical Solid Sampling Method for the Determination of Lead in Chewing Gum by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry. Food chemistry, 123(3), 901-904.
- Çağlar E, Kavaloğlu SC, Kuşçu OO, Sandallı N, Holgerson PL, Twetman S (2007). Effect of chewing gums containing xylitol or probiotic bacteria on salivary mutans streptococci and lactobacilli. Clin Oral Investig, 11(4): 425-429.
- Çakır İ (2005). Fonksiyonel Gıdalar ve Probiyotikler. Gıda Mühendisliği Kongresi. Ankara, 29, 57-69.
- Carbonell-Barrachina AA, Garcia E, Sanchez Soriano J, Aracil P, Burlo F (2002). Effect of raw materials, ingredients and production lines on arsenic and copper concentrations in confectionery. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 3738-3742.
- Ceylan N, Alıç H (2012), Bağırsak Mikroflorası ve Probiyotikler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5(1), 107–113.
- Chandran S, Ravi S, Vipin KV, Augusthy AR (2014). Formulation and evaluation of medicated chewing gums containing methyl prednisolone IP. Int J Chemtech Res, 6(11): 4810- 4816.
- Çetin AR, Karabekiroğlu S, Ünlü N (2011). Probiyotikler ve ağız sağlığına etkileri. SDÜ Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 3(1), 19-29.
- Corthier G (2004). The health benefits of probiotics Danone Nutritopics. Route Departementale Palaiseau Cedex, France 17, 1- 4.
- de Vries MC, Vaughan EE, Kleerebezem M, de Vos, WM (2006). *Lactobacillus plantarum*-survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract. International Dairy Journal, 16(9), 1018-1028.
- Desmond C, Ross R P, O'callaghan E, Fitzgerald G and Stanton C (2002). Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. J Appl Microbiol, 93(6):1003-1011.
- Duan Y, Tan Z, Wang Y, Li Z, Li Z, Qin G, Huo Y, Cai Y (2007). Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from Tibetan Qula cheese. The Journal of general and applied microbiology, 54(1), 51-60.
- Drinan DF, Tobin S, Cogan TM (1976), Citric Acid Metabolism in Heteroand Homofermentative Lactic Acid Bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 31(4), 481–486.
- Halkman AK (2013). Gıda Mikrobiyolojisi II ders notları. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 89s.

- Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, Morielli L, Canani RB, FlintHJ, Salminen S, Calder PC, Sanders ME (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 11(8), 506.
- Itobe T, Kumazawa K, Inagaki S, Nishimura O (2012). A new approach to estimate the elution characteristics of odorants in chewing gum during chewing. *Food Science and Technology Research*, 18(2), 295-302.
- FAO/WHO. (2002). Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food.
- Fadhıl ZHF (2015). Çeşitli sebze sularının farklı probiyotik bakteriler için prebiyotik etkilerinin ve antioksidatif aktivitelerinin belirlenmesi (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Franchi F, Rollini F, Cho JR, Ferrante E, Angiolillo DJ (2014). Platelet function testing in contemporary clinical and interventional practice. Current treatment options in cardiovascular medicine, 16(5), 300.
- Fuller R (1989). Probiotics in man and animals, *J Appl Bacteriol*, 66: 365-378.
- Gardiner G, Ross RP, Collins JK, Fitzgerald G, Stanton C (1998). Development of a Probiotic Cheddar Cheese Containing Human-Derived *Lactobacillus paracasei* Strains. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64(6), 2192-2199.
- Genç H (2016). Nar Suyunda Ürün Özelliklerinin Geliştirilmesinde Probiyotik Bakterilerin Kullanımı, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Gionchetti P, Rizzello F, Venturi A, Campieri M (2000). Probiotics in infective diarrhoea and inflammatory bowel diseases. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 15(5), 489-493.
- Gunes R, Palabiyik I, Toker OS, Konar N, Kurultay S (2019). Incorporation of Defatted Apple Seeds in Chewing Gum System and Phloridzin Dissolution Kinetics. *Journal of Food Engineering*.
- Gül O (2015). *Lactobacillus casei* Shirota'nın Çeşitli Yöntemlerle Mikroenkapsülasyonu. Doktora Tezi, Fen bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gündoğdu M (2018). Probiyotik milkshake karışımında bakteri canlılığı ve milkshake ieeğinin kalite özellikleri,(Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gürsoy O, Kınık Ö (2004). Fonksiyonel Gıda İngrediyenti Olarak Probiyotikler Ve Yasal Düzenlemeler İçin Japonya Modeli. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 34, 200-209.
- Gürsoy O, Gökçe R, Gökalp HY (1999). Yoğurt benzeri fermente süt ürünlerinden asidofilus-bifidus yoğurdunun üretim teknolojisi ve sağlık üzerine etkileri. *TMMOB Gıda Mühendisliği Dergisi*, 3(6), 19-24.
- Gürsoy O, Kınık Ö (2005). Laktobasiller Ve Probiyotik Peynir Üretiminde Kullanım Potansiyeller. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(3), 361-371.
- Kalantzopoulos G (1997). Fermented products with probiotic qualities. *Anaerobe*, 3(2-3), 185-190.

- Kanmani P, Satish Kumar R, Yuvaraj N, Paari Ka, Pattukumar V, Arul V (2013). Probiotics and its functionally valuable products-a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(6), 641–58. <http://doi.org/10.1080/10408398.2011.553752>.
- Karaca Y (2015). Probiyotik Özelliği Geliştirilmiş Tereyağının Depolama Süresince Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kerry RG, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin HS, Das G (2018). Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of food and drug analysis*, 26(3), 927-939.
- Kılıç S (2001). Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri,, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 542, 451 s, İzmir.
- Kołożyn-Krajewska D, Dolatowski ZJ (2009). Probiotics in fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 8(2), 61-74.
- Konar N, Palabiyik I, Toker OS, Sagdic O (2016). Chewing gum: Production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. *Trends in food science & technology*, 55, 29-38.
- Kuş H (2010). İnsan Orjinli Probiyotik Bakterler Kullanılarak Probiyotik Ayran Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Lewus, CB, Kasier A, Montville TJ (1991), Inhibition of food-borne bacterial pathogens by bacteriocins from meat, *Appl. Environ. Microbiol.*, 57(6), 1683-1688.
- Liu Y, Chen Z, Ng TB, Zhang J, Zhou M, Song F, Lu F, Liu Y. (2007). Bacisubin, an antifungal protein with ribonuclease and hemagglutinating activities from *Bacillus subtilis* strain B-916. *Peptides*, 28(3), 553-559.
- Lindgren SE, Dobrogosz WJ (1990) Laktik asit bakterilerinin gıda ve yem fermantasyonlarında antagonistik aktiviteleri. *FEMS Mikrobiyoloji İncelemeleri* 8: 149-164
- Lexner MO, Blomqvist S, Dahlén G, Twetman S (2010). Microbiological profiles in saliva and supragingival plaque from caries-active adolescents before and after a short-term daily intake of milk supplemented with probiotic bacteria-a pilot study. *Oral health & preventive dentistry*, 8(4), 383-388.
- Madkor SA, Tong PS, El Soda M (2000), Ripening of Cheddar Cheese With Added Attenuated Adjunct Cultures of Lactobacilli. *J. Dairy Sci.* 83: 1684-1691.
- Mehta F, Trivedi P (2012). Formulation And Characterization Of Natural Biodegradable Chewing Gum. *International Journal of PharmTech Research* 4: 889-899.
- McGowan BA, Padua GW, & Lee S-Y (2005). Formulation of Corn Zein Chewing Gum and Evaluation of Sensory Properties by the Timeintensity Method. *J Food Sci*, 70(7): 475-481.
- Mozzi F, Raya RR, Vignolo GM, Love JC (2016). *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria–Novel Applications* 2e.
- Nabizadehasl L (2018). Prebiyotik, Probiyotik Ve Sinbiyotiklerin, Kısa Ve Uzun Dönemde Tokluk ve Besin Tüketim Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ouwehand AC, Salminen S, Isolauri E (2002). Probiotics: an overview of beneficial effects. In *Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications* (pp. 279-289). Springer, Dordrecht.

- Öner B (2017). Ticari sakız üretiminde kenger sakızının sakız mayasıyla beraber kullanım olanaklarının araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özdoğan A (2018). Ruşeym İle Zenginleştirilmiş Sakızın Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özen M (2011). Sağlıklı Kalmak İçin Probiyotikler Prebiyotikler Anlatılmayan Tarihçe. Nobel Kitabevi, 211, İstanbul.
- Özer D, Akın MS (2000). Probiyotik Fermente Süt Ürünleri Ve Prebiyotikler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s273-278. Tekirdağ.
- Özer B (2006). Probiyotik Süt Ürünleri. Süt Ürünleri ve Teknolojileri Dergisi, 1(2): 16-17.
- Palabıyık İ (2017). Liyofilize Bazı Mikroalg Türlerinin Sakız Bileşiminde Doğal Renklendirici Olarak Kullanımı. Gıda/The Journal Of Food, 42(6).
- Pfeiler E A, Klaenhammer TR (2007). The genomics of lactic acid bacteria. Trends in microbiology, 15(12), 546-553.
- Potineni R V, Peterson D G (2008). Influence of flavor solvent on flavor release and perception in sugar-free chewing gum. Journal of agricultural and food chemistry, 56(9): 3254-3259.
- Quek SY., Chok, NK. and Swedlund P (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 46(5):386-392.
- Roberfroid MB (2000). A European consensus of scientific concepts of functional foods. Nutrition, 16:689-691.
- Rogers K (Ed.). (2010). The digestive system. Britannica Educational Publishing.
- Sağdıç O, Küçüköner E, Özçelik S (2004). Probiyotik ve prebiyotiklerin fonksiyonel özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4), 221-228.
- Salminen SEPPO (1999). Probiotics: scientific support for use. Food Technology, 53(11), 66-77.
- Sanares AME, King NM, Itthagarun A, Wong HM (2009). Chewing gum as a medium for the delivery of anticariogenic therapeutic agents: a review. Hong Kong Dent J, 6, 13-22.
- Short C (1999). The Probiotic Century Historical and Current Perspective Trend. Food Science and Tech.10:411-417.
- Song D, Ibrahim S, Hayek S (2012). Recent application of probiotics in food and agricultural science. In Probiotics. IntechOpen.
- Soyuçok A, Demir E, Kaygusuz E, Kılıç Başyigit G, Yüce S (2017). Yoğurt Örneklerinden İzole Edilmiş Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Yöntemlerle Tanımlanması ve Ekzopolisakkarit Üretimlerinin Belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(Ek (Suppl.) 1), 262-267.
- Stanton C, Gardiner G, Lynch PB, Collins JK, Fitzgerald G, Ross RP (1998). Probiotic Cheese. Int. Dairy Journal, 8: 491-496.
- Tamime AY, Saarela MAKS, Sondergaard AK, Mistry VV, Shah NP (2005). Production and Maintenance of Viability of Probiotic Microorganisms in Dairy Products. Probiotic Dairy Products, 39-72.

- Timmerman HM, Koning CJM, Mulder L, Rombouts FM, Beynen AC (2004). Monostrain, multistrain and multispecies probiotics—a comparison of functionality and efficacy. *International journal of food microbiology*, 96(3), 219-233.
- Tokuç K, Demirci M, Bilgin B, Arıcı M (2008). Bebek Orijinli *Lactobacillus* spp Kullanarak Probiyotik Dondurma Üretimi ve Depolama Süresince Probiyotik Bakteri Canlılığı ile Diğer Bazı Özelliklerin Belirlenmesi.
- Tomar O, Çağlar A, Akarca G (2017). Kefir ve Sağlık Açısından Önemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (2): 834-853.
- Twetman S, Derawi B, Keller M, Ekstrand K, Yucel-Lindberg T, Stecksén-Blicks C (2009). Short-term effect of chewing gums containing probiotic *Lactobacillus reuteri* on the levels of inflammatory mediators in gingival crevicular fluid. *Acta Odontol Scand*. 67 (1): 19-24.
- Ünlütürk A, Turantaş F (1998). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605.
- Veld JHJ, Havenaar R, Marteau P (1994). Establishing a scientific basis for probiotic R and D. *Trends in Biotechnology (United Kingdom)*.
- Vinderola G, Zacarías MF, Bockelmann W, Neve H, Reinheimer J, Heller KJ (2012). Preservation of functionality of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* INL1 after incorporation of freeze-dried cells into different food matrices. *Food microbiology*, 30(1), 274-280.
- Wang YC, Yu RC, Chou CC (2002). Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiology*, 19(5), 501-508.
- Yang SS, Yu CS, Yoon YS, Yoon SN, Lim SB, Kim JC (2011). Symptomatic venous thromboembolism in Asian colorectal cancer surgery patients. *World journal of surgery*, 35(4), 881-887.
- Yılmaz L (2006). Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı, (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yılsay TÖ, Kurdal E (2000). Probiyotik süt ürünlerinin beslenme ve sağlık üzerindeki etkisi. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Tekirdağ, 279-286.
- Zhang L, Taal AM, Boom RM, Chen XD (2018). Effect of baking conditions and storage on the viability of *Lactobacillus plantarum* supplemented to bread, *Food Science and Technology*, 87, 318-325.
- Zorba Ö, Şükrü Kurt (2005). Yüksek basınç uygulamalarının et ve et ürünleri kalitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1), 71-76.

7. ÖZGEÇMİŞ

Tuğba ALTUN, 11.08.1992 yılında Artvin ilinde dünyaya geldi. 2010 yılında İstanbul Ataköy Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2014-2015 yılları içerisinde Namık Kemal Üniversitesi Gıda Topluluğu başkanlık görevlerini yaptı. 2015 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl ve aynı üniversitede Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 yılında Tab Gıda A.Ş de başladığı işine yönetici ünvanıyla devam etmektedir. 2018 yılında Namık Kemal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat bölümünde eş zamanlı öğrenimine devam etmektedir.