Spirulina platensis ve *Chlorella vulgaris* ile ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem SUNA

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Spirulina platensis ve *Chlorella vulgaris* ile ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem SUNA
0000-0003-4584-4007

Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Spirulina platensis ve *Chlorella vulgaris* ile ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem SUNA

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

Bu çalışmada; *S. platensis*, *C. vulgaris* mikroalgleri ile *Lb. acidophilus* LA-5 kültürü kullanılarak üretilen probiyotik Beyaz peynirin depolama süresince (1., 30., 60. ve 90. günlerde) mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, en düşük toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (4.68 $\log_{10}$ kob/g) *C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren, en yüksek (7.96 $\log_{10}$ kob/g) ise *S. platensis* içeren peynir örneğinde belirlenmiştir. En düşük laktik asit bakteri sayısı (4.48 $\log_{10}$ kob/g) *C. vulgaris* içeren, en yüksek (7.65 log10 kob/g) *S. platensis* içeren peynir çeşidinde belirlenmiştir. *Lb. acidophilus* sayısı, *S. platensis* içeren örnekte 7.48 $\log_{10}$ kob/g, *C. vulgaris* içeren örnekte 7.17 $\log_{10}$ kob/g ve alg içermeyen örnekte 7.08 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Peynirin mikroalgler ile zenginleştirilmesi, protein (%11.40-13.74), titrasyon asitliği (%0.23-0.37), toplam fenolik madde (2.261-7.049 mg GAE/g), antioksidan kapasite (CUPRAC; 0.119-0.451 mg GAE/g ve DPPH; 0.130-0.169 mg trolox/g) değerlerinde artış; yağ değerlerinde (%10.74-7.17) ise azalmaya neden olmuştur ($P<0.01$). Depolama süresince örneklerin sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik değerlerinde azalma saptanırken, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin stabil kaldığı belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; örneklerin renk değerleri (L*, a*, b*, h°, C*, ΔE) önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Mikroalg içeren örnekler arasında *S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, duyusal olarak panelistler tarafından daha fazla beğenilmiştir.

S. platensis ve *C. vulgaris* ile zenginleştirilmiş probiyotik Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince *Lb. acidophilus* LA-5 sayısının, terapötik etki için önerilen değerde olduğu saptanmıştır. Peynir üretiminde mikroalg kullanılması ile besinsel içeriğin zenginleştirilmesinin yanı sıra tekno-fonksiyonel özelliklerin de geliştirilebileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Lb. acidophilus* LA-5, Beyaz peynir

2020, xii+ 202 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF PROBIOTIC WHITE CHEESE PRODUCTION ENRICHED WITH *Spirulina platensis* AND *Chlorella vulgaris*

Gizem SUNA

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

In this study; it was aimed to investigate microbiological, physico-chemical, textural and sensory properties of White cheese using by *S. platensis*, *C. vulgaris* and *Lb. acidophilus* LA-5 during storage (1^{st}, 30^{th}, 60^{th}, 90^{th}days).

The lowest TMAB count (4.68 $\log_{10}$ cfu/g) was determined in cheese containing *C. vulgaris* and *Lb. acidophilus*, the highest (7.96 $\log_{10}$ cfu/g) was found in cheese with *S. platensis*. The lowest LAB count (4.48 $\log_{10}$ cfu/g) in cheese with *C. vulgaris* and the highest LAB count (7.65 $\log_{10}$ cfu/g) in cheese with *C. vulgaris* and *Lb. acidophilus* were determined. The count of *Lb. acidophilus* was determined in cheese containing*S. platensis* as 7.48 $\log_{10}$ cfu/g, in sample with *C. vulgaris* as 7.17 $\log_{10}$ cfu/g and in sample without microalgae as 7.08 $\log_{10}$ cfu/g. Fortification of cheese with microalgae resulted in an increase protein (11.40-13.74%), titratable acidity (0.23-0.37%), total phenolic (2.261-7.049 mg GAE/g), antioxidant capacity (CUPRAC; 0.119-0.451 mg GAE/g and DPPH; 0.130-0.169 mg trolox/g) and a decrease fat content (10.74-7.17%) ($P<0.01$). It was found that hardness, adhesiveness, springiness, gumminess and chewiness values were decreased during storage, while cohesiveness and resilienc evalues remained stable. According to statistical analysis, color values of samples (L*, a*, b*, h°, C*, ΔE) were found to be significant ($P<0.05$). Among samples containing microalgae, cheese with *S. platensis* and *Lb. acidophilus* was more sensually appreciated by panelists.

In White cheese enriched with *S. platensis* and/or *C. vulgaris, Lb. acidophilus* LA-5 count was found to be suggested value for therapeutic effect during storage. It was determined that the use of microalgae in cheese production improved techno-functional properties besides nutritional content.

Key words: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, *Lb. acidophilus* LA-5, White cheese

2020, xii+ 202 pages.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
g	: Gram
Mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
mL	: Mililitre
cm	: Santimetre
ppm	: Milyonda bir
kob	: Koloni Oluşturan Birim
log_{10}	: 10 Tabanında Logaritma
ssp. -	: Alt tür
°C	: Santigrat Derece
g.s	: Gram Saniye
dk	: Dakika
%	: Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
MRS	: De Man, Rogosa ve Sharpe
ANOVA	: Analiyses of Variance
TÜİK:	: Türkiye İstatistik Kurumu
LSD	: Least Significant Difference (en küçük anlamlı fark)
ISAPP	: Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Komitesi
EPA	: Eikosapentaenoik asit
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
GRAS	: Genellikle Güvenli Olarak Tanınan
TS	: Türk Standartları Enstitüsü
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GLNA	: γ-linolenik Asit
LA	: Linoleik Asit
TMAB	: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
LAB	: Laktik Asit Bakterisi
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
DPPH	: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
CUPRAC	: Bakır (II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite
	: Starter Laktik Asit Bakterisi
SLAB	: Starter Olmayan Laktik Asit Bakterisi
NSLAB	: Suda Çözünen Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün artış göstermesi, insanların beslenmesinde yer alan doğal kaynakları daha verimli kullanmalarını zorunlu hale getirmektedir. Tüketicilerin eğitim ve gelir düzeyindeki artışa paralel olarak sağlık konusunda daha bilinçli hareket etmeleri, bütünsel sağlık üzerine olumlu etkiler gösteren, yaşam kalitesini arttıran ve kronik hastalıkları önlemeyi amaçlayan ürünlere olan talebi arttırmaktadır. Bu ürünler arasında fonksiyonel gıdalar önemli bir grubu oluşturmaktadır. Fonksiyonel gıda, "temel beslenmenin ötesinde sağlık yararları sağlayan herhangi bir gıda ya da gıda bileşeni" olup, "nütrasötikler", "terapötikler" "destekleyici gıda", "medikal gıda", "zenginleştirilmiş gıda", "diyet gıda" gibi benzeri isimler ile de adlandırılmaktadır. Fonksiyonel gıdalar; i) doğal olarak fonksiyonel bileşen içeren, ii) fonksiyonel bileşen katkılı, iii) istenmeyen bir bileşiği çıkartılan gıda (laktozsuz süt) olarak sınıflandırılabilmektedir. Probiyotikler, prebiyotikler, mikroalgler, fenolik maddeler, antioksidanlar, besinsel lifler, oligosakkaritler, vitaminler, mineraller, çoklu doymamış yağ asitleri, sülfür içeren bileşenler ve fitokimyasallar fonksiyonel bileşenler olarak sınıflandırılmakta ve bu bileşenler gıdalara eklenerek fizyolojik özellikte yeni ürünler geliştirilmektedir (Scrinis 2008, Lobo ve ark. 2010, Betoret ve ark. 2011, Dayısoylu ve ark. 2014, Guimaraes ve ark. 2018).

İngiliz Gıda Araştırma Şirketi (Leatherhead Food International), Dünyada fonksiyonel gıda pazarında, süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel gıda ürünlerinin %70'ini oluşturduğunu belirtmektedir. Türkiye'de 2012-2017 yılları arasında fonksiyonel gıdaların tüketiminde %52 oranında bir artış söz konusu olduğu ve bu gıdalar içerisinde bir önceki yıla göre %25 oranında market büyüklüğü olarak artış gösteren ürünlerin fermente süt ürünleri olduğu belirtilmektedir. Türkiye'de kalorisi düşük ürünlerle başlayan sağlıklı beslenme eğilimi, probiyotik ve prebiyotik süt ürünleri, laktozsuz süt, özellikle çocuklar için hazırlanmış kalsiyum açısından zengin süt ürünleri vb. ile hızla gelişim göstermektedir (Zago ve ark. 2011, Angmo ve ark. 2016, Özcan ve ark. 2016, Gök ve Ulu 2018).

Probiyotik kelimesi Yunanca'da "yaşam için olan" anlamına gelmektedir. İlk kez 1965 yılında Lilly ve Stillvell tarafından kullanılmıştır. 2002 yılında Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından probiyotikler "yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerine olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar"

olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlama, Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilim Derneği tarafından da onaylanmış olup halen kullanılmaktadır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri en fazla kullanılan probiyotik bakteriler olup, mayalardan *Saccharomyces boulardii* ve aynı zamanda *E. coli* ve *Bacillus* türleri de probiyotik mikroorganizmalar arasında yer almaktadır. Probiyotik ürün, "içerisinde konakçı sağlığı üzerine olumlu etkileri olan mikroorganizmaları içeren gıdalar ya da çeşitli enzim, vitamin ve aroma bileşenleri ile takviye edilmiş direkt kapsül ya da tablet haline getirilmiş diyet destekleyicisi ürünler" olarak tanımlanmaktadır (Gatlin ve Peredo 2012, Hil ve ark. 2014, Anonim 2017a, Markowiak ve Ślízewska 2017).

İlaç kullanımına karşı olan ön yargılar, ilaç formunda hazırlanmış diyet destekleyicisi kapsül ve tabletlerin kullanımını sınırlamakta bu nedenle de dünya genelinde probiyotik mikroorganizmaları içeren süt ürünlerine talep hızla artmaktadır. İnsan sağlığının destekleyicisi olarak görülen bu tip ürünlere olan ilginin giderek artması, starter üreticilerini, probiyotik mikroorganizmaları içeren kültürleri, beslenme-sağlık ilişkisi konusunda bilinçli üreticilere ve tüketicilere güvenle sağlama açısından cesaretlendirmektedir. Bu mikroorganizmaları tüketicilere en iyi taşıyabilecek besinlerin de süt ürünleri olduğu bildirilmektedir. Bu durumda probiyotiklerin kullanımı ancak, süt ürünleri gibi bir gıdanın bileşimine bu mikroorganizmaların da eklenerek ürüne probiyotik özelliklerin kazandırılması şeklinde olmaktadır. Süt ürünlerinde; pH, titrasyon asitliği, moleküler oksijen, redoks potansiyeli, hidrojen peroksit, bakteriyosinler, kısa zincirli yağ asitleri, aroma maddeleri, mikrobiyal rekabet, paketleme materyali ve koşulları, inokülasyon oranı, aşamalı fermantasyon, mikroenkapsülasyon, yağsız süt kurumaddesi, süte ilave edilen besinsel takviyeler, süte uygulanan ısıl işlem sıcaklığı, inkübasyon sıcaklığı, karbondioksit oluşumu, tuz, şeker, tatlandırıcı ilavesi, ürünün soğutma sıcaklığı ve üretilen ürün miktarı probiyotik mikroorganizmaların canlılığını etkileyen faktörlerdir. Depolama sırasında probiyotik bakterilerin aktivitesini ve canlılığını geliştirmek için birçok yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden oligosakkaritlerin, şekerlerin, vitaminlerin, protein olmayan azot kaynakları gibi ingredientlerin süte ilavesi probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine olumlu etki yapmıştır. Son yıllarda *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* gibi mikroalglerin de probiyotik bakterilerin gelişmesini olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar da

yapılmaktadır (Varga ve ark. 2002, Gyenis ve ark. 2005, Beheshtipour ve ark. 2013, Kavimandan 2015).

Su yosunları olarak da bilinen algler, fotosentez yapabilme özellikleri nedeni ile bitkilere benzetilmekte, ancak fotosentez ürünlerini farklı şekilde nişasta olarak depolamaları, klorofil-c ile bitkilerde bulunmayan başka pigment maddeleri içermeleri, vasküler sistemleri, köklerinin olmaması ve embriyo oluşturamamaları gibi özellikleri nedeni ile bitkilerden farklılık göstermektedirler. Alglerin çoğunluğu okyanuslar, nehirler, tatlı su gölleri, çaylar, dereler, kutup gölleri, su birikintilerinde; bir kısmı da karada, nemli toprakta, likende ya da kara bitkilerinin yüzeylerinde yaşayabilmektedirler. Morfolojik olarak tek hücreli, koloni, ipliksi ve dallanmış gibi farklı şekillerde olabilen algler, simbiyotik ya da parazitik hayat sürmektedirler. Boyutları farklılık gösteren algler hücre tipine göre "ökaryotik" (gelişmiş hücre tipi) ve "prokaryotik" (basit yapılı hücre tipi) olarak 2 grupa ayrılmaktadır. Algler, taksonomik olarak "Mikroalg" ve "Makroalg" şeklinde sınıflandırılmıştır. Mikroalgler, çapı 2 μm'den küçük, prokaryotik ya da ökaryotik, fotosentez yapabilen, tatlı ve tuzlu su ortamlarında yaşayabilen mikroskobik canlılar olup, hücre yapılarına, pigmentlerine ve yaşam döngülerine göre farklılık göstermektedirler (Demirbaş 2010, Aktar ve Cebe 2010, Lam ve Lee 2011, Sankaran ve ark. 2018).

Mikroalgler; protein, karbonhidrat (özellikle β glukan), yağ asitleri (eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi omega-3 yağ asitleri), vitamin, mineral, pigmentler (β karoten, astaksantin) ve önemli biyoaktif bileşikleri içermeleri nedeni ile başta gıda endüstrisi olmak üzere çok farklı sektörlerde kullanılmaktadırlar. Kuru biyokütle ağırlıklarına göre ise %9-50 protein ve %7-50 karbonhidrat, %7-50 yağ içerebilmektedirler. Ticari olarak kullanılan en önemli mikroalg türleri *Isochrysis, Dunaliella*, *Chaetoceros, Chlorella* ve *Spirulina*'dır (El-Sheekh ve ark., 2006; Darzins ve ark, 2010; Demirbaş, 2010; Aktar ve Cebe, 2010; Lam ve Lee, 2011; Priyadarshani ve Rath, 2012; Sankaran, ve ark., 2018).

Spirulina platensis, *Arthrospira platensis* olarak da bilinen bir siyanobakteridir. *Spirulina* spp., %55-65 oranında yüksek protein içeriğine sahip olup, bu oranın %10.9'unu lisin, %7.5'ini valin ve %6.8'ini izolisin gibi esansiyel amino asitler

oluşturmaktadır (Shah, 2001; Darwish, 2017). Kuru ağırlığının %6-7'si oranında lipit içeren *Spirulina* spp., linoleik asit (LA) ve özellikle γ-linolenik asit (GLNA) gibi esansiyel yağ asitlerince zengindir. Ayrıca vitamin B_{12} (özellikle doğada en zengin içeriğe sahip), A, B_2, B_3 gibi vitaminler, demir, magnezyum, kalsiyum, potasyum gibi mineraller açısından son derece zengin içeriğe sahip olan *Spirulina*'nın kuru ağırlığının yaklaşık % 20'sini fikosiyanin (mavi pigment), klorofil (yeşil pigment), zeaksantin (sarı pigment), zantofiller (miksozantofil, zeazantin, kriptozantin, ekinenon), karotenler (α karoten, β-karoten, euglenanon, lutein) gibi aktif fitokimyasallar oluşturmaktadır (Khan ve ark., 2006; Yılmaz ve Duru, 2011; Aydemir, 2019).

Chlorella vulgaris, Chlorella variabilis, Chlorella stigmatophora, Chlorella sorokiniana, Chlorella zofingiensis, Chlorella pyrenoidosa, Chlorella protothecoides ve *Chlorella* ESP-6 "*Chlorella"* grubunda yer almaktadırlar. *Chlorella vulgaris,* kuru ağırlığında yaklaşık %70 protein, %20 yağ, %20 karbonhidrat ve %5 lif içermektedir. Ayrıca B_{12}, B_1, B_2, B_3, B_5 ve E gibi vitaminler, demir, iyot, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum gibi mineraller, yeşil fotosentetik pigmentlerden klorofil a ve b, karoten, ksantofil gibi pigmentler, aminoasitler, nükleik asitlere (RNA, DNA) sahip olup klorofil'in doğada bilinen en iyi kaynağıdır (Jensen 1987; Phang 1992; Singh 1998; Safi ve ark., 2014).

Mikroalg biyokütlelerin insan gıdası olarak kullanımının çok eski yıllara kadar dayandığı bildirilmektedir. Özellikle *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris*'in son yıllarda zengin besinsel bileşimi nedeni ile şekerleme, sütlü tatlılar, meşrubat, unlu mamüller ve hayvansal ürünler gibi birçok gıda formülasyonlarında kullanımı artış göstermektedir. Her ne kadar kullanıldıkları formülasyonlarda ürünün rengi ve duyusal özellikleri üzerine bir takım olumsuz özellikleri belirlenmiş olsa da biyoaktif bileşenleri nedeni fonksiyonel gıda pazarında geleceğin bileşenleri olarak gösterilmektedirler (Lafarga 2019). Mikroalg katkılı süt ürünleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların daha çok yoğurt ve içilebilir fermente süt ürünleri üzerine olduğu saptanmıştır. Özellikle besin değeri açısından çok zengin bir süt ürünü olan peynirde bu alglerin kullanımı ile sınırlı sayıda literatür bulunmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde üretim ve tüketim miktarı açısından ilk sırada yer alan Beyaz peynir matriksine mikroalg ve probiyotik kültür ilavesi ile fonksiyonel bir süt ürünü geliştirilmesi planlanmıştır.

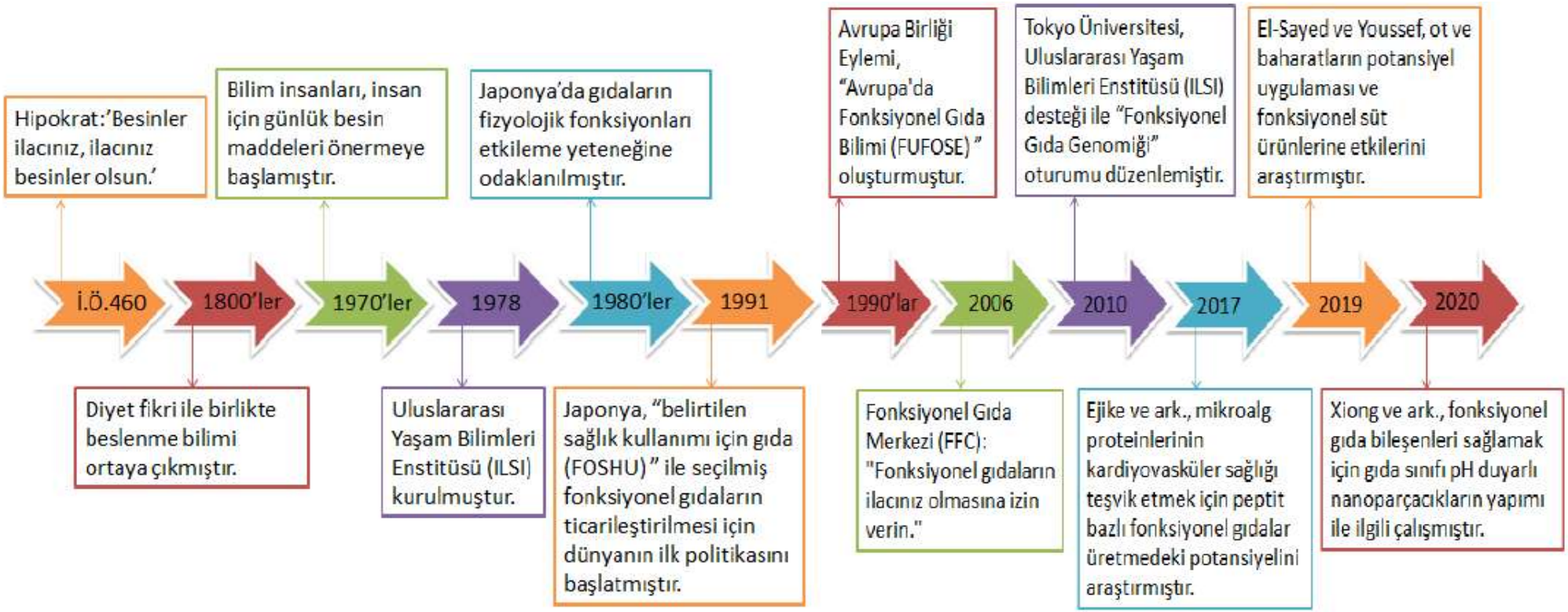
Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında hazırladığımız bu çalışmanın hedefleri;

- *S. platensis* ve *C. vulgaris* mikroalglerinin Beyaz peynirde kullanılabilirliğini saptamak,
- Kullanılan mikroalglerin *Lb. acidophilus* LA-5'in aktivitesi ve canlılığı üzerine olan etkilerini saptamak,
- Fonksiyonel Beyaz peynirin 90 günlük depolama süresince fiziko-kimyasal, antioksidatif, tekstürel ve duyusal özelliklerini saptamak,
- Mikroalglerin Beyaz peynirde kullanımı ile yeni ticarileşme potansiyeli yüksek ürünlerin üretilmesini sağlayarak peynir endüstrisinde ürün yelpazesini genişletmek,
- Farklı lezzet ve damak tadı arayışlarında olan tüketicilere fonksiyonel süt ürünleri pazarında özel ürün grubu oluşturmak,
- Yeni fonksiyonel süt ürünlerinin endüstriyel anlamda kullanımının arttırılması ile ülke ekonomisine katkı sağlamak,
- Mikroalglerin besinsel değerinin yanı sıra ekosisteme olan faydaları da düşünüldüğünde bu alglerin farklı gıdalarda kullanılabilirliğini arttırarak sürdürülebilir temiz bir çevrenin devamlılığına katkı sağlamaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünya nüfusunun her geçen gün artış göstermesi, insanların beslenmesinde yer alan doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bununla birlikte tüketicilerin eğitim ve gelir düzeyindeki iyileşmeye paralel olarak sağlık konusunda daha bilinçli hareket etmeleri, bütünsel sağlık üzerine olumlu etkiler gösteren, yaşam kalitesini arttıran ve kronik hastalıkları önlemeyi amaçlayan ürünlere olan talebi arttırmaktadır. Bu talep; gıda endüstrisinde "duyusallık ve zevk", "sağlık ve zindelik", "rahatlık ve pratiklik", "kalite ve güvenilirlik", "sürdürülebilirlik ve etik" olmak üzere 5 ana başlık altında sınıflandırılan modern eğilimleri oluşturmaktadır. İnovatif gıda ürünlerinin geliştirilmesinde bu beş kategorinin yer alması gerekliliği, fonksiyonel gıda kavramını ortaya çıkarmaktadır. Milattan önceki dönemlerde Hipokrat (besinler ilacınız, ilacınız besinler olsun) ile başlayan gıdaların metabolizma üzerine olumlu etkilerine ilişkin çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Şekil 2.1'de bu tarihten itibaren gıda ve sağlık ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar sonucu oluşturulan fonksiyonel gıda kavramına ait tanımlamaların tarihsel gelişimi verilmektedir (Martirosyan ve Singh 2015, Ejike ve ark 2017, El-Sayed ve Youssef 2019, Xiong ve ark. 2020).

Fonksiyonel gıdalar terimi ilk kez 1980'lerde Japonya'da kullanılmıştır. Ancak çoğu ülkede yasal bir tanıma sahip olmadığı için fonksiyonel gıdalar tanımı, çoğu zaman yanlış anlaşılmaktadır (Ye ve ark. 2018). Bununla birlikte, son yıllarda, Granato ve ark. (2017) fonksiyonel gıdaları; "*etkili bir şekilde çeşitli diyetlerde düzenli olarak tüketildiğinde temel beslenmenin ötesinde sağlık üzerine potansiyel olarak olumlu etkilere sahip olan endüstriyel olarak işlenmiş veya doğal gıdalar*" olarak tanımlamıştır. Geleneksel gıdaların besin değerlerine ek olarak, fonksiyonel gıdalar optimum sağlık koşullarının geliştirilmesine yardımcı olmakta ve dislipidemi, kanser, tip-2 diyabet, felç ve kardiyovasküler hastalık (CVD) gibi bir veya daha fazla bulaşıcı olmayan hastalığın riskini azaltabilmektedirler. Bununla birlikte, bir gıdanın fonksiyonel olarak nitelendirilmesinde Brezilya'da Brezilya Sağlık Düzenleme Ajansı (ANVISA), Avrupa Birliği'nde Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve ABD'de Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) gibi ülkeler bazında farklı yönetmelikler ile yasal düzenlemeler kullanılmaktadır.



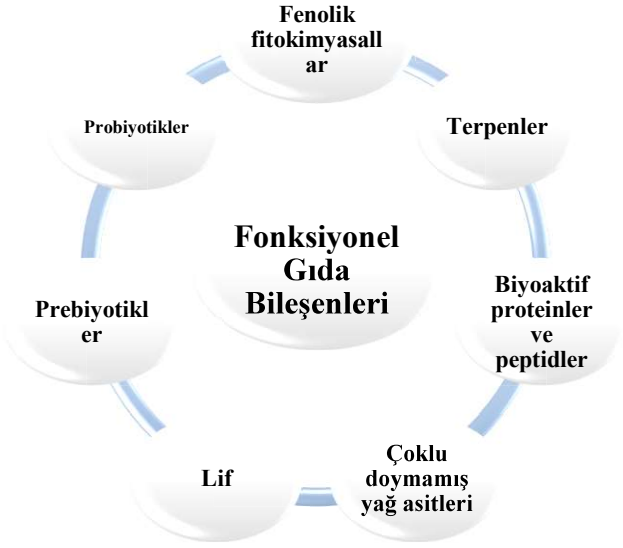
Şekil 2.1. Fonksiyonel gıda kavramının tarihsel gelişim süreci (Martirosyan ve Singh 2015, Ejike ve ark 2017, El-Sayed ve Youssef 2019, Xiong ve ark. 2020)

Türkiye'de ise fonksiyonel gıdalar, “5179 sayılı gıdaların üretimi, tüketimi ve denetlenmesine dair kanun hükmünde kararnamenin değiştirilerek kabulü hakkında kanun” ile 2000'li yılların başlarında resmi metine girmiştir ve “Besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalar” olarak tanımlanmıştır (Gök ve Ulu 2018). Farklı yasal otoriteler tarafından fonksiyonel gıdaların tanımlanmasına yönelik örnek ifadeler Şekil 2.2’de verilmektedir.

Fonksiyonel gıda, “nütrasötikler”, “törapetikler” “destekleyici gıda”, “medikal gıda”, “zenginleştirilmiş gıda”, “diyet gıda” benzeri isimler ile de adlandırılmaktadır. Fonksiyonel gıdalar; i) fonksiyonel bileşen içeren doğal gıda (süt-konjuge linoleik asit), ii) fonksiyonel bileşen katkılı (vitamin ve mineralce zenginleştirilmiş süt), iii) istenmeyen bir bileşiği çıkartılan gıda (laktozsuz süt) olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca gıdalar içerisindeki bazı bileşikler değişikliğe uğratılarak (sütün fermantasyonu-biyoaktif peptitler), biyoyararlığı arttırılarak (işlenmiş domates likopen) ve bunların farklı kombinasyonları (hayvansal gıdalar ve bitkisel gıdalar aynı formülasyonda) kullanılarak fonksiyonel gıdalar üretilmektedir.

Bibliyometrik olarak Yeung ve ark. (2018), Ocak 1990'dan Haziran 2018'e kadar en çok çalışılan fonksiyonel gıdalar ve bileşenleri değerlendirerek literatürde en çok atıf yapılan ve en çok aranan bileşenlerin prebiyotikler, probiyotikler ve antioksidanlar olduğunu belirtmiştir. Ayrıca mikroalgler, çoklu doymamış yağ asitleri, fenolik maddeler, besinsel lifler, vitaminler, mineraller, sülfür içeren bileşenler ve fitokimyasallar gıdalara eklenerek fizyolojik özellikte fonksiyonel yeni ürünler geliştirilmektedir (Şekil 2.3) (Scrinis 2008, Lobo ve ark. 2010, Betoret ve ark. 2011, Dayısoylu ve ark. 2014, Guimaraes ve ark. 2018, Granato 2020).

Şekil 2.2. Fonksiyonel gıda tanımları (Gur ve ark. 2018)



Şekil 2.3. Bazı fonksiyonel gıda bileşenleri

Piyasadaki en yaygın fonksiyonel gıda ürünleri arasında yoğurt (sindirim sağlığı), tahıllar (kalp sağlığı), margarinler / tereyağlar (kolesterol metabolizması), enerji / protein barlar ve içecekler (açlık azaltma) bulunmaktadır (Granato 2020). Fonksiyonel gıda pazarı (Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Asya Pasifik ve Avrupa Birliği) gıda üretiminde kazançlı bir yere sahiptir ve küresel olarak her geçen yıl büyümektedir. Türkiye'de fonksiyonel gıda pazarı, henüz gelişim aşamasında olsa da oldukça hızlı bir şekilde büyümektedir. 2012-2017 yılları arasında Türkiye, fonksiyonel gıda satışları hacminde %52'lik artışla 303 milyon $'dan, 461 milyon $'a ulaşarak, tüm dünya pazarları içerisinde en yüksek büyüme oranlarını yakalayan ülke konumuna yükselmiştir. Aynı zamanda yüksek büyüme seviyeleri ile 2020 yılında 192 milyar $ olacağı tahmin edilen fonksiyonel gıda pazarı pastasından daha büyük bir pay alma potansiyeline sahip olacağı da bildirilmektedir. Söz konusu ulusal pazarda fonksiyonel ürünler, laktozsuz süt, probiyotik ve prebiyotik süt ürünleri, özellikle çocuklar için hazırlanmış kalsiyum açısından zengin süt ürünleri vb. ile hızla gelişme göstermektedir. Sonuç olarak, global ölçekte fonksiyonel gıdalara yüksek bütçelerin ayrılmasının temel hedefi tip 2 diyabet, obezite, Alzheimer gibi kronik hastalıkları önlemeye yardımcı olan yeni nesil gıda ürünlerinin geliştirilmesidir (Gökmen 2019, Arslan 2020).

2.1. Probiyotikler

Yunanca "pro'' ve "biota'' kelimelerinden türetilmiş olan "yaşam için" anlamına gelen probiyotikler, uzun bir tarihsel süreç içerisinde farklı mikroorganizma türleri olarak ve farklı isimlerle tanımlanmışlardır. Fransız çocuk doktoru olan Henry Tissier, 1899'da emzirilen bebeklerin bağırsaklarında Y şeklinde bir bakteri tespit etmiş ve "*Bacillus bifidus communis*" olarak adlandırmıştır. Bağırsak mikrobiyotasının bakteri yönünden zengin olduğu bebeklerin daha az gastrointestinal (GI) sorunu olduğunu bildirmiştir. Bu bakteri bebeklerin ishal tedavisinde kullanılmış ve daha sonra *Bifidobacterium* olarak adlandırılmıştır. Ancak modern probiyotik kavramı, ilk kez 1907 yılında Rus bir bilim adamı ve Nobel ödüllü Elie Metchnikoff tarafından ortaya konmuştur. Elie Metchnikoff, atrofi ve yaşlanma süreçlerinin, putrefaktif bağırsak mikroorganizmalarının aktivitesinden etkilendiğini, oluşan bağırsak oto-zehirlenmesini önlemek için zararlı mikroorganizmaları faydalı olanlarla değiştirerek bağırsak mikrobiyotasını değiştirmeyi önermiştir. Yaşlanma konusundaki teorisini kanıtlamak için Metchnikoff, aşırı yoksulluk

ve sert iklime rağmen ortalama ömrü 86 yıl olan Bulgarları gözlemlemiş ve yüksek miktarda fermente süt tükettiklerini saptamıştır. Laktik asit bakterileri, laktoz fermantasyonunun bir sonucu olarak pH'ı düşürdüğü için, laktik asit bakterileriyle fermente edilen sütün, bağırsakta proteolitik bakterilerin büyümesini inhibe ettiği sonucunu ortaya koymuş ve bakterileri "*Bulgarian bacillus*" olarak adlandırmıştır (Fuller 1989, Hill ve ark. 2014, Pradhan ve ark. 2020). İlk kez 1965 yılında Lilly ve Stillvell tarafından kullanılan probiyotik kelimesinin tanımları zaman içerisinde değişim göstermiştir. Parker'a (1974) göre, bu organizmalar bağırsak yolu mikrobiyal dengesine katılır. Fuller (1989), probiyotikleri "canlı mikroorganizmalar (mikroskobik bakteri veya mayalar) olarak bilinen ve bağırsak mikrobiyal dengesini iyileştirmede konakçıyı avantajlı bir şekilde etkileyen besin takviyesi" olarak tanımlamıştır. Wood (1992) ise Fuller'in tanımını daha da genişleterek, "probiyotikler, hayvanlar veya insanlar için kullanılan, doğal mikrobiyotanın özelliklerini değiştirerek konakçıya avantajlı bir şekilde etki eden, mono veya çok yönlü bir canlı bakteri kültürü" şeklinde açıklamıştır. 2002 yılında Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından probiyotikler "yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerine olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlama, Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilim Derneği tarafından da onaylanmış olup halen kullanılmaktadır. 'Probiyotik' faydalı olarak kabul edilen bir terimdir. FAO / WHO tanımı geniş çapta benimsenmiş olup araştırmacılar, düzenleyiciler, tüketiciler için probiyotik tanımının değerli olduğu kanıtlanmıştır. Kodeks (Codex), Sağlık Kanada (Health Canada), Dünya Gastroenteroloji Örgütü (World Gastroenterology Organisation), Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve Gıda Teknolojisi Uzmanları Enstitüsü (Institute of Food Technologists) gibi kuruluşlar ve ajanslar, probiyotiklerden bahsederken FAO / WHO tanımını kullanmaktadır. Ancak 2014 yılında Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Derneği tarafından düzenlenen probiyotik teriminin kapsamı ve uygun kullanımı hakkındaki görüş birliğine yönelik panelde, "yeterli miktarlarda tüketildiğinde konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar" olarak ifade edilmesinin literatür açısından daha doğru bir tanım olduğu ve bu ifadelerin kullanımının desteklendiği belirtilmiştir. Bu tanım, probiyotikler için mikrobiyal, yaşayabilir ve sağlığa yararlı gibi üç temel kriteri belirtirken çok çeşitli mikroorganizmaları ve uygulamaları da içermektedir, proseste yardımcı olarak kullanılan

canlı mikroorganizmaları veya faydalı bileşiklerin kaynaklarını öncelikle sağlık yararları için uygulananlardan ayırmaktadır (Hill 2014).

2.1.1. Probiyotiklerin sahip olması gereken özellikler

Gıda endüstrisinde ve medikal alanda kullanılabilecek mikroorganizmaların probiyotik olarak tanımlanabilmesi için aşağıda belirtilen süreçler izlenmektedir.

i. Sağlıklı hayvan ya da insanların sindirim sistemlerinden, meyve ve sebzelerden izole edilen mikroorganizmalar, öncelikle seçici besi ortamı kullanılarak tanımlanmaktadır.
ii. Tanımlanan suşlara Çizelge 2.1'de belirtilen "fonksiyonel" ve "genomik" kriterler başlığı altında yer alan testler uygulanmaktadır.
iii. Yeni kültürde *in vivo* değerlendirmeler için hedef koloniler, patojen inhibisyonu, hedef tür patojenitesi ve konak koşullarına direnç gibi testlere tabi tutulmaktadırlar. Hedef türlerin kullanımı ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoksa konakçıya gerçekten olumlu etkisinin olup olmadığını kontrol etmek için büyük ve küçük ölçekte *in vivo* ilave deneyler yapılmaktadır.
iv. Bilimsel olarak kanıtlanmış sonuçlar veren probiyotik, ticari olarak üretilebilmekte ve kullanılabilmektedir. Bu probiyotikler etiketlerinde, cinsin/türün/suşun bilimsel adı, raf ömrü tamamlandığında her suşta bulunan canlı bakteri sayısı, tavsiye edilen depolama koşulları ve güvenlik durumu, ortaya çıkabilecek fizyolojik etkiler, belirtilen fizyolojik etkinin görülmesi için gerekli doz ve satış sonrası için iletişim bilgilerini içermeleri gerekmektedir (Gibson ve ark. 2017).
v. Yürütülen tüm bilimsel çalışmalar FAO ve WHO ile ortaklaşa gerçekleştirilmektedir (Ayichew ve ark. 2017, Meybodi ve Mortazavian 2017).

Probiyotik mikroorganizmaların birçok özelliği olmasına rağmen, Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği (ISAPP - International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics) kararına göre probiyotik tanımının şart koştuğu gereklilikler vardır. Bu gereklilikler:

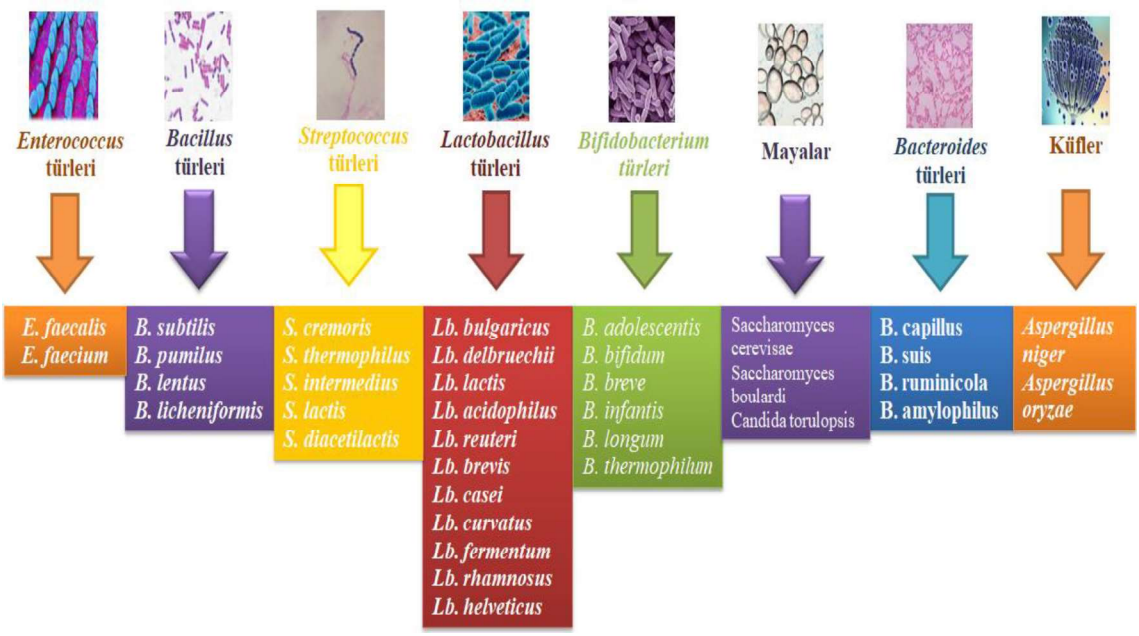
i) bir probiyotik uygulandığında canlı olmalı,
ii) sağlık üzerine faydalı olmalı ve
iii) etkili bir dozda verilmelidir.

Çizelge 2.1. İdeal bir probiyotik mikroorganizmanın tanımlanabilmesi için test edilen "fonksiyonel" ve "genomik" kriterler

Fonksiyonel Kriterler	**Probiyotik Değerlendirme**	✓ Asit toleransı, ✓ Safra toleransı, ✓ Bağırsak epitel hücrelerine yapışma, ✓ Antimikrobiyel aktivite, ✓ Enzimatik potansiyel, ✓ Patojen yapışmasını önleme,
	Teknolojik değerlendirme	✓ Oksijen toleransı, ✓ pH toleransı, ✓ NaCl toleransı, ✓ Stres koşulu altında canlılığını sürdürebilme, ✓ Uygun depolama koşulu, ✓ Hücre canlılığını ve stabilitesini devam ettirebilmeleri
Genomik Kriterler	**Metagenomik Değerlendirme**	✓ Potansiyel bir probiyotik suşun tanımlanması, ✓ Belirli bir genin tanımlanması, ✓ Gen klonlanması, ✓ Hayvan testi, ✓ Veri analizi,
	Metatranskriptomik Değerlendirme	✓ Potansiyel probiyotik gen tanımlanması ✓ Yol analizi, ✓ İşlevsel analiz,
	Metabolomik Değerlendirme	✓ Metabolit profilleri, ✓ Metabolitlerin fonksiyonel çalışmaları, ✓ Potansiyel probiyotik metabolitin tanınması, ✓ Türler içerisinde karşılaştırmalı çalışmalar

Probiyotik mikroorganizmalar çok çeşide sahip olmakla birlikte cins, tür ve suş ile tanımlanmaktadırlar. Pek çok çalışmada kullanılan *Lactobacillus rhamnosus GG* probiyotiğinde; Lactobacillus cinsini, rhamnosus türünü ve GG ise suşunu ifade etmektedir. Probiyotiğin tanımlaması için tam isminin kullanılması gerekmektedir.

Çünkü probiyotiğin tam ismi ile tüketici sağlık yararları ve güvenlik değerlendirmelerini açıklayan çalışmalarla belirli bir tür ilişkilendirebilmektedir. Ayrıca, bir suş için gösterilen sağlık yararları, aynı türden başka bir suş için belirlenemeyebilir, ancak zaman zaman farklı suşlar arasındaki ortak mekanizmalar benzer klinik sonuçlara yol açabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalar; *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsinden türler içermektedir. İnsanlarda probiyotik olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar arasında *E. coli*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacteroides*, *Bacillus*, *Propionibacterium* gibi bakteriler ve mayalardan *Saccharomyces boulardii* ve küflerden *Aspergillus niger* bulunmaktadır (Şekil 2.4). Son yıllarda, Avrupa Birliği'nde *Clostridium butyricum*'unda bu mikroorganizmalar arasında yer alabileceği bildirilmektedir. Sağlıklı insan deneklerinin farklı yerlerinden izole edilen yeni aday probiyotik türlerin tanımlanması için günümüzde araştırmalar devam etmektedir. "Yeni nesil probiyotikler" ile farmasötik ürünlerin geliştirilmesi planlanmaktadır (Sanders ve ark. 2018).

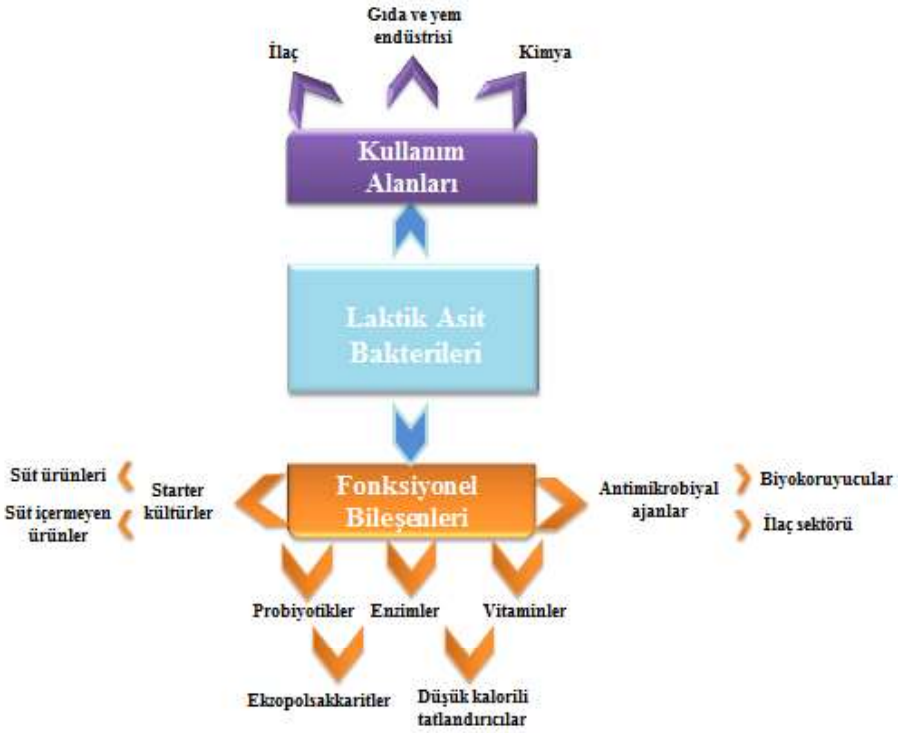


Şekil 2.4. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri

2.1.2. Laktik asit bakterileri (LAB)

Laktik asit bakterileri (LAB) içerisinde en büyük ve en çeşitli cins olan *Lactabacillus*'ların 120'den fazla tür ve 20'den fazla alt türü bulunmaktadır. *Lactobacillus* cinsleri çeşitli meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmalarının yanısıra

insan ve hayvanların gastro intestinal sistemleri ile ürogenital sistemlerinde kolonize olabilmektedirler. Bu mikroorganizmalar özellikle süt ürünleri (yoğurt ve peynir), fermente sebzeler (zeytin ve turşu), fermente et (salam, sosis) ve tahıl ürünlerinde starter kültür olarak kullanılmakta ve birçoğu da probiyotik olarak sınıflandırılmaktadırlar (Şekil 2.5). LAB'lerinin fermente ürünlerde kullanımlarının uzun bir geçmişe sahip olması, ABD Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından GRAS (genellikle güvenli olarak tanınan) olarak tanınmasına ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından Nitelikli Güvenilirlik Varsayımı (QPS (qualified presumption of safety) listesinde yer almasına neden olmuştur. LAB morfolojileri, glikoz fermantasyon yetenekleri, farklı sıcaklıklarda gelişme özellikleri, fermantasyon sonucu son üründe oluşturdukları laktik asit konfigürasyonları ve farklı karbonhidratları fermente edebilme özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar. LAB; *Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus, Aerococcus, Alloiococcus, Carnobacterium, Dolosigranulum, Enterococcus, Oenococcus, Tetragenococcus, Vagococcus* ve *Weissella* cinslerini içermektedir (Sun ve ark. 2015, EFSA 2016, Aryana ve Olson 2017, Hill ve ark. 2018).



Şekil 2.5. Laktik asit bakterilerinin kullanım alanları ve fonksiyonel bileşenleri (Florou-Paneri ve ark. 2012)

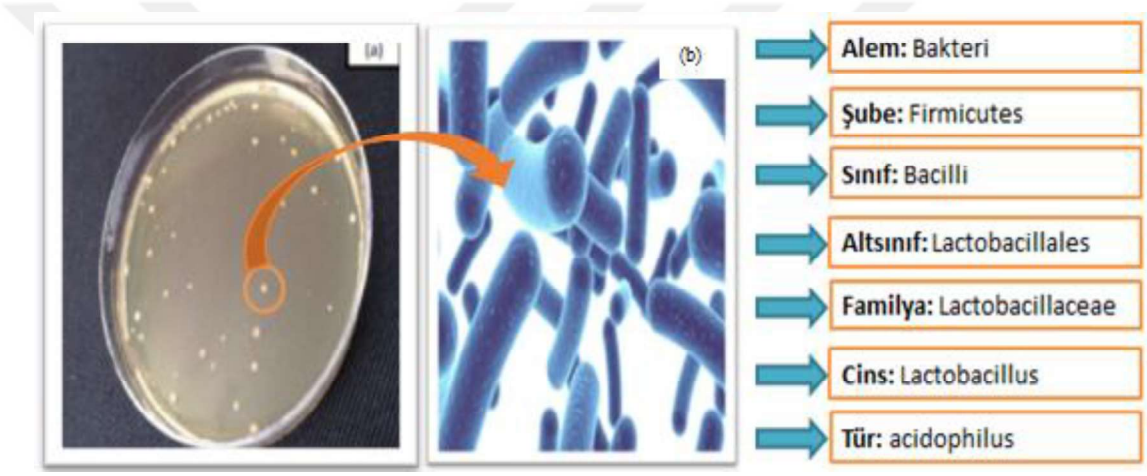
Lactobacillus adı "lacto" süt ve şekil itibari çubuk anlamına gelen "bacillus" kelimelerinden türetilmiştir. *Lactobacillus* cinsleri gram pozitif, kısa, uzun, ince çubuk ya da kokobasil şeklinde, fakültatif anaerobik ya da mikroaerofilik, spor oluşturmayan, sitokrom içermeyen, aside toleranslı, katalaz negatif, Guanin+Sitozin (G+C) oranı %50 mol'den az olan bakterilerdir. Gelişmeleri için karbonhidrat, amino asit, peptit, yağ asidi esterleri, tuz, nükleik asit türevleri, vitaminlere ihtiyaç duymaktadırlar. Gelişme sıcaklıkları 2-53ºC, pH'ları ise 3-8 arasında değişmektedir. Optimum gelişme sıcaklığı 30–40ºC ve pH'sı ise 5.5–6.2'dir (Goldstein ve ark. 2015, Huang ve ark. 2018).

Morfolojik özellikler, gram boyama ve biyokimyasal testler (karbonhidratların fermantasyonu, farklı sıcaklıklarda gelişme, tuz konsantrasyonu vb.) *Lactobacillus* cinslerinin sınıflandırılmasında kullanılan geleneksel yöntemlerdir. Fenotipik ve biyokimyasal özellikler açısından karbonhidrat fermantasyonu şekillerine göre *Lactobacillus* cinsleri 3 farklı grupta sınıflandırılmaktadırlar. Obligat zorunlu homofermantatif *Lactobacillus* türleri heksoz şekerleri glikoliz yolu ile fermente ederek son ürün olarak laktik asit oluşturmaktadırlar. Obligat heterofermantatif türler ise fermantasyonda 6-fosfo-glukonat/fosfoketolaz (6PG/PF) yolunu kullanarak son ürün olarak laktik asit ile birlikte CO_2 ve alkol de oluşturmaktadırlar. Üçüncü grup olan fakültatif heterofermantatif *Lactobacillus* türleri ise fermantasyonda heksozları glikolizis yolu ile pentozları ise 6-fosfo-glukonat/fosfoketolaz (6PG/PF) yolu ile fermente etmektedirler. Ayrıca süt ürünlerinden ve probiyotik kaynaklardan izole edilen *Lactobacillus* türlerinin taksonomik sınıflandırılmasında yağ asidi metil esteri ve hücre protein yapı analizleri de kullanılmaktadır. *Lactobacillus* içerisinde yer alan *Lb. fermentum, Lb. plantarum, Lb. casei* ve *Lb. rhamnosus* bağırsaktan; *Lb. antri, Lb. gastricus, Lb. kalixensis, Lb. reuteri* ve *Lb. ultunensis* mide mukozasından, *Lb. crispatus, Lb. gasseri, Lb. jensenii, Lb. vaginalis* ve *Lb. iners* vajinadan izole edilmiştir. *Lb. acidophilus* ise insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminde ve ağız boşluğunda doğal olarak yer almaktadır.

2.1.3. *Lactobacillus acidophilus*

Sütle beslenen bebeklerin dışkılarından izole edilen *Lb. acidophilus*, ilk zamanlarda intestinal laktobasilleri simgelemek için "*Bacillus acidophilus*", daha sonra ise Orla-Jensen (1919) tarafından *"Thermobacterium intestinale"* olarak adlandırılmıştır. Asitte

yaşayan anlamında *Lb. acidophilus* adı ise Hansen ve Mocquot (1970) tarafından önerilmiş olup halen kullanılmaktadır (Şekil 2.6). En önemli probiyotik türlerden biri olan *Lb. acidophilus*'un fenotipik olarak değerlendirilmesi zor olsa da, heterojenitesi, 1960'larda türlerin 4 farklı biyotipini öneren Lerche ve Reuter tarafından tanımlanmıştır. 1980 yılında rapor edilen DNA-DNA hibridizasyon çalışmaları, 6 farklı homoloji grubunun varlığını gösteren bu heterojenliği doğrulamıştır. Sonuç olarak, sadece *Lb. acidophilus* ile yüksek derecede DNA ilişkili olduğu gösterilen homoloji grubuna ait olan suşlar bu türde kalırken, daha önceleri *Lb. acidophilus* grubunda yer alan *Lb. amylovorus, Lb. gallinarum, Lb. crispatus, Lb. gasseri* ve *Lb. johnsonii*'nin yer aldığı diğer homoloji grubunun üyeleri ayrı olarak sınıflandırılmıştır.

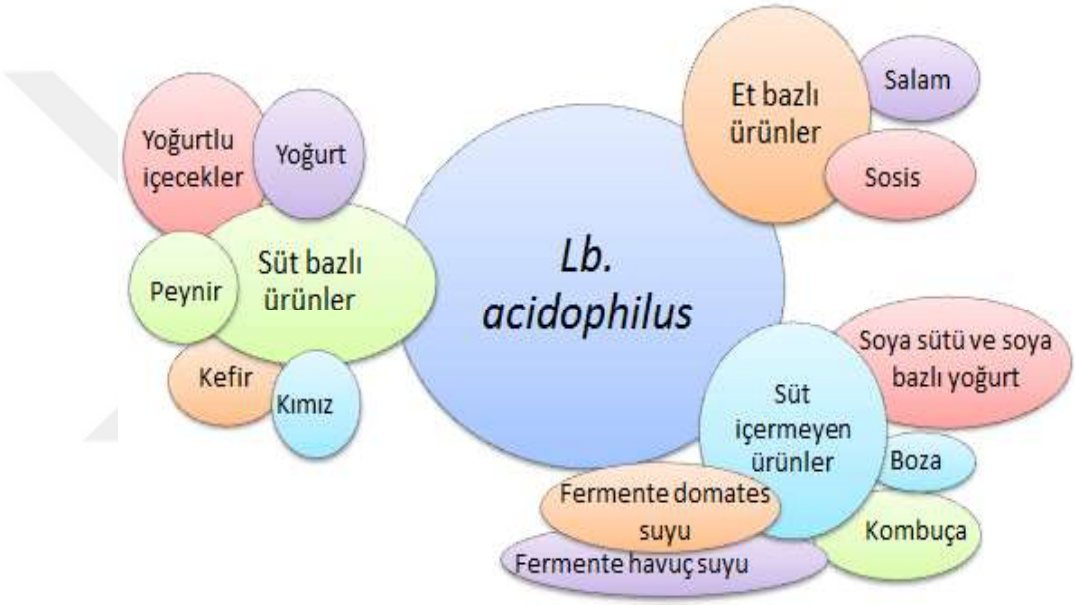


Şekil 2.6. *Lb. acidophilus*'un, mikroskopik görünümü ve taksonomik sınıflandırması

Lb. acidophilus, yaklaşık 2-10 µm boyutunda, çubuk morfolojisine sahip gram pozitif bir mikroorganizmadır. A grubunda sınıflandırılan bir homofermentatif anaerobik mikroorganizma olduğundan heksozları fermente etmek için glikoliz ya da EMP yolu kullanmakta olup D ile L-laktik asitleri, asetik asit ve H_2O_2 üretmektedir. Fruktoz, galaktoz, laktoz, sellobiyoz, amigdalin, maltoz, glikoz ve stakiyozu fermente ederek laktik asit oluşturabilmektedir. Oksijen toleransı en az olan fakültatif anaerob ya da mikroaerofilik *Lactobacillus* türüdür. Optimum gelişme sıcaklığı 37-42°C arasında olmakla birlikte 45ºC'de de gelişebilmektedir. Bu tür, pH 5.5-6.0 gibi hafif asitli ortamlarda en yüksek gelişme oranına ulaşmakta ve gelişme pH 4.0'ün altında azalmaktadır. DNA'daki G+C oranı %36.7'dir. Homofermentatif bir bakteri olup heksozları fermente etmek için glikoliz veya EMP yolunu kullanmaktadır ve %0.3-1.9

oranında D ve L-laktik asit üretebilmektedir. Riboflavin, B_6 vitamini, nikotinat, nikotinamid, biyotin ve folat gibi çoklu kofaktör ve vitaminleri sentezleyememektedir (Bull ve ark. 2013, Anjum ve ark. 2014).

Lb. acidophilus fermente süt ürünleri ile intestinal ve vajinal mikrobiyotada doğal olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, gastro intestinal sistemdeki stabilitesi ve adhezyon yeteneği gibi özellikleri suşa bağlı olarak değişmektedir. Son yıllarda besinlerin tadını iyileştirmek ve gıdaları daha faydalı bir şekilde tüketiciye sunmak amacıyla *Lb. acidophilus* içeren çok fazla ürün geliştirilmektedir (Şekil 2.7) (Zaheer ve ark. 2010).



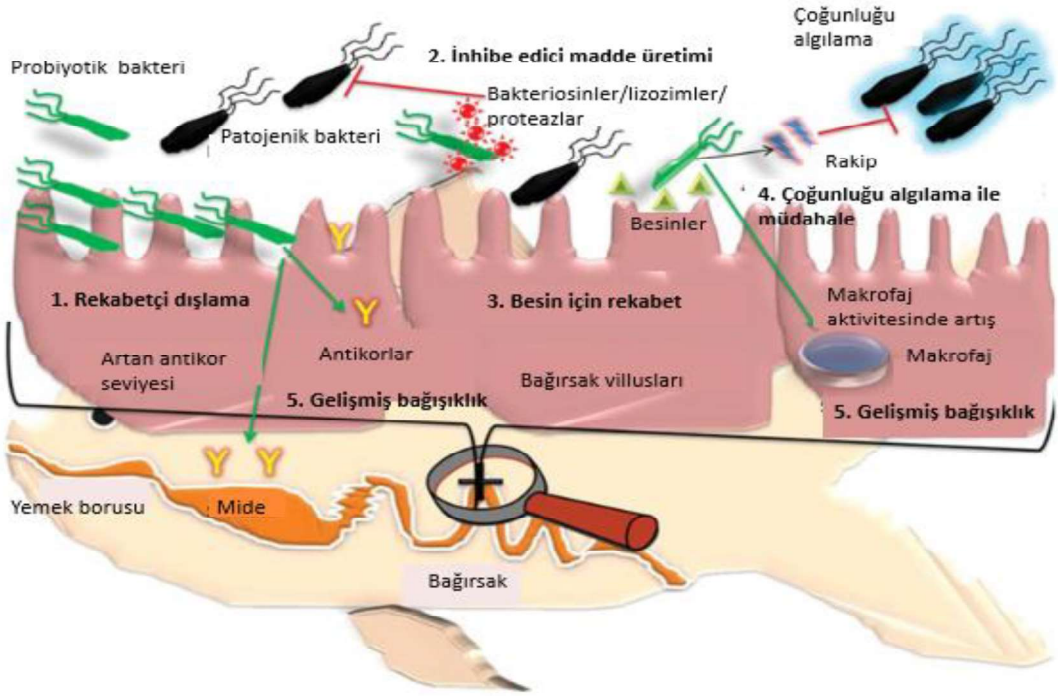
Şekil 2.7. *Lb. acidophilus* içeren gıdalar

Fermente süt ürünlerinde yaygın olarak tercih edilen *Lb. acidophilus* La-5, probiyotik bir suştur (Tabasco ve ark. 2009). Klinik çalışmalar ile intestinal floranın düzenlenmesi, seyahat diyarelerine karşı koruma, mide rahatsızlıklarını azaltma, immün modülasyon gibi belirlenen pek çok etkisi bulunmaktadır (Sanders ve Veld 1999). Günümüzde *Lb. acidophilus* La-5 suşu ile pek çok çalışma yapılmaktadır. Matias ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, *Lb. acidophilus* La-5 ve *Bifidobacterium animalis* Bb-12 bakterilerinin simüle edilmiş gastrointestinal (GI) koşullar altında canlılığı ve direncini araştırmışlardır. Bu probiyotik suşlarının in vitro ortamda, GI strese karşı direnç sağladıklarını belirlemişlerdir. Najarian ve ark. (2019), bağırsak lümeninde probiyotikler tarafından salınan proteinlerin enteropatojenlerin yapışmasını ya da kolonizasyonunu engelleyebileceği bilindiğinden *Lb. acidophilus* La-5 tarafından salgılanan biyoaktif

moleküllerin hücre kültüründeki *C. difficile* (*C. difficile* enfenksiyonu bir dizi toksin aracılı bağırsak hastalığıdır) toksinlerinin etkisini azaltıp azaltamayacağını araştırmışlardır. Sonuç olarak. *C. difficile* enfeksiyonu ve nükslerini önlemek ve tedavi etmek için potansiyel olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

2.1.4. Probiyotiklerin sağlık üzerine etkileri

Probiyotiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkisine dair yapılan bilimsel çalışmalarda, gastrointestinal enfeksiyonlar, antimikrobiyal aktivite, laktoz metabolizmasında düzelme, serum kolesterolünde azalma, bağışıklık sistemini stimüle etme, antimutajenik, antikanserojenik, antidiyaretik özellikler, inflamatuar bağırsak hastalığında iyileşme (ülseratif kolit ve crohn hastalığı), *Helicobacter pylori* bakterisinin eliminasyonu, alerjik rahatsızlıklar, obezite, insülin direnci sendromu, tip 2 diyabet, alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı, bağırsak mikrobiyotasını patojenlere karşı koruma, bebek ishalleri, idrar yolları iltihabı, osteoporoz, hiperkolesterolemi gibi birçok hastalığı önleyici ya da tedavi edici özellikleri ispatlanmıştır. Probiyotiklerin bağırsaktaki etki mekanizmaları Şekil 2.8'de gösterilmektedir (Chávarri ve ark. 2012, Akan ve Kınık 2015, Amil-Dias ve ark. 2017, Markowiak ve Slizewska, 2017, George Kerry ve ark. 2018, Wan ve ark. 2018, Galdeano ve ark. 2019).



Şekil 2.8. Probiyotiklerin etki mekanizması (Zorriehzahra ve ark. 2016)

Dünya Gastroenteroloji Organizasyonu'nun 2017 yılında probiyotikler ve prebiyotikler ile ilgili yayınladığı raporda belirtilen bu mikroorganizmaların klinik uygulamalarına ait veriler Çizelge 2.2'de verilmektedir (Guarner ve ark. 2017).

Çizelge 2.2. Probiyotik mikroorganizmaların klinik uygulamaları (Guarner ve ark. 2017)

HASTALIK	Mikroorganizma	Uygulanan Doz
Akut diyare	*Lb. paracasei B 21060, Lb. rhamnosus GG*	10^9 kob, günde iki kez
Antibiyotik Ilişkili Diyare	*Lb. casei DN114, Lb. bulgaricus* ve *S. thermophilus* içeren yogurt	$\geq 10^{10}$ kob günlük
	Lb. acidophilus CL1285 ve *Lb. casei* (Bio-K+ CL1285)	$\geq 10^{10}$ kob günlük
	Lb rhamnosus GG	10^{10} kob günde iki kez
	Lb. acidophilus NCFM, Lb. paracasei Lpc-37, B. lactis Bi-07, B. lactis Bl-04	$1x70^{10}$ kob
	B. bifidum W23, B. lactis W18, B. longum W51 E. faecium W54, Lb. acidophilus W37 ve *W55, Lb. paracasei W72, Lb. plantarum W62, Lb. rhamnosus W71, Lb. salivarius W24*	10^9 kob/g, günde iki kez 5 g
Clostridium difficile ile Ilişkili Diyarenin Önlenmesi	*Lb. acidophilus CL1285, Lb. casei LBC80R*	Günlük 5×10^{10} kob ve günlük $4–10\times10^{10}$ kob
	Lb. casei DN114, Lb. bulgaricus ve *S. thermophilus* içeren yoğurt	Günde iki kez $10^7–10^8$ kob
	Lb. rhamnosus HN001 + Lb. acidophilus NCFM	Günde bir kez 10^9 kob
	Lb. acidophilus + B. bifidum (Cultech suşları*)*	2×10^{10} kob, günde bir kez
Helicobacter phylori Eradikasyonun Adjuvan Tedavisi	*Lb. rhamnosus GG*	Günde iki kez 6×10^9 kob
	B. animalis subsp. *lactis (DSM15954), Lb. rhamnosus GG*	$10^8–10^{10}$ canlı bakteri günde iki kez
	Lb. reuteri DSM 17938	10^8 kobgünde üç kez
	Lb. acidophilus, Lb. bulgaricus, B. bifidum, S. thermophilus ve galaktooligosakkaritlerin karışımı	5×10^8-1×10^9 kob canlı hücreler, günde iki kez
	Saccharomyces boulardii CNCM I745	2-4 hafta süresince günde iki doz 500 mg
	Lb. casei DN-114 001 içeren fermente süt	14 gün süresince günlük 10^{10} kob
	Lb. reuteri DSM 17938 ve *LB. reuteri ATCC 6475*	1×10^8 kob her bir suşu, günde iki kez
Hepatik Ensefalopati	*Lb. plantarum, Lb. casei, Lb. acidophilus, Lb.bulgaricus, B. infantis, B. longum, B. breve* ve *S. thermophilus* suşlarını içeren karışım	1×10^8kob günde üç kez
	S. thermophilus, Lb. bulgaricus, Lb. acidophilus, Bifidobacterium, Lb. casei içeren yogurt	Günde 354.88 ml (12 oz)
Non-Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı	*Lb. acidophilus* La5 ve *B. lactis* Bb12 ile zenginleştirilmiş yoğurt (*Lb. bulgaricus* ve *S. thermophilus)*	Günlük 300 g
Irritabl Bağırsak Sendromu (IBS)	*B. bifidum MIMBb75*	1×10^9 kob günde bir kez
	Lb. plantarum 299v (DSM 9843)	5×10^7 kob günde bir kez
	Lb. rhamnosus NCIMB 30174, Lb. plantarum NCIMB 30173, Lb. acidophilus NCIMB 30175 ve	10 milyar bakteri

	E. faecium NCIMB 30176	
	Lb. lactis BB-12®, Lb. acidophilus LA-5®, Lb. bulgaricus LBY-27, S. thermophilus STY-31	4 milyar bakteri, günde iki kez
	B. infantis 35624	10^8 kob, günde bir kez
	S. thermophilus, Lb. bulgaricus ve *B. animalis DN-173 010* içeren fermente süt	10^{10} kob, günde iki kez
	Lb. acidophilus SDC 2012, 2013	10^{10} kob, günde bir kez
	Lb. rhamnosus GG, Lb. rhamnosus LC705, Propionibacterium shermanii JS DSM 7067, B. lactis Bb12 DSM 15954	10^{10} kob, günde bir kez
	Pediococcus acidilactici CECT 7483, Lb. plantarum CECT 7484, Lb. plantarum CECT 7485	3–6×10^9 kob / kapsül, günde bir kez
Kronik Fonksiyonel Kabızlık	*B. bifidum (KCTC 12199BP), B. lactis (KCTC 11904BP), B. longum (KCTC 12200BP), Lb. acidophilus (KCTC 11906BP), Lb. rhamnosus (KCTC 12202BP)* ve *S. thermophilus (KCTC 11870BP)*	Fonksiyonel kabızlık günde bir kez 2.5 x 10^8 canlı hücre
	Lb.reuteri DSM 17938	1×10^8kob günde iki kez
Komplike Olmayan Semptomatik Divertiküler Hastalık	*Lb. casei subsp. DG*	Günde 24 milyar canlı liyofilize bakteri
	Lb. paracasei B21060	Günlük 5 × 10^9 kob
Steroidsiz Iltihap Giderici Ağrı Kesici Kaynaklı İnce Bağırsak Yaralanması	*Lb. casei subs. Shirota*	45×10^8-6×10^9 kob, günde bir kez
IBD - Ülseratif Kolit Tedavisi	*Lb. plantarum, Lb. casei, Lb. acidophilus, Lb. bulgaricus, B. infantis, B. longum, B. breve* ve *S. thermophilus* suşlarını içeren karışım	Günde iki kez 1800 milyar bakteri
Laktoz Intoleransı	*Lb. bulgaricus* ve *S. thermophilus* kültürleriyle üretilen yogurt	Ürün gramı başına her suştan en az 10^8 kob
Sert Dışkı Oluşumunu Azaltma	*Lb. casei subs. Shirota*	Fermente sütte 6.5×10^9 kob, günde bir kez
Kreşlere Devam Eden Çocuklarda Enfeksiyonlar	*Lb. reuteri DSM 17938*	3 ay süre ile günde 1×10^8 kob
	Lb. casei DN-114 001 içeren fermente süt	Günde 1 kez 10^{10} kob
	Lb. casei Shirota içeren fermente süt	Günde 1 kez 10^{10} kob
Infantil Kolik-Tedavisi	*Lb. reuteri DSM 17938*	21 gün süre ile günde bir kez 10^8kob
Infantil Kolik-Önleme	*Lb. reuteri DSM 17938*	3 ay, günde bir kez 10^8 kob
	Lb. rhamnosus GG	Günde iki kez 10^{10}–10^{11} kob
Karın Ağrısı ile Ilişkili Fonksiyonel Gastrointestinal Bozukluklar	*Lb. plantarum, Lb. casei, Lb. acidophilus, Lb. bulgaricus, B. infantis, B. longum, B. breve* ve *S. thermophilus* suşlarını içeren karışım	1 poşet (4-11 yaş arası çocuklar için günde bir kez; 12-18 yaş arası çocuklar için günde iki kez)
	Lb. reuteri DSM 17938	4 hafta süre ile günlük 10^8 kob

2.1.5. Probiyotiklerin güvenilirliği

WHO ve FAO tarafından ortaklaşa yayımlanan rapora göre, probiyotikler sistemik enfeksiyonlar, zararlı metabolik faaliyetler, duyarlı bireylerde aşırı bağışıklık stimülasyonu, bakteriyel translokasyon ve antibiyotik direnci gibi farklı yan etkilere neden olabilmektedirler. WHO / FAO çalışma grubu, i) antibiyotik direncinin toksin üretiminin ve hemolitik potansiyelin test edilmesi gerektiğini, ii) D-laktat üretimi ve safra tuzunun dekonjugasyonu gibi metabolik aktivitelerin değerlendirilmesini, iii) yan etkileri değerlendirmek ve insan çalışmalarını yürütmek için yeni probiyotik suşlarının güvenlik açısından değerlendirilmesini, iv) ticari üreticilerin pazarda gözetim altında tutulmasını ve v) konakçıda probiyotik organizmanın etkisini belirlemek için immün sistemi baskılanmış hayvanlarda kullanımlarının incelenmesini önermiştir. Bu amaçla günümüzde DNA-DNA hibridizasyon 16 teknikleri veya 16S rRNA dizi analiz teknikleri kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Gelişmiş yöntemler kullanılarak taksonomik analizler sonucu tanıları doğru bir şekilde yapılmayan suşlar probiyotik olarak kesinlikle sınıflandırılmamalıdır (Doron ve Snydman 2015, Guarner ve ark. 2017).

2.1.6. Postbiyotikler

Postbiyotikler, “parabiyotikler”, “canlı olmayan probiyotikler”, “inaktif probiyotikler”, “metabiyotikler”, “biyojenikler” ya da “hayalet probiyotikler” olarak adlandırılmaktadır. Konakçıda doğrudan ya da dolaylı olarak biyolojik aktiviteye sahip olan, probiyotik mikroorganizma tarafından üretilen canlı olmayan mikrobiyal hücreler ya da metabolik yan ürünler olarak tanımlanmaktadırlar. Kısa zincirli yağ asitleri, enzimler, organik asitler (laktik asit), peptitler, teyikoik asit, peptidoglikan bazlı muro peptitler, endo ve ekzopolisakkaritler, hücre duvarı proteinleri, bakteriyosinler (asidofilin, bifidin, reuterin), vitaminler ve plasmalojenler postbiyotikleri oluşturmaktadır. Postbiyotiklerin immünomodülatör, antienflamatuar, antibakteriyel, antikarsinojenik ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğu ve çölyak hastalığının önlenmesinde de etkili olduğu bildirilmektedir. Bunun yanısıra gıdalarda biyokoruyucu özellik gösterdikleri de saptanmıştır (Tsilingiri ve Rescigno 2013, Sharma ve Shukla 2016, Aguilar-Toalá ve ark. 2018, Malashree ve ark. 2019).

2.1.7. Probiyotik taşıyıcısı olarak peynir

Küresel pazarda probiyotik ürün, "konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan mikroorganizmaları içeren gıdalar ya da çeşitli enzim, vitamin ve aroma bileşenleri ile takviye edilmiş direkt kapsül ya da tablet haline getirilmiş diyet destekleyicisi ürünler" olarak bulunmaktadır (Gatlin ve Peredo 2012, Hill ve ark. 2014, Anonim 2017a, Markowiak ve Ślízewska 2017). Probiyotik mikroorganizmalar gerek tablet olarak kullanıldığında gerekse süt ürünleri gibi gıda olarak tüketildiklerinde sağlık üzerine beklenen olumlu etkiyi gösterebilmeleri için dikkat edilmesi gereken bazı kriterlere sahip olmalıdır.

Bu kriterler:
i) mikroorganizmanın türü (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium* türleri ya da mayalar),
ii) günlük alınan mikrooganizma sayısı (10^7-10^{10} kob/g ya da mL),
iii) günlük tüketilme sıklığı (1 ya da daha fazla),
iv) tüketildiği zaman (yemek öncesi, yemekle birlikte ya da sonrası),
v) tüketme süresi (1 günden birkaç aya kadar),
vi) tüketilme şekli (kapsül, toz ya da gıdalar ile) ve
vii) gastrointestinal sistemde canlılığını devam ettirebilme kabiliyeti (Tompkins ve ark. 2011).

Türkiye'de probiyotik gıdalar hakkında yasal düzenlemeler "Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek 6" da belirtilmiş olup, probiyotik gıdanın içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda canlı mikroorganizma ($1x10^6$ kob/g ya da mL) içermesi gerektiği ifade edilmiştir (Anonim 2017b). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde ise toplam spesifik mikroorganizmanın en az 10^7 kob/g, etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma 10^6 kob/g olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2009). FDA probiyotik gıdalarda bakteri sayısının tüketim anında en az 10^6 kob/g ya da mL olmasını tavsiye etmektedir. Bazı araştırmacılar ürünlerin raf ömrü dikkate alındığında probiyotik etkinin görülebilmesi için gerekli miktarın en az 10^8-10^9 kob olması gerektiğini belirtirken, bu sayıya ulaşabilmek için günlük 100 gram probiyotik ürün tüketilmesini tavsiye etmektedirler (Karimi ve ark. 2011, Tripathi ve Giri 2014, Akan ve Kınık 2015).

İlaç kullanımına karşı olan ön yargılar, ilaç formunda hazırlanmış diyet destekleyicisi kapsül ve tabletlerin (dondurarak kurutulmuş canlı mikroorganizma preparatları) kullanımını sınırlamakta bu nedenle de dünya genelinde probiyotik mikroorganizmaları içeren fermente süt ürünlerine talep hızla artmaktadır. Piyasada fermente süt içeceği; yoğurt, kefir, dondurma, dondurulmuş tatlı, ekşitilmiş krema gibi probiyotik bakteri içeren çeşitli fermente süt ürünleri bulunmaktadır. Fermente süt ürünlerinde doğal olarak bulunan fonksiyonel özellikler, probiyotik etkili mikroorganizmaların kullanımıyla daha da artmaktadır (Taibi ve Comelli 2014, Yılmaz-Ersan ve Kurdal 2014, Reid 2016, Rakib ve ark. 2017).

Peynir, sütün proteolitik enzimler (peynir mayası) ya da zararsız organik asitlerin etkisi ile pıhtılaştırılması, peynir altı suyunun uzaklaştırılması, pıhtının şekillendirilmesi, tuzlanması, isteğe göre katkı maddeleri ilavesi ve çeşitli süre/sıcaklık/rutubet koşullarında olgunlaştırılması sonucunda üretilmektedir. Süt ürünleri içerisinde en önemli ürün grubunu oluşturan peynir, zengin besinsel bileşiminin yanı sıra hayvansal protein ihtiyacının karşılanması açısındanda günlük diyette yer almaktadır. Tarihsel gelişim sürecinde her toplum kendi örf, adet, bilgisine özgü ve yörenin şartlarına uygun farklı peynir çeşitleri üretmiş olduğundan, Dünyada 4000'den fazla Türkiye'de ise 100'den fazla peynir çeşidinin olduğu bildirilmektedir. Türkiye'de en fazla üretilen ve tüketilen peynir çeşidi olan Beyaz peynir, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (TEBLİĞ NO: 2015/6)'nde "*Hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir*" olarak tanımlanmaktadır. Yumuşak veya yarı yumuşak yapıda, tuzlu ve hafif asidik tadı olan ve salamurada olgunlaştırılan peynirler arasında en yaygını olan Beyaz peynir, Yunanistan'da "Feta", Bulgaristan'da "Bjalo Salamureno Sirene", Mısır'da "Domiati", Romanya'da "Teleme", İsrail'de "Brinza" ve Amerika'da "Ouesto Blancho" olarak adlandırılmaktadır (Özer ve Hayaloğlu 2011, Aras 2015, Anonim 2016).

Peynir, yoğurt ve benzeri ürünler ile karşılaştırıldığında probiyotiklerin insan gastro intestinal sistemine taşınmasında koruyucu matriks olarak avantajlı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Peynirin bu özellikleri; i) yüksek pH ve tamponlama kapasitesi,

ii) yüksek kuru madde, yağ ve besin elementi içeriği ve iii) daha düşük oksijen içeriği'dir. Peynirlerinin bu doğal özellikleri, depolama ve gastrointestinal geçiş sırasında karşılaşılan düşük pH koşullarından probiyotik organizmaları korumaktadır (Karimi ve ark. 2011, Linares ve ark. 2017, Tomar ve ark. 2018, Vasconcelos ve ark. 2019, Sameer ve ark. 2020). Ayrıca, probiyotik organizmanın peynir içine dâhil edilmesi, ürünlerin duyusal kalitesini de arttırmaktadır (Tomar ve ark. 2018, Sameer ve ark. 2020). Probiyotiklerin kullanımı; Cheddar, Gouda, Camembert, süzme, Beyaz-tuzlu ve geleneksel peynirler gibi peynir çeşitlerinde optimize edilmiştir (Araujo ve ark. 2012, Giraffa 2012, Martinovic ve ark. 2016, Oh ve ark. 2016, Linares ve ark. 2017).

Peynir üretiminde probiyotik bakteriler olarak *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsi suşlar kullanılmaktadır. Ayrıca, son zamanlarda yapılan çalışmalarda peynirlerde *Propionibacterium* cinsinin yanı sıra *Enterococcus* cinsine ait bakterilerin de probiyotik özellikler gösterdiği ispatlanmıştır. Probiyotik bakteriler, peynir üretimine starter kültür (sütte yeterli laktik asit üretme yeteneğine bağlı olarak) veya starter kültüre yardımcı olarak iki şekilde dahil edilebilmektedir. Probiyotik suşun seçimi, probiyotik peynirin başarılı bir şekilde üretilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Peynirdeki probiyotiklerin stabilitesini 3 temel faktör oluşturmaktadır: i) formülasyon faktörleri (probiyotik bakteri türleri ve mikrobiyal ilişkiler, pH ve titre edilebilir asitlik, hidrojen peroksit, moleküler oksijen, gelişmeyi teşvik edici bileşenler ve gıda katkı maddeleri, tuz, mikroenkapsülasyon ve olgunlaşma faktörleri), ii) süreç faktörleri (inkübasyon sıcaklığı, ısıl işlem, inokülasyon türleri ve depolama sıcaklığı) ve iii) ambalaj malzemeleri ve sistemleri (Karimi ve ark. 2011). Zamanla değişen karmaşık bir mikroorganizma kombinasyonu içeren peynirdeki probiyotiklerin canlılığı açısından, başlangıçta çok sayıda starter laktik asit bakterisi (SLAB) ve sonrasında ise olgunlaşma ile birlikte artan sayıda starter olmayan laktik asit bakterisi (NSLAB) önemli olmaktadır (Ross ve ark. 2002). Bu nedenle, fermente peynirdeki probiyotik bakterilerin canlılığı karmaşık bir olgudur. Genel olarak, probiyotik bakterilerin canlılıklarının, saklama sürelerinin sonunda bile farklı peynir türlerinde tatmin edici olduğu bildirilmiştir. Çoğu çalışmada, peynirlerde depolama süresi sonunda canlı probiyotik bakteri sayısı $>10^6$ kob / g, $>10^7$ kob / g ve birçoğunda $>10^8$ kob / g olarak tespit edilmiştir. Birçok çalışmada, probiyotik bakterilerde depolama süresi boyunca ihmal edilebilir bir azalma (1 log döngü kaybından daha az) saptanmıştır. Bazı çalışmalarda ise bakteri sayısında azalmanın aksine canlılığın

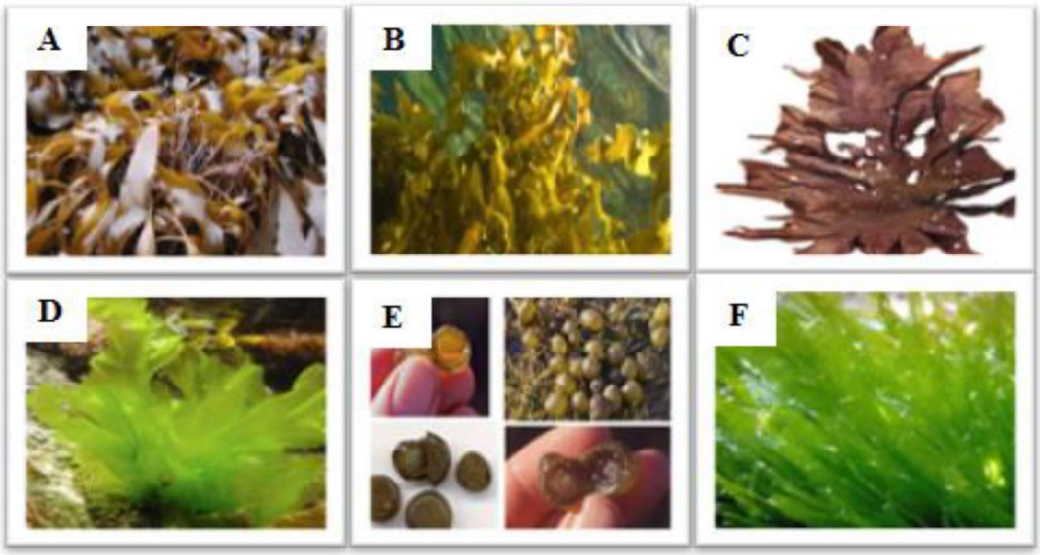
korunarak mikroorganizma sayısının artış gösterdiği belirlenmiştir (Karimi ve ark. 2011). Çeşitli peynirlere ilave edilmiş probiyotiklerin canlılığının incelendiği çalışmalarda, probiyotik peynirlerin geliştirilmesinde, probiyotiklerin tüketim zamanına kadar ürünün raf ömrü süresince duyusal kabul, kimyasal stabilite ve mikrobiyolojik koşullar dahil olmak üzere tüm kalite faktörleri ile endüstriyel üretimde teknolojik kriterlerinin önemli rol oynadığı görülmektedir. Ancak bunun yanı sıra tüketiciye sunulan fiyatı da önem taşımaktadır (Boylston ve ark. 2004, Grattepanche ve ark. 2008, Cruz ve ark. 2009, Karimi ve ark. 2011).

2.2. Algler

Su yosunları olarak da bilinen algler, fotosentez yapabilme özellikleri nedeni ile bitkilere benzetilmekte ancak fotosentez ürünlerini farklı şekilde nişasta olarak depolamaları, klorofil-c ile bitkilerde bulunmayan başka pigment maddeleri içermeleri, vasküler sistemleri, kökleri olmaması ve embriyo oluşturamama gibi özellikleri ile bitkilerden farklılık göstermektedirler. Alglerin çoğunluğu okyanuslar, nehirler, tatlı su gölleri, çaylar, dereler, kutup gölleri, su birikintilerinde; bir kısmı da karada, nemli toprakta, likende ya da kara bitkilerinin yüzeylerinde yaşayabilmektedirler. Ayrıca buzla kaplı alanlarda, 70^{o}C veya daha yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında, çok tuzlu su ortamlarında, düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altındaki göl ve deniz ortamlarında kısaca fotosentez yapmak için ışık bulabildikleri her yerde algler yaşayabilmektedirler (Aktar ve Cebe 2010).

Algler, doğal ortamlarına benzerlik gösteren (ışık ve sıcaklık gibi) kültür ortamlarında kolaylıkla geliştirilebilmektedir. Alglerin geliştirilebilmesi için gereken parametreler; besin miktarı ve kalitesi, ışık, pH, tuz oranı ve sıcaklıktır (Andersen 2005, Barsanti 2006, Yakhdansaz 2015). Bununla birlikte en sık kullanılan ışık şiddeti 100 ile 200 µE sec^{-1} m^{-2} arasında olmaktadır ki bu değerler yaklaşık %5-10 tam gün ışığına (2000 µE sec^{-1} m^{-2}) karşılık gelmektedir. Genellikle alg türleri için optimum pH 7 ve 9 arasıdır. Alg üretimi için optimum tuzluluk değeri 20-24 g L^{-1} arasındadır. Uygun olmayan koşullar kültürün tamamen çökmesine, hücresel bozulmalara yol açabilmektedir. Ayrıca alglerin tabakalaşma ve çökmesini önlemek, homojen bir şekilde ışık ve besin almalarını sağlamak için çalkalama işlemi ile hava almalarını sağlamak önemlidir. Çalkalama ile hücresel bozulmalara da engel olunmaktadır (Barsanti 2006, Yakhdansaz 2015). Çin,

Japonya, Güney Kore ve diğer Güneydoğu Asya ülkelerinde yenilebilir algler önemli bir besin maddesi olarak görülmektedir (Rupérez 2002, Gomez-Gutierrez ve ark. 2011, Wang ve ark. 2019). Yetiştirilen ve tüketilen başlıca çeşitler; *Laminaria japonica, Undaria pinnatifida, Porphyra purpurea, Ulva lactuca* ve *Nostoc sphaeroid*'lerdir. Bazı yenilebilir algler, Şekil 2.9'da gösterilmektedir. Günümüzde, yenilebilir algler, Batı ülkelerinde besin bileşikleri bakımından zengin ve doğal bir gıda olarak tanıtılmaktadır.



Şekil 2.9. Bazı yenilebilir algler (A=*Laminaria japonica*, B=*Undaria pinnatifida*, C=*Porphyra purpurea*, D=*Ulva lactuca*, E=*Nostoc sphaeroid*, F= *Enteromorpha intestinalis*)

2.2.1. Alglerin morfolojik özellikleri ve sınıflandırılması

Morfolojik olarak tek hücreli, koloni, ipliksi ve dallanmış gibi farklı şekillerde olabilen algler, simbiyotik ya da parazitik hayat sürmektedirler. Boyutları 3 µm'den 70 cm'ye kadar farklılık gösterebilmekte olup gün içerisinde 50 cm'ye kadar büyüme gösteren alg türleri de bulunmaktadır. Farklı alg grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında sitolojik, morfolojik, biyokimyasal özellikleri, üreme şekli ve hayat devirleri yönünden aralarında farklılıkların olduğu bildirilmektedir. Algler vejetatif üreme, eşeyli ve eşeysiz üreme olarak üç farklı üreme sistemine sahiptirler. Bunlar içinde en yaygın olanı vejetatif üremedir. Bazı türlerde ise hücreler büyüyerek koloni oluşturmakta ve daha sonra normal büyüme sonucu bölünmektedirler. Algler, yapısal olarak (boyutlarına göre) gelişmiş hücre tipi olan "ökaryotik" ve basit yapılı hücre tipi olan "prokaryotik" olarak 2 grupta sınıflandırılmaktadırlar (Çizelge 2.3). Ayrıca taksonomik sınıflandırmaya göre

"Mikroalg" ve "Makroalg" olarak ayrılmaktadırlar. Makroalgler gözle ayırt edilebilen boyutlarda iken (minimum 2 cm) mikroalgler ise gözle görülemeyen mikroskobik boyuttadır (µm) (Christaki ve ark. 2013, Rodriguez ve ark. 2017, Ejike ve ark. 2017). Mikroalgler, çapı 2 µm'den küçük, prokaryotik ya da ökaryotik, fotosentez yapabilen, tatlı ve tuzlu su ortamlarında yaşayabilen mikroskobik canlılar olup hücre yapılarına, pigmentlerine ve yaşam döngülerine göre farklılık göstermektedir. Yeşil algler (Chlorophyceae), mavi-yeşil algler (cyanopyta), diatomlar (Bacillariophyceae) en önemli mikroalglerdendir. Makroalgler ise pigmentlerine göre yeşil deniz yosunu (Chlorophyceae), kırmızı deniz yosunu (Rhodophyceae), kahverengi deniz yosunu (Phaeophyceae) olmak üzere üç farklı grupta sınıflandırılmaktadır (Demirbaş 2010, Aktar ve Cebe 2010, Lam ve Lee 2011, Sankaran ve ark. 2018).

Çizelge 2.3. Farklı alg gruplarının sınıflandırması (Yakhdansaz 2015)

Alem (kingdom)	**Bölüm (division)**	**Sınıf (class)**
Prokaryot	*Cyanophyta* *Prochlorophyta*	*Cyanophyceae* *Prochlorophyceae*
Ökaryot	*Glaucophyta* *Rhodophyta* *Heterokontophyta* *Haptophyta* *Cryptophyta* *Dinophyta* *Euglenophyta* *Chlorarachniophyta* *Chlorophyta*	*Glaucophyceae* *Bangiophyceae* *Florideophyceae* *Chrysophyceae Xanthophyceae* *Eustigmatophyceae* *Bacillariophyceae* *Raphidophyceae* *Dictyochophyceae* *Phaeophyceae* *Haptophyceae* *Cryptophyceae* *Dinophyceae* *Euglenophyceae* *Chlorarachniophyceae* *Prasinophyceae Chlorophyceae* *Ulvophyceae* *Cladophorophyceae* *Bryopsidophyceae* *Zygnematophyceae* *Trentepohliophyceae* *Klebsormidiophyceæ* *Charophyceae* *Dasycladophyceae*

2.2.2. Alglerin tarihteki yeri

Makroalg kullanımı ile ilgili ilk bilgiler M.Ö. 2700'lü yıllarda Çinli Shen-Nung'un "Materia Medica" adlı eserinde eski medeniyetlerde Yunanlı Dioscorides'in algleri ilaç olarak kullandığından bahsetmesi ile elde edilmiştir. Daha sonraları Romalılar ve Mısırlılarda kozmetik amaçlı, Uzak Doğu ülkelerinde gıda amaçlı, Avrupa ülkelerinde ise gübre olarak kullanıldığı bilinmektedir. Mikroalglerin ise II. Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan kıtlık sebebi ile 1948 yılında Standford (ABD), Essen (Almanya) ve Tokya'da (Japonya) kullanılmaya başlandığı görülmüştür (Becker 2007, Yüksel 2018).

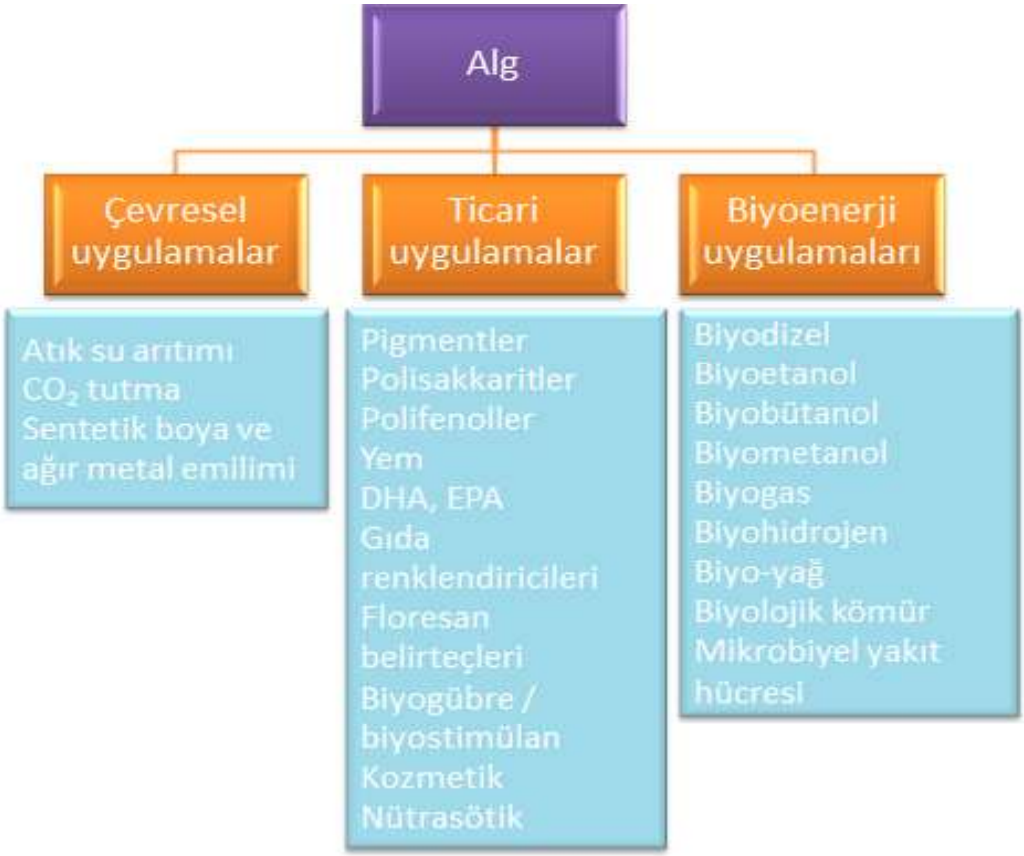
İlk tek hücreli algal kültür 1890'da *Chlorella vulgaris* ile gerçekleştirilmiş olup 1900'lü yılların başında bitki fizyolojisi çalışmalarında kullanılmıştır. 1950'de algal araştırmalar hız kazanmış olup fazla miktarlarda mikroalg üretilmeye başlanmıştır. Ticari olarak üretimlerine ise 1960'da Japonya'da *Chlorella* cinsi ile başlanmış ve günümüze kadar çok farklı türlerin üretimi gerçekleşmiştir. 1980 yılında sadece Asya'da başta *Chlorella* olmak üzere aylık 1 ton mikroalg üretilmiştir (Şekil 2.10) (Pulz ve Gross 2004, Yüksel 2018).

2.2.3. Alglerin kullanım alanları ve kimyasal bileşimi

İlk olarak Roma döneminde kozmetik endüstrisinde renk maddesi olarak kullanıldığı bilinen algler, nüfusu oldukça fazla olan Uzak Doğu ülkelerinde yüzyıllardan beri önemli bir gıda kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bugüne kadar Avrupa ve Amerika'da algler doğrudan gıda olarak tüketilmemekle birlikte biyokimyasal ve teknolojik araştırmalar için pek çok alanda yer almaktadır (Aktar ve Cebe 2010).

Çağımızda yaklaşık 221 ticari algin %65'i insan gıdası olarak kalanları ise biyoteknoloji, tıp, eczacılık, tarım, kozmetik, kimya endüstrisi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır (Zemke-White ve Ohno 1999, Özdemir ve Erkmen 2013, Oğur 2016). Alg bileşenleri, endüstriyel olarak önemli yan ürünlerin ya da bilimsel araştırmaların sürdürülebilirliği için yüksek değerli ürünlerin elde edilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Şekil 2.11) (Sudhakar ve ark. 2019).

Şekil 2.10. Alglerin tarihteki yeri



Şekil 2.11. Çeşitli uygulamalar için alg kullanımı (Sudhakar ve ark. 2019)

Algler deniz ve tatlı su ekosisteminde primer üretici canlılar olarak; içerdikleri asit, alkaloit, amin, selüloz, enzim, glikozit, iz elementler (Ga, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Ca, Cr, B, Na, Mg, Al, F, K) ve inorganik mineraller, lipitler, steroller, steroitler, yağ asitleri, fenolik bileşenler (şikimik asit, şikimat, fenilpropanoit, fenolik asit, kumarin, lignan, flavonoit, antosiyanin, tanen, kinon), fitohormonlar (öksin, giberellin), pigmentler, protein, peptit, aminoasit, vitaminler (C, B_{12}, H, folik asit, nikotinik asit, pantotenik asit, B_1, B_2, E, K) ve uçucu bileşenler (asetik, akrilik, bütirik, formik, miristik, palmitik asit, aldehit, alkol, terpen ve fenoller) ile oldukça önemli bir yere sahiptirler (Aktar ve Cebe 2010, Al-Saif ve ark. 2014).

Yenilebilir algler esas olarak protein, karbonhidrat ve mineral içermektedir (Rupérez 2002). Bunlar arasında kahverengi algler (*Undaria pinnatifida* ve *Porphyra purpurea*) yüksek protein içeriğine sahiptir. Araştırmalar, yenilebilir alglerdeki protein içeriğinin %60-80 kadar yüksek olabileceğini göstermiştir (Wells ve ark. 2017). Yüksek protein içeriği ile birlikte yenilebilir algler düşük kalorili ve az yağlı yiyecekler olup linoleik asit

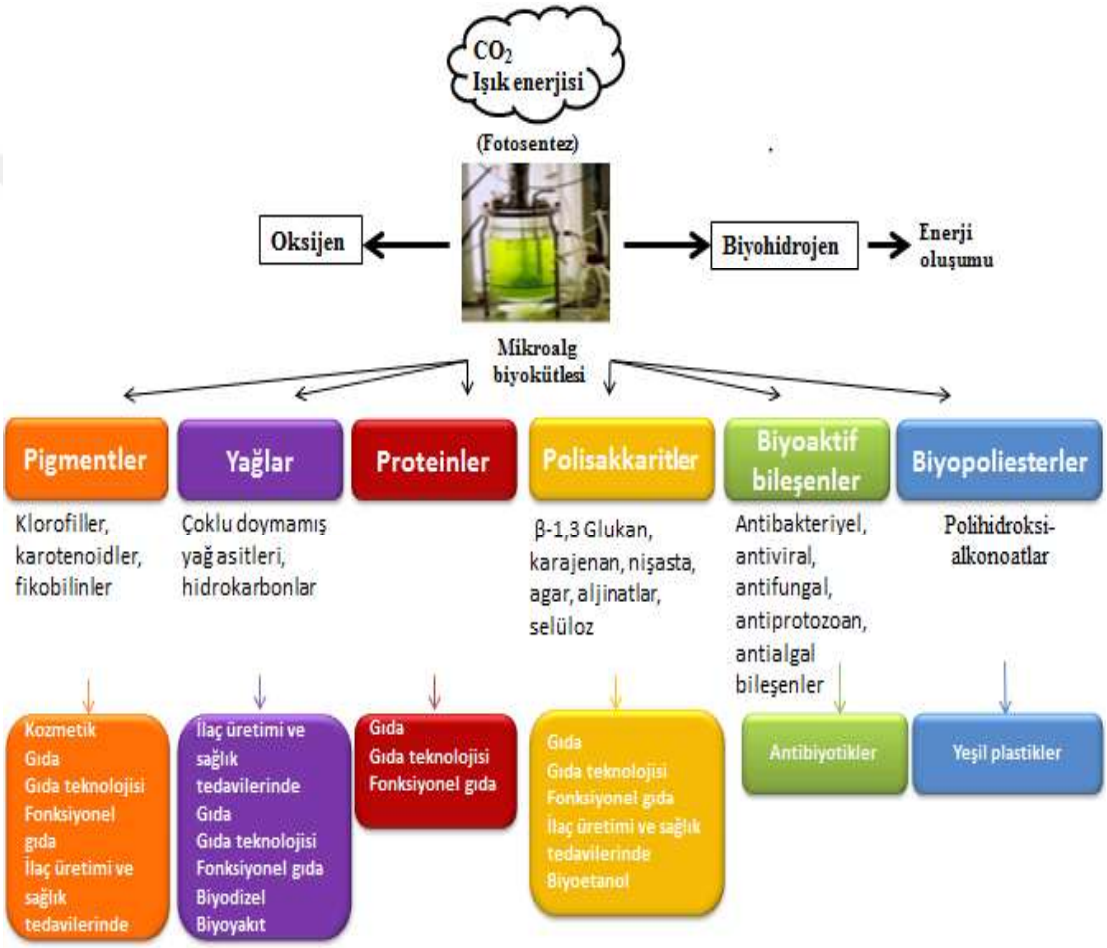
ve linolenik asit gibi bazı esansiyel yağ asitlerini içermektedirler (Smit 2004). Goñi ve ark. (2002), yenilebilir alglerin iyi bir diyet lifi kaynağı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yenilebilir alglerin, vejeteryanların sağlığı için önemli olan çeşitli mineral ve vitaminleri de içerdiği belirlenmiştir (Watanabe ve ark. 2002, Smit 2004).

Sülfatlanmış polisakkaritlerin bolca yer aldığı makroalglerin polisakkarit çeşitleri, taksonomik sınıflandırmaya göre değişmektedir. Zengin hidroksil (OH) grupları nedeni ile hidrofilik özellik gösteren makroalg polisakkaritleri, zincir içi H-ağları oluşturması nedeni ile kıvam arttırıcı olarak ve yapılarının düzenli olması sonucu dış iyonlar ve zincirler arası H bağı ile etkileşimleri nedeni ile jelleştirici olarak kullanılmaktadırlar. Makroalglerden karagenan, aljinat da dâhil olmak üzere değişik karbonhidratlar ekstrakte edilmekte olup gıda ve ilaç sanayinde fonksiyonel bileşenler olarak kullanılmaktadırlar (O'Sullivan ve ark. 2010, Gupta ve ark. 2017).

Yeni tekniklerin kullanımı ile düşük bütçeli olarak endüstriyel ortamda prebiyotik üretimi oldukça zordur. En yaygın prebiyotiklerden biri olan oligosakkaritler, ucuz hammaddelerin (sükroz, laktoz ve bitki türevleri gibi) enzimatik işlemlerden geçirilmesi ile elde edilmektedir. Ancak bu yöntemlerde verimin oldukça düşük olması üretim için harcanan maliyeti arttırmaktadır. Son yıllarda alglerin *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi bakterilerin gelişmesini desteklediği saptanmış olup, prebiyotik bileşenler için alternatif bir kaynak olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir (Panesar ve ark. 2006, Figueroa González ve ark. 2011, Gupta ve ark. 2017). Gıda ve farmakoloji endüstrisinde kullanılan prebiyotik potansiyele sahip bazı alg türleri (*S. platensis*, *Chlorella* türleri, *Tetraselmis* türleri, *Dunaliella salina*, *Scenedesmus* türleri, *Chlorococcum* türleri, *Cylindrospermum* türleri) bulunmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarla; *S. platensis*, *Chlorococcum*, *D. salina*, *S. magnus*, *Chlorella* algal ekstraktlarından elde edilen sulu alg ekstraktlarının potansiyel prebiyotik kaynaklar olduğu tespit edilmiştir. Özellikle *S. platensis*'in; *Lb. lactis, B. longum ve Lb. bulgaricus'*un gelişmesinde diğer alg türlerine göre daha fazla stimulator etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Alglerin prebiyotik özelliklerinin bileşimlerinde yer alan ksiloz ve galaktozdan kaynaklandığı saptanmıştır (Gourbeyre ve ark. 2011, Gupta ve ark. 2017).

2.3. Mikroalgler

Mikroalgler, ökaryotik hücrelerden oluşmakta olup, Protista aleminde sınıflandırılmaktadırlar. Mikroalg hücreleri; hücre duvarı, plazmatik membran, sitoplazma, çekirdek, mitokondri, lizozom ve golgi gibi organelleri içermektedir. Mikroalgler; pigmentler gibi yüksek katma değerli bileşiklerin elde edilmesinde, gıda endüstrisinde proteince zengin gıda üretiminde, yem üretiminde, atık arıtımında kullanılmaktadırlar (Şekil 2.12) (Taher ve ark. 2011).



Şekil 2.12. Mikroalgler tarafından sentezlenen ürünler ve kullanım alanları (Koller ve ark. 2014)

2.3.1. Mikroalglerin bileşimi ve terapötik etkileri

Mikroalgler; protein, karbonhidrat (özellikle β glukan), yağ asitleri [eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi omega-3 yağ asitleri ve gamma linoleik asit (GLA) gibi omega-6 yağ asitleri], vitamin, mineral, pigmentler (β karoten, astaksantin,

allofikosiyanin, c-fikosiyanin, miksoksantofil, zeaksantin, vb.) ve önemli biyoaktif bileşikleri içermektedirler. Kuru biyokütle ağırlıklarına göre ise yaklaşık %50 protein ve karbonhidrat, %40 yağ içerebilmektedirler. Ticari olarak kullanılan en önemli mikroalg türleri *Isochrysis*, *Dunaliella*, *Chaetoceros*, *Chlorella* ve *Spirulina*'dır ve bir gıda maddesi olarak kullanımı uygun olan birkaç mikroalg türünün biyokütle profili Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Bazı mikroalg türlerinin yaklaşık biyokütle bileşimi (Bernaerts ve ark. 2019)

Mikroalg	Protein(%KM)	Karbonhidrat(%KM)	Yağ (%KM)
Diacronema vlkianum	24-39	15-31	18-39
Dunaliella sp.	27-57	14-41	6-22
Haematococcus pluvialis	10-52	34	15-40
Isochrysis galbana	12-40	13-48	17-36
Nannochloropsis sp.	18-47	7-40	7-48
Odontella aurita	9-28	30-54	13-20

Arthrospira platensis (Spirulina), *Dunaliella* spp. ve *Porphyridium cruentum* gibi bazı mikroalgler, düşük lipit içeriğine (<% 20) sahipken; *Haematococcus pluvialis, Isochrysis galbana* ve *Phaeodactylum tricornutum* gibi çoğu mikroalg türü önemli lipit fraksiyonuna (~%15-40) sahiptir. *Schizochytrium* spp. ve bazı *Nannochloropsis* türlerinin suşları, lipidce zengin (>% 40) mikroalglere örnek gösterilebilmektedir. Genel olarak, mikroalgal biyokütlenin lipit içeriği ne kadar yüksek ise yapısal biyopolimerleri (proteinler ve karbonhidratlar miktarı) de o kadar düşük olmaktadır (Bernaerts ve ark. 2019).

Birçok mikroalg türü yüksek protein içeriğine sahip olmasına rağmen, *Chlorella vulgaris* ve *Arthrospira platensis* en yaygın protein kaynakları olarak üretilmektedir (Pulz ve Gross, 2004). Mikroalgal proteinler köpürme ve emülsiyonlaştırma özellikleri gibi protein yüzeyi ile ilgili faydalı özellikler gösterebilmektedir. Ursu ve ark. (2014) *Chlorella vulgaris* proteinlerinin ve Schwenzfeier ve ark. (2013) *Tetraselmis* spp.'den elde edilen protein izolatlarının emülsifiye etme kapasitesini araştırmışlar ve bu izolatların ticari emülsifiye edici bileşenler ile rekabet edebildiklerini bildirmişlerdir.

Mikroalgler, zengin besin içeriğinin yanı sıra ekosisteme de çok önemli katkıları bulunmaktadır. Bu katkılar, i) atmosferdeki CO_2'in büyük bir kısmını sabitlemeleri, ii) atmosferdeki oksijenin yaklaşık %40-50'sine katkıda bulunmaları, iii) fotosentez yoluyla üretilen küresel biyokütlenin yalnızca %0.2'sini oluşturmalarına rağmen küresel sabitlenmiş organik karbonun yaklaşık %50'sini sağlamalarıdır (El-Sheekh ve ark. 2006, Darzins ve ark. 2010, Demirbaş 2010, Aktar ve Cebe 2010, Lam ve Lee 2011, Priyadarshani ve Rath 2012, Sankaran ve ark. 2018).

Pigment gibi ticari önemi olan kimyasalların elde edilmesi açısından da önemli canlılardan olan mikroalgler (*Chlorella, Dunaliella* ve *Spirulina* gibi), genel olarak hücre kuru ağırlığının %0.5-1.5'i kadar klorofil, %0.1-0.2'si kadar karotenoid ve %14-20'si kadar fikobiliprotein gibi pigmentleri sentezleyebilmektedirler. Yalnız *Dunaliella* türü kuru ağırlığının yaklaşık %14'ü kadar β-karoten sentezleyebilmektedir. Alglerden ticari olarak; β-karoten (*Dunaliella salina* ve *Scenedesmus acutus*), fikosiyanin (*Spirulina*), astaksantin (*Haematococcus pluvialis*), ksantofil (*Nannochloropsis oculata*) lutein (*Muriellopsis*) ve fikoeritrin (*Porphyridium cruentum*) üretilebilmektedir (Kavas ve Kavas 2009; Raposo ve ark. 2013; Aksay ve Arslan 2018). Karotenoidler, farklı fizyolojik roller oynayan 600'den fazla doğal pigmentten oluşan zengin renkli moleküller olmalarının yanı sıra nutrasötik öneme de sahiptirler. Tahılla beslenen sığırların sağlığını ve verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan β-karoten, ayrıca gıdalarda da gıda boyası olarak değerlendirilmektedir. Güçlü bir antioksidan ve antienflamatuar aktiviteye sahip olduğu bilinen astaksantin; protein bozulması, makula dejenerasyonu (sarı nokta hastalığı), eklem iltihabı, kardiyovasküler hastalıklar ve parkinson gibi nörolojik dejenerasyon hastalıklarının gelişmesini önleyebilmekte ya da tedavide olumlu etkide bulunabilmektedir. Fikobiliproteinler (phycobiliprotein), mavi yeşil alglerde ve bazı kırmızı alglerde bulunan fotosentetik pigment fikobilinlerine bağlı hidrofilik proteinlerdir. Günümüzde *Spirulina*'nın ekstraksiyonu ile elde edilen fikosiyanin, doğal renk maddesi, kozmetik, floresan ajanı (belirteci) gibi birçok alanda kullanılmakla birlikte nutrasötik olarak antioksidan, antienflamatuar, nöroprotektif (sinir koruyucu) ya da hepatoprotektif (karaciğer koruyucu) olarak kullanılmaktadır (Garcia ve ark. 2018).

Mikroalgler, gıda endüstrisinde koyulaştırıcı ve jelleştirici katkı maddeleri olarak da kullanılan yapısal olarak farklı ekzopolisakkaritlerin de kaynağıdırlar. Ekzopolisakkaritlerin antioksidan, antitümör, antihiperlipidemik, antibakteriyel ve kan sulandırıcı gibi çoklu ilaç aktivitelere sahip olduğu tespit edilmiştir. Mikroalglerden elde edilebilen başka bir biyoaktif bileşen olan steroller, LDL kolesterolü azaltma ve kardiyovasküler sağlığı iyileştirme özellikleri göstermektedirler (Luo ve ark. 2015). Ayrıca steroller antienflamatuar, antiaterojenik (damar içi duvarında daralmayı önleyen), antikanser ve antioksidatif etkiler göstermekte ve otoimmün ansefalomiyelit (beyin-omurilik yangısı), amyotrofik lateral skleroz (ilerleyici bir sinir sistemi hastalığı) veya Alzheimer hastalığı gibi sinir sistemi bozukluklarına karşı koruma sağlayabilmektedir. Birçok popüler meyve ve sebzeye benzer veya daha yüksek toplam fenolik içeriğine sahip mikroalgler; antioksidan, antienflamatuar, antimikrobiyal özellik göstermekte olup, bazı kanserlerin gelişmesini azaltmakta, kardiyovasküler ile nörodejeneratif hastalıkları ve diyabet risklerini en aza indirmektedir (Plaza ve ark. 2010, de Morais ve ark. 2015, Garcia ve ark. 2018). Mikroalglerin besin içerikleri ve terapötik etkileri Şekil 2.13'te gösterilmiştir.

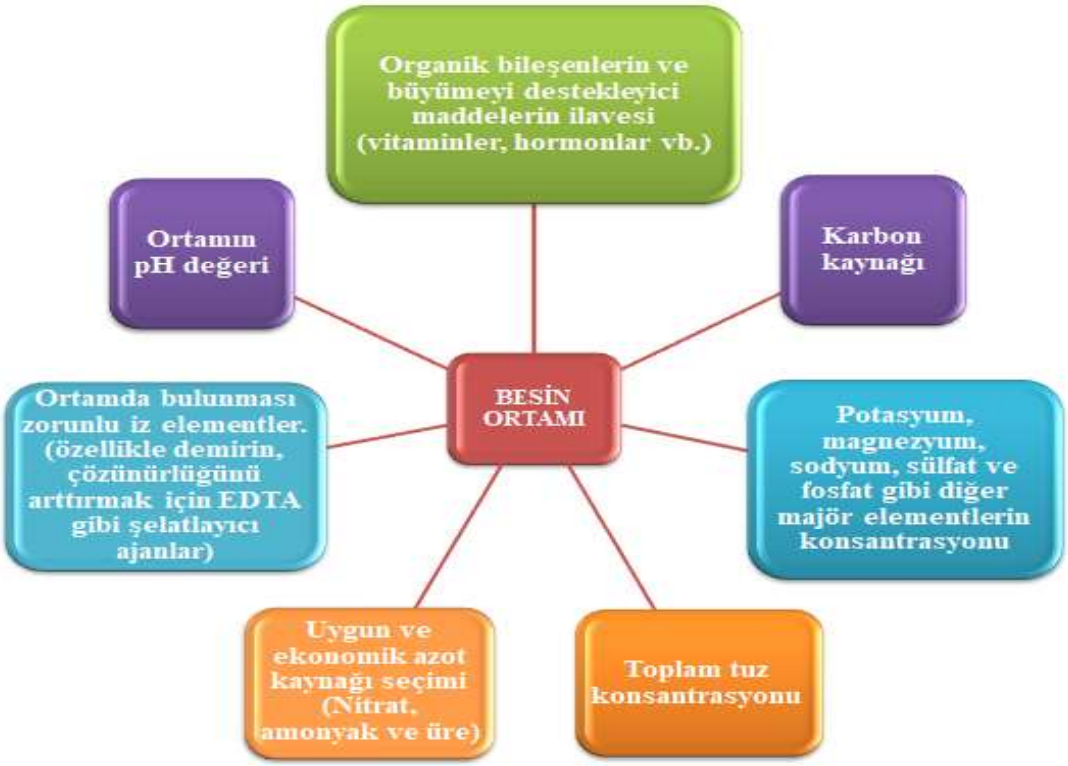
Şekil 2.13. Mikroalglerin besin içerikleri ve terapötik etkileri (Beheshtipour ve ark. 2013)

2.3.2. Mikroalg üretimine etki eden parametreler

Mikroalgler gelişebilmeleri ve çoğalabilmeleri için sıcaklık, ışık, tuz, karbon, azot, fosfor ve silikon gibi besin elementlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Çizelge 2.5'te mikroalglerin gelişebileceği parametre değerleri yer almaktadır. Besin sınırlaması, mikroalglerin biyokütle bileşimini yönlendirmek için yaygın bir stratejidir. Bir besin çoğalma ortamından sınırlanır ya da çıkarılırsa mikroalgler hücre yaşamı için metabolik yollarını değiştirmektedir (Hu 2004). Ototrofik mikroalglerin fotosentezinde birçok besin (azot, fosfor ve kükürt gibi) gerekli olduğundan, besin açlığı genellikle karbonhidrat veya lipit birikimi ile birlikte proteinlerin sentezinde azalmaya yol açmaktadır. Bu nedenle, azot, fosfor veya sülfürden yoksun bırakma her ne kadar protein sentezini azaltsa da karbonhidrat ya da lipit birikimini arttırmak için seçilen yaygın stratejilerdir (Bellou ve ark. 2014, Bernaerst ve ark. 2019). Havalandırma ile mikroalg kültürlerinin çökelmesi önlenerek hücrelerin homojen olarak dağılım göstermesi sağlanmaktadır. Böylece sıcaklık, ışık gibi parametrelerden ortamdaki tüm hücreler optimum seviyelerde faydalanabilmektedir. Bununla birlikte hava içerisindeki doğal CO_2 konsantrasyonu (%0.03), optimum büyüme ve yüksek verimlilik için yeterli değildir ve havanın CO_2 ile zenginleştirilmesi gerekmektedir. Sadece *Spirulina*, tuz formunda ortama katılan karbonat ya da bikarbonatı, karbon kaynağı olarak kullanabilmektedir. Havalandırma ile kültür için uygun pH sağlanarak, hücrelerin parçalanarak içeriğinin ortama geçmesi ve kültürün inaktive olması önlenmekte ve böylece uygun miktarlarda eklenen CO_2 ile pH uygun aralıkta tutulmaktadır (Becker 1995, Dalay ve ark. 2008, Yılmaz ve Duru 2011). Alg üretimi için uygun besi ortamına ihtiyaç duyulduğundan, bu besi ortamının özellikleri Şekil 2.14'de verilmiştir (Li ve ark. 2019).

Çizelge 2.5. Mikroalglerin gelişmesi ve çoğalması için gerekli parametre değerleri

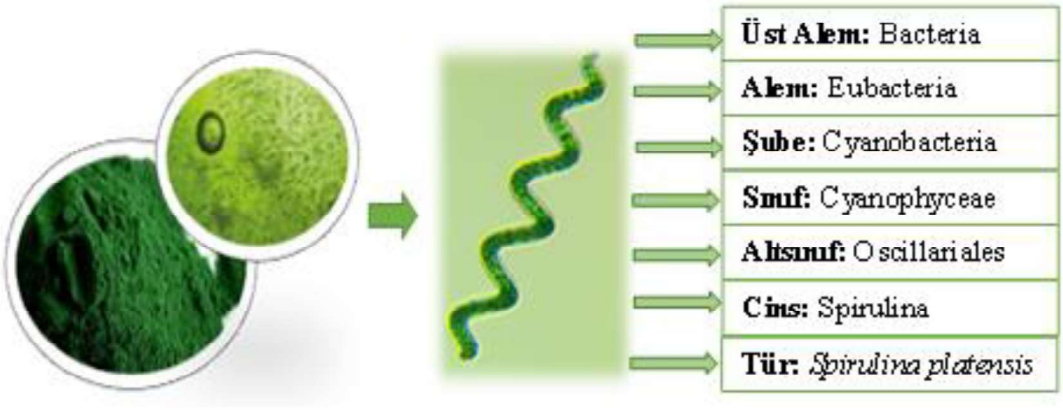
Parametreler	Aralık	Optimum
Sıcaklık	16-27	18-24
Tuzluluk	12-40	20-24
Işık Yoğunluğu	1-10	2.5-5
Fotoperiyot	16:8(min)	24:0(max)
pH	7-9	8.2-8.7



Şekil 2.14. Mikroalg üretimi için uygun besi ortamı

2.3.3. *Spirulina platensis*

Spirulina platensis, *Arthrospira platensis* olarak da bilinen bir mavi yeşil alglerdir. Mavi-yeşil alg (*Cyanobacteria*) filumunda yer alan bu mikroalg, gram negatif, eşeysiz çoğalma gösteren, toksik olmayan, silindirik hücrelerinin (trikom) çapları 6-12 µm, filament uzunlukları 200-300 µm, heliks çapı ise 30-70 µm arası, mikroskopik ipliksi yapıda özelliklere sahiptir (Şekil 2.15). Elektron mikroskobu ile hücresel yapıda içten dışa doğru hücre duvarı, ince bir fibril tabaka, üzerinde trikomların etrafını saran proteinlerden oluşan peptidoglikan katman, protein ve tüm gram negatif bakterilerin hücre duvarına benzeyen bir en dış katman gözlenmektedir. Kozmetik, tıp, hayvan yemi ve çeşitli gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle gıda sanayinde şekerleme, sütlü tatlılar, meşrubat, unlu mamüller ve et endüstrisinde tercih edilmektedir (El-Baky ve El-Baroty 2012, Hosseini ve ark. 2013, Amor ve ark. 2017, Park ve ark. 2018, Barkallah ve ark. 2019).



Şekil 2.15. *S. platensis* ve taksonomisi (Yılmaz ve Duru 2011, Alslibi ve ark. 2019)

1000 yıllık tarihe sahip olan *Spirulina*, Texcoco gölü kıyısında yaşayan Aztekler (14.-16. yy) ve Çad Gölü'nün kuzey kıyısında yaşayan insanlar (20. yy'da) tarafından yiyecek olarak kullanılmıştır. Kadjidi kabilesinin, Çad gölünde çok yoğun bulunan *S. platensis* alginden elde ettikleri yeşilimsi unu yiyeceklerine kattıklarını 1959 yılında gözlemleyen Brandily, bu nedenle diğer bölgelerde yaşayanlara göre daha uzun boylu ve sağlıklı olduklarını öne sürmüştür. 1963 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü tarafından, toplam katı kurutulmuş ağırlığının %55 ila %70'i kadar yüksek protein içeriğine sahip olduğu belirlendikten sonra NASA, uzay araştırmalarında kullanmak üzere besin tabletleri yapmak için konuyu sahiplenmiştir. *Spirulina*'nın besinsel bileşimi ve olası sağlık üzerine olumlu etkileri ile ilgili çalışmaların sayısı artmış ve özellikle yetersiz beslenen insanlar için uygun bir protein kaynağı olabileceği belirlenmiştir. 1960'lardan sonra çalışmalar, üretim kapasitesini arttırma ve kullanım alanlarını geliştirme yolunda hız kazanmıştır. 23 Haziran 1981 yılından itibaren, *S. platensis* FDA tarafından onaylanmış olup GRAS sertifikalı olarak kullanılabilmektedir.

Günümüzde Asya, Meksika ve bazı tropikal iklim bölgeleri başta olmak üzere pek çok ülkede beslenme amacıyla ve besin destek maddesi olarak kullanılan *Spirulina*, diğer fotoototroflara göre üretimi daha avantajlı olduğundan dünyada ticari anlamda en fazla üretilen siyanobakteridir. Dünyadaki çeşitli ticari çiftliklerin sağladığı *S. platensis* üretimi ile büyük bir alg üretim alanı oluşturulmuştur (Şekil 2.16) ve günümüzde uygun teknoloji ile

üretim miktarı her geçen yıl artmaktadır (Fuller 1989, Reinehr 2001, Shah 2001, Dalay ve ark. 2008, Yakhdansaz 2015, Alslibi ve ark. 2019).

Şekil 2.16. Dünyada *S. platensis* üretimi yapılan ticari çiftlik örnekleri (Alslibi ve ark. 2019)

S. platensis, fotoototrofik olup, klorofillere, karotenoidlere ve ışık enerjisini absorblayarak fotosentezin gerçekleştiği reaksiyon merkezine ileten fikobilinlere sahiptir. Fikobilinlerden biri olan fikosiyaninler, mavi renkli olup klorofil-a ile birlikte alge mavi-yeşil rengini vermektedir. Yüksek tuz konsantrasyonlu göllerde, yüksek pH (8-11) aralıklarında, yüksek karbonat, bikarbonat ile karakterize tropikal ve subtropikal su kütlelerinde yaşayabilmektedir. Besin kaynağı olarak azotu nitrat ya da amonyaktan sağlamakta, vitaminlere gereksinim duymamakta, açık havuzlarda güneş enerjisini kullanarak yetiştirilebilmektedir (Dalay ve ark. 2008).

Besin içeriğince zengin olan *S. platensis*, iyi bir besin maddesi olarak adlandırılmaktadır. Çizelge 2.6'da *S. platensis*'in biyokütle bileşimi verilmektedir. %55-65 oranında yüksek protein içeriğine sahip olan *S. platensis*, diğer gıdalardan [Örneğin soya fasulyesi (%35), hayvansal ürünler (%15-25), süttozu (%35), yumurta (%12), yer fıstığı (%25) ve tahıllar (%8-14)] daha fazla protein içermektedir (Henrikson 1989, Alslibi ve ark. 2019). *S. platensis*, esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit türlerini içermekte olup, esansiyel amino asitlerin %10.9'unu lisin, %7.5'unu valin ve %6.8'ini izolisin oluşturmaktadır (Çizelge 2.7 ve Şekil 2.17) (Shah 2001, Darwish 2017).

Çizelge 2.6. *S. platensis*'in biyokütle bileşimi

Mikroalg	Protein (%KM)	Karbonhidrat (%KM)	Yağ (%KM)	Referans
Spirulina platensis	43–77	8-22	4-14	Becker (2004), Matos ve ark. (2017), Bernaerts ve ark. (2019)

Çizelge 2.7. Günlük alınması gereken ve *S. platensis*'in içerdiği esansiyel amino asit miktarı (Alslibi ve ark. 2019)

	Esansiyel amino asit gereksinimi g/gün	*Spirulina* (mg /10g)
Lösin	1.12	0.54
İzolösin	0.84	0.35
Lisin	0.84	0.29
Valin	0.98	0.40
Treonin	0.56	0.32

Kuru ağırlığının %6-7'si oranında lipit içeren *S. platensis,* linoleik asit (LA) ve özellikle γ-linolenik asit (GLA) gibi esansiyel yağ asitlerince zengindir (Otleş ve Pire 2001, Marinho ve ark. 2015). Ayrıca *S. platensis* vitaminler ve mineraller açısından son derece zengin içeriğe sahiptir (Şekil 2.17). *S. platensis,* zengin beta-karoten içeriği ile bilinen havuçtan on kat daha fazla beta-karoten içermektedir. Ayrıca, demir ve B_{12} vitamini açısından zengin olan *S. platensis,* anemi hastaların ve özellikle de anemi rahatsızlığı olan hamilelerin günlük diyetlerinde oldukça önemli bir yere sahiptir (De Caire ve ark. 2000, Kumari ve ark. 2011, Alslibi ve ark. 2019).

S. platensis'in kuru ağırlığının yaklaşık %20'sini fikosiyaninin (mavi pigment) yanı sıra, klorofil (yeşil pigment), zeaksantin (sarı pigment), zantofiller (miksozantofil, zeazantin, kriptozantin, ekinenon), karotenler (α-karoten, β-karoten, euglenanon, lutein) gibi aktif fitokimyasallar oluşturmaktadır (Khan ve ark. 2006, Yılmaz ve Duru 2011, Aydemir 2019).

Şekil 2.17. 10 gram *S. platensis* içerisinde bulunan besin bileşenleri (Sinha ve ark. 2018, Alslibi ve ark. 2019)

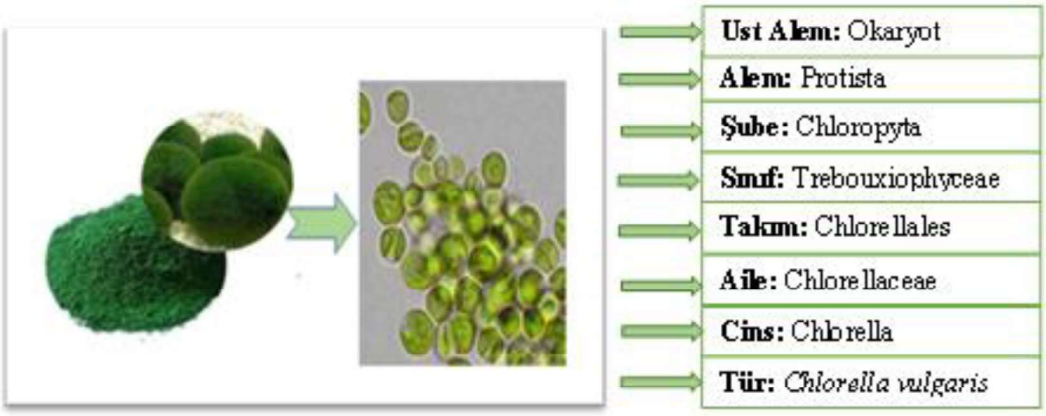
1986 yılında Çernobil kazasından etkilenen bireylerde radyasyon tedavisinde kullanılan *Spirulina*'nın, günümüzde antilipidemik, antidiyabetik, antiviral, antioksidan, antihistaminik ve antikarsinojenik gibi özellikleri birçok klinik araştırma ile kanıtlanmıştır. *S. platensis*'in biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonel etkileri Çizelge 2.8'de verilmektedir. *Spirulina*'nın Çizelge 2.8'de belirtilen fonksiyonel etkilerinin haricinde, i) bazı ilaçların neden olduğu doku harabiyetlerinde iyileştirici ve koruyucu etkileri olduğu, ii) katarakt, serebral iskemi, vasküler reaktivite ve deneysel parkinson modelinde önleyici bir ajan olduğu ve iii) mast hücrelerinden histamin salınımını inhibe ederek anti-enflamatuar özellik gösterdiği de belirtilmektedir (Belay 2002, Haque ve Gilani 2005, Mascher ve ark. 2005, Khan ve ark. 2005, Wang ve ark. 2005, Chamorro ve ark. 2006, Juarez-Oropeza 2009, Fujisava ve ark. 2010, Karkos ve ark. 2011, Beheshtipour ve ark. 2012, Usharani ve ark. 2015, Barkallah ve ark. 2017, Darwish 2017, Aydemir 2019).

2.3.4. *Chlorella vulgaris*

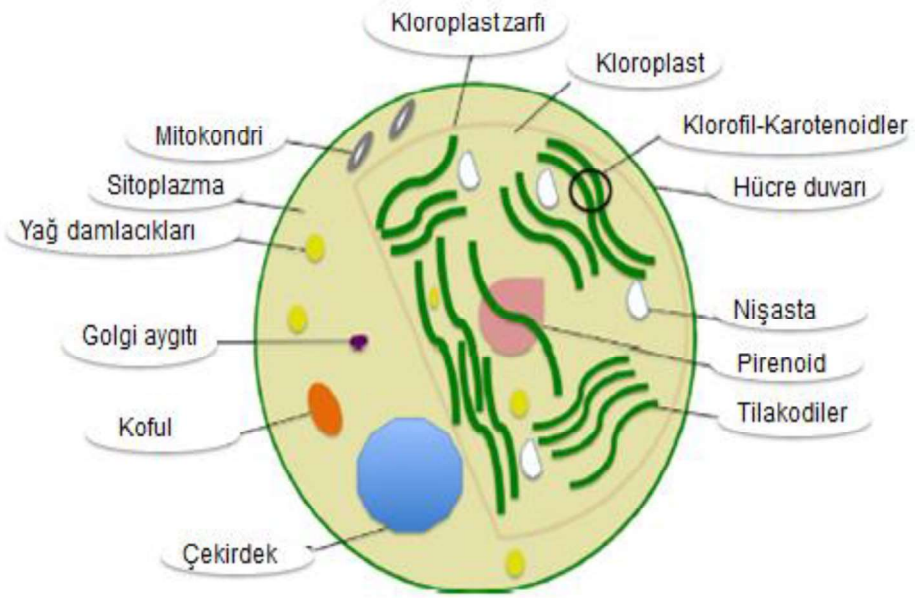
Latince'de 'küçük, taze yeşil' anlamına gelen *Chlorella*, "chloros" kelimesinden türetilmiştir. Bu grup; *Chlorella vulgaris, Chlorella variabilis, Chlorella stigmatophora, Chlorella sorokiniana, Chlorella zofingiensis, Chlorella pyrenoidosa, Chlorella protothecoides* ve *Chlorella ESP-6* mikroalglerinden oluşmaktadır. *C. vulgaris* tatlı su birikintilerinde yaygın olarak bulunan, Chlorophyta divizyosunda ökaryot bir alg olan ve üzerine en fazla çalışma yapılan alg türüdür. *C. vulgaris,* klorofil içeriğinden dolayı fotosentez yapabilmektedir. *C. vulgaris* hücreleri mikroskobik olarak küresel veya elips, 5-8 μm ile 5-10 μm arası büyüklüğe sahiptir. Ayrıca hücreyi dış ortamdan ve zararlılardan koruyan hücre duvarının kalınlığı büyüme fazına göre değişiklik göstermektedir. Şekil 2.18'de *C. vulgaris*'in toz formu, ışık altında görüntüsü ve canlılar aleminde taksonomik sınıflandırılması gösterilmiştir. Bitkilere benzer birçok yapısal elementi içermektedir. Her bir hücre, bir hücre duvarı ile çevrili olup bir çekirdek, bir kloroplast, birkaç mitokondri, koful ve nişasta taneleri bulundurmaktadır (Şekil 2.19). Uygun koşullar altında hızlı bir büyüme kabiliyetine sahiptir, istilacılara ve ağır çevresel koşullara karşı dayanıklıdır (Safi ve ark. 2014, Brandt 2015).

Çizelge 2.8. *S. platensis*'in biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonel etkileri

Biyoaktif Bileşenler	Fonksiyonel Etki	Referans
Fikosiyanin, Beta-karoten	Antikarsinojen	Dasgupta ve ark. (2001), Hirahashi ve ark. (2002), Wu ve ark. (2005)
Lipit bileşenleri (özellikle γ -linolenik asit)	Antikolesterol ve antidiyabetik	Ayehunie ve ark. (1998), Mani ve ark. (2000), Seyidoglu ve ark. (2017), Moradi ve ark. (2019)
γ-linolenik asit (GLA)	Obeziteye karşı	Park ve ark. (2008), Moradi ve ark. (2019)
Yüksek protein içeriği, amino asitler, vitaminler, beta-karoten, pigmentler ve polisakkaritler	Antialerjik ve bağışıklık sistemini düzenleyici	Kumari ve ark. (2011), Seyidoglu ve ark. (2017)
Vitaminler (B_1, B_5, B_6 ve E_6), mineraller (çinko, manganez ve bakır), amino asit (metiyonin), beta-karoten, selenyum, fenolik asitler, tokoferol	Antioksidan ve antimikrobiyolojik	Pratt (1992), Ramadan ve ark. (2008), Seyidoglu ve ark. (2017)
Fikosiyanin, esansiyel amino asitler, folik asit, B_{12} vitamini ve demir	Anemiye karşı	Simpore ve ark. (2005), Seyidoglu ve ark. (2017)
Kalsiyum	Antiviral	Hayashi ve arkadaşları (1996), Kumari ve ark. (2011), Seyidoglu ve ark. (2017).
Yüksek protein ve esansiyel amino asit içeriği	Üremeye yardımcı	Granaci ve ark. (2007), James ve ark. (2008), Kistanova ve ark. (2009), Seyidoglu ve ark. (2017)



Şekil 2.18. *C. vulgaris*'in toz formu, ışık altında görüntüsü ve taksonomisi (Safi ve ark. 2014)



Şekil 2.19. Farklı organelleri temsil eden *C. vulgaris*'in şematik görünümü (Safi ve ark. 2014)

C. vulgaris hücreleri olumsuz çevre koşullarında amiloz ve amilopektin yapılı nişasta molekülerini, azot stresi sırasında ise yağ globüllerini kloroplast ve sitoplazmada biriktirmektedir. Çoğunlukla tatlı sularda dağılım göstermekle birlikte, ağaç kabuklarında ve taşlar üzerinde yeşil örtüler oluşturan bu alg, eşeysiz çoğalmakta ve mantarlarla birleşerek likenleri oluşturmaktadır. Üreme döngüsü oldukça kısa olup 18-24 saat arasında hücre döngüsünü tamamladığından kısa sürede çoğalma özelliğine sahiptir (Yamamoto ve ark. 2004). *C. vulgaris*'deki toplam protein içeriği, biyokütlenin kuru ağırlığının %38-53'ini temsil etmektedir ve büyüme koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 2.9'da *C. vulgaris*'in biyokütle bileşimi gösterilmektedir.

Çizelge 2.9. Farklı gıda maddeleri ve *C. vulgaris*'in biyokimyasal bileşiminin karşılaştırılması (Becker 2004, Brandt 2015)

Ürün	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)
Et	43	1	34
Süt	26	38	28
Pirinç	8	77	2
C. vulgaris	51-58	12-17	14-22

Toplam proteinlerin neredeyse %20'si hücre duvarına bağlanmakta, %50'den fazlası iç ve %30'u hücre içine ve dışına taşınmaktadır. *C. vulgaris*'in amino asit profili (Şekil 2.20), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından önerilen insan beslenmesi için standart profile göre iyi kabul edilmektedir (Becker 1994, Morris ve ark. 2008, Seyfabadi ve ark 2011, Servaites ve ark. 2012, Safi ve ark. 2013, Safi ve ark. 2014). *C. vulgaris* proteini, heterotrofik organizmalar için gerekli tüm temel amino asitleri içermektedir. *C. vulgaris*'in lipit içeriği %14 ila 22 arasında değişmektedir (Becker 2004). Çok sayıda doymuş ve doymamış yağ asidi içeren *C. vulgaris,* omega-*3* [linolenik asit (ALA - C18:3), eikosapentaenoik asit (EPA - C20:5), ve dokosaheksaenoik asit (DHA - C22:6)] ve omega-6 gibi ekonomik açıdan önemli yağ asitlerini içermektedir. *C. vulgaris* biyokütlesinin yağ asitleri bileşimi Şekil 2.20'de verilmiştir (Griffiths ve ark. 2011, Brandt 2015). *C.vulgaris*, kuru madde bazında %1-4 klorofil (klorofil a ve b), %9-18 diyet lifi ve çok sayıda mineral (demir, iyot, potasyum, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum) ve vitamin (B_{12}, B_1, B_2, B_3, B_5 ve E gibi vitaminler) içermektedir (Şekil 2.20) (Jensen 1987, Phang 1992, Singh 1998, Safi ve ark. 2014, Can 2019). Biyokimyasal olarak *Chlorella*; lutein, α-karoten, β-karoten, R-karoten, R-tokoferol, askorbik asit ve α-tokoferol gibi birçok antioksidan bileşen içermektedir (Vijayavel ve ark. 2007, Yun ve ark. 2011). Kuru maddeye göre 2-4 mg/g lutein içeren *C. vulgaris* hem gıda boyası hem de kanser önleyici güçlü bir antioksidan özelliğe sahiptir (Mendes ve ark. 1995). *C. vulgaris*'de bulunan en önemli besinsel bileşiğin; aktif bir immünostimülatör, serbest radikal temizleyici ve kan kolesterol seviyesini düşürücü olan β-1,3-glukan olduğu bildirilmektedir (Iwamoto ve ark. 2000, Morais ve ark. 2015, Matos ve ark. 2017).

C. vulgaris'in tek hücreli yapısı; vitamin, protein, mineral, aminoasitler, nükleik asitler (RNA, DNA), temel yağ asitleri, enzimler ve karotenoidlerce zengin olup bu besin elementlerini doğal ve dengeli bir şekilde içermektedir. Yüksek miktarda üretilebilmesi ve fonksiyonel özellikleri nedeni ile *C. vulgaris*; gıda, yem, kozmetik, ilaç sektörü, su ürünleri yetiştiriciliği gibi birçok alanda kullanım alanına sahiptir (Vijayavel ve ark. 2007, Rodriguez-Garcia ve Guil-Guerrero 2008, Halim ve ark. 2012, Praveenkumar ve ark. 2014, Safi ve ark. 2014, Sun 2015, Santhosh ve ark. 2016, Yalçın-Duygu 2017). Şekil 2.21'de *C. vulgaris* ile yapılan çalışmalar sonucunda belirlenen özellikleri belirtilmektedir. Gıda sanayinde *C. vulgaris* kullanımı ile ürüne yeni bir tat, doku ve görünüm kazandırılmakla beraber karbonhidrat, protein, diyet lifi, vitamin, mikrobesin

ve antioksidan içeriği ile de fonksiyonel özellikleri açısından zenginleştirilmektedir. Son yıllarda makarna, bisküvi, puding/jelleşmiş tatlılar, ekmek ve mayonez/salata sosları gibi ürünlerde bu mikroalgin kullanımında artış gözlenmektedir (Rubel ve ark. 2015, Pina-Pérez ve ark. 2017, Graça ve ark. 2018).

Şekil 2.20. *C. vulgaris*'in besinsel kompozisyonu (Shalaby 2013, Safi ve ark. 2014)

Şekil 2.21. *C. vulgaris*'in yapılan çalışmalar ile belirlenen özellikleri

Yapılan araştırmaların sonucunda *C. vulgaris*'in sağlık üzerine birçok olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. *C. vulgaris*'in biyoaktif bileşenleri ile fonksiyonel etkileri Çizelge 2.10'da verilmektedir.

Çizelge 2.10. *C. vulgaris* 'in biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonel etkileri

Biyoaktif Bileşenler	Fonksiyonel Etki	Referans
Klorofil, tokoferoller ve ubikinon gibi fitokimyasallar	Maküla dejenerasyonunu (sarı nokta hastalığı) önleme	Bishop ve Zubeck (2012), Morais ve ark. (2015), Bagherniya ve ark. (2018)
Lutein	Kataraktı önleme	Bishop ve Zubeck (2012), Morais ve ark. (2015), Bagherniya ve ark. (2018)
Lipit bileşen içeriği	Alkolsüz yağlı karaciğer hastalığını önleme	Bagherniya ve ark. (2018)
	Açlık azaltabilme	Ebrahimi-Mameghanive ark. (2017).
	Ateroskleroz ve hiperkolesterolemini önleme	Kumar ve ark. (2020)
Lipid bileşen ve antioksidan	Tüberkülozu önleme	Lordan ve ark. (2011), Matos ve ark. (2017)
Glikoprotein, peptit ve nükleotit	Antitümör	Wang ve ark. (2010), Lordan ve ark. (2011), Matos ve ark. (2017)

2.3.5. Gıdalarda mikroalglerin kullanımı

Mikroalgal biyokütlelerin insan gıdası olarak kullanımının çok eski yıllara kadar dayandığı bildirilmektedir. Özellikle son yıllarda zengin besinsel bileşimi nedeni ile birçok gıda formülasyonlarında kullanımı artış göstermektedir. Kullanıldıkları formülasyonlarda ürünün rengi ve duyusal özellikleri üzerine birtakım olumsuz özellikleri belirlenmiş olsa da biyoaktif bileşenleri nedeniyle fonksiyonel gıda pazarında geleceğin bileşenleri olarak gösterilmektedirler (Buono ve ark. 2014, Matos ve ark. 2017, Bernaerts ve ark. 2019, Lafarga 2019). Mikroalglerde bulunan yüksek miktarda makro ve mikro besin içeriğine rağmen, mikroalg içeren sınırlı sayıda ürün piyasaya sürülmüştür. Bu ürünlerin çoğu kapsül, tablet, sıvı veya kurutulmuş toz halinde olup "süper gıda", "protein açısından zengin" veya "omega-3 açısından zengin" olarak tanıtılmaktadır. ABD'nde gıdaların güvenliğini düzenleyen FDA, alg biyokütlesini "diğer besin takviyesi" olarak sınıflandırmaktadır. Mikroalgler gıdalara, ürünün besin değerini zenginleştirmek, fizikokimyasal veya duyusal özelliklerini geliştirmek amacı ile katılmaktadır. Mikroalgal biyokütlenin gıdalarda kullanımı yoğun renkleri, balık tadı ve kokuları nedeni ile çeşitli zorluklar içermesine rağmen son yıllarda yapılan çalışmalar bu özelliklerin de avantaja dönüştürülebileceğini göstermektedir (Koyande ve ark. 2019, Lafarga 2019). Chacón-Lee ve González-Mariño (2010) mikroalglerin güçlü balık lezzetinin, egzotik aromalı baharatlar gibi ürünler kullanılarak maskelenebileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca Fradique ve ark. (2010) mikroalglerin lezzetini fonksiyonel ürünler geliştirmek için bir fırsat olabileceğini öne sürerek mikroalgdeki balık lezzetini ve kokusunu, balık bazlı ürünler hazırlamak için bir fırsat olarak değerlendirmiştir. Çeşitli ticarileştirilmiş ürünlerde yaygın olarak kullanılan mikroalg türleri; yüksek besin içeriği değeri nedeniyle *Spirulina*, *Chlorella*, *Dunaliella terticola*, *Dunaliela salin* ve *Aphanizomenon flos-aquae*'dir. Naneli çikolata kaplı hindistan cevizli kurabiye, fındık aromalı çikolata, *Spirulina* ve kızılcık içeren bisküvi, elma aromalı pastil, naneli çikolatalı Hindistan cevizli dondurma, deniz yosunlu kraker, *Spirulina* ve limon yağı içeren proteince zengin meyve barı, *Spirulina* ve *Chlorella* ile yeşil meyveli smoothie, lif bakımından zengin ilave şeker içermeyen vegan kıtır ekmek çubukları, *Spirulina* içeren kraker, *Spirulina* içeren ıspanak çorbası, *Spirulina* içeren mavi renkli kaju sütü, *Spirulina* içeren makarna, *Chlorella* ve *Spirulina* ile yeşil organik bar mikroalg kullanılarak üretilen çeşitli gıdalardır (Çizelge 2.11) (Koyande ve ark. 2019, Lafarga 2019).

Çizelge 2.11. Mikroalglerin fonksiyonel gıdalardaki endüstriyel uygulamaları (Camacho ve ark. 2019)

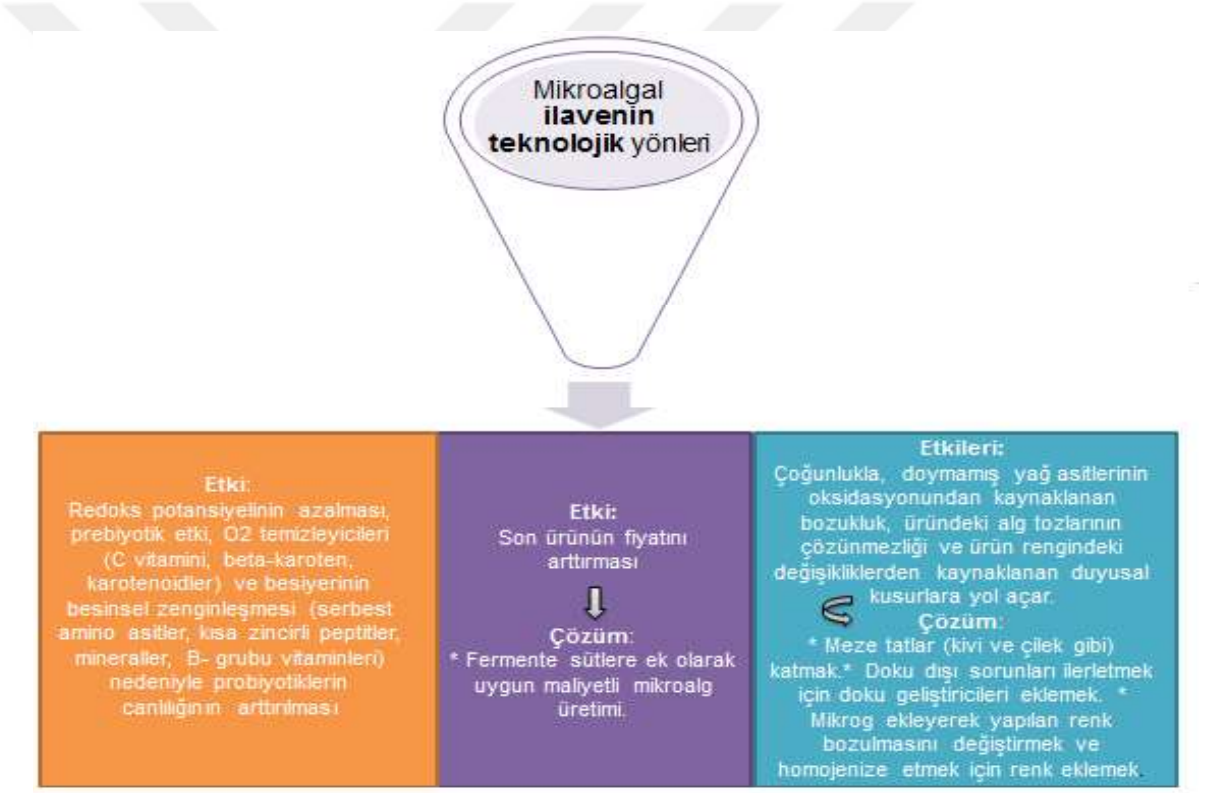
Mikroalg	Ürün	Duyusal etki	Ticari Biyokütle Formu	Biyoaktif bileşen	Sağlık yararı
Chlorella spp., *Spirulina* spp.	Süt	Geliştirilmiş tat ve ağız hissi	Toz ya da sıvı	Protein, PUFA-ω3, EPA*, DHA**	Anemi riskini azaltma
Arthrospira platensis	Yoğurt	Geliştirilmiş doku ve viskozite	Ekstrakt	Fikosiyanin	Antikanser, antioksidan ve antienflamutuar
Arthrospira platensis, *Chlorella* spp.,	Peynir	Geliştirilmiş doku	Toz	Protein, karbonhidrat, PUFA-ω3	PUFA-ω3, Antikanser, gastrik ülser, kabızlık, anemi, hipertansiyon, diyabet, bebek yetersiz beslenmesi, sinir bozukluğu riskini azaltma
Spirulina spp.,	Alkolsüz içecek	Geliştirilmiş renk ve ekşi tat	Toz veya sıvı	Protein, klorofil, fikosiyanin	Geliştirilmiş bağışıklık ve lenfatik sistemler, kanser ve ülserlere karşı koruma
Arthrospira maxima, Chlorella protothecoides, Haematococcus pluvialis,	Tatlılar	Geliştirilmiş renk ve stabilite	Toz	Protein, vitamin, mineral	Antioksidan aktivite, kabızlığın önlenmesi
Arthrospira platensis, Chlorella vulgaris, Hematococcus pluvialis, Phaeodactylum tricornutum, Tetraselmis suecica	Kurabiye ve bisküviler	Geliştirilmiş renk, stabilite ve doku	Toz	Protein, PUFA-ω3, EPA, DHA, astaksantin	Antioksidan aktivite

Arthospira platensis, Chlorella spp.,	Ekmek ve kurabiye	Geliştirilmiş koku, doku ve görünüş	Toz	Protein, vitamin, mineral	Azaltılmış yağ ve kolesterol seviyeleri, uyarılmış tokluk
Arthrospira maxima, Diacronena volkianum, Haematococcus pluvialis,	Vejeteryan gıda jelleri	Geliştirilmiş renk ve sıkılık	Jel	PUFA-ω3, EPA, DHA, GLA***, carotenoid	Antioksidan aktivite
Chlorella vulgaris, Haematococus pluvialis,	Emülsiyonlar ve vejetaryen mayonez	Geliştirilmiş renk ve stabilite	Yağ ya da emülsiyonlar	Protein, karoteneoid	Antioksidan aktivite
Chlorella vulgaris	Soya fasülyesi yağı	Geliştirilmiş renk ve stabilite	Yağ	Karotenoidler	Antioksidan aktivite
Dunaliella salina	Deniz tuzu ile mutfak çeşnisi	Geliştirilmiş koku	Toz	Karotenoidler	Antioksidan aktivite
Chlorella spp., *Schizochytrium* spp., *Thraustochytrium* spp.,	Gıda takviyesi	Bilgi verilmemiştir	Toz, un, tablet ya da sıvı	Protein, PUFA-ω3	Kabızlığın önlenmesi, tokluk indüksiyonu
Dunaliella spp. *Phaeodactylum, tricornutum, Nannochloris* spp., *Nannochloropsis* spp.,	Gıda takviyesi	Bilgi verilmemiştir	Kapsül	Protein	Bilgi verilmemiştir

* EPA—Eikosapentaenoik asit, ** DHA—Dokosaheksaenoik asit, *** GLA—Gamma-linolenik asit

2.4. Mikroalglerin Süt Ürünlerinde Kullanımına Yönelik Çalışmalar

Mikroalg katkılı süt ürünleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, daha çok yoğurt ve içilebilir fermente süt ürünleri üzerine araştırmalar yapıldığı saptanmıştır. Özellikle çalışmalar, fermente süt ürünlerine ilave edilen mikroalglerin probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisini incelemeye yöneliktir. Probiyotik fermente süt ürünlerinde mikroalg ilavesinin teknolojik etkileri Şekil 2.22'de gösterilmektedir. Mikrolglerin kullanımının üründe probiyotiklerin asit oluşturma yeteneğini ve canlılığını geliştirdiği, aynı zamanda alkali özellikleri ve adenin, hipoksantin ve serbest amino asitleri içerdikleri için gastrointestinal sistemde de olumlu etkiye sahip oldukları bildirilmiştir (Gibson ve Roberfroid 1995, Parada ve ark. 1998).



Şekil 2.22. Probiyotik fermente sütlerde mikroalg ilavesinin teknolojik yönleri (Behashtipour ve ark. 2013).

Parada ve ark. (1998), *S. platensis*'in geç log faz kültüründen elde edilen hücre dışı ürünlerinin eklenmesinin bazı LAB'lerinin gelişmesini desteklediğini saptamışlardır. Bu nedenle, *S. platensis*'in prebiyotik bileşen gibi etkide bulunarak LAB'lerinin gelişmesini stimüle edici etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel ve probiyotik yoğurda *S. plantensis* ilavesinin *Lb. bulgaricus* sayısında artışa neden olduğu ve depolama

süresince gelişme üzerine olumlu etkinin devam ettiği bildirilmiştir. Bu olumlu etkinin, algal biyokütlenin içerdiği serbest amino asitler, pepton, adenin ve hipoksantinden ve dolayısı ile azot kaynaklarının da *Lb. bulgaricus*'un gelişmesini ve asit üretme yeteneğinin önemli oranda etkilemesinden kaynaklandığını saptamışlardır.

Varga ve ark. (1999) siyonabakteriyal biyokütlenin termofilik starter bakterilerin asit üretme yeteneğini ve gelişmesini stimule ettiğini, bu nedenle yeni fonksiyonel fermente süt ürünlerinin daha uygun maliyetle üretebilmesini sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

De Caire ve ark. (2000) *S. platensis*'in kuru biyokütlesinin fermente sütte starter olarak kullanılan *S. thermophilus* TH4, *Lactococcus lactis* C2, ve *Lb. delbrueckii* YL1 gelişmesi üzerine etkisini incelemişlerdir. *S. platensis* tozunun 6 mg / mL oranında süte eklenmesi, %27 oranında *Lc. lactis*'in gelişmesini stimüle etmişt ve test edilen laktik asit bakterilerinin *S. platensis* ilave edilen ortamda daha fazla gelişme gösterdiğini saptamışlardır.

Varga ve ark. (2002), *S. platensis* biyokütlesinin, 18 günlük depolama süresi boyunca 'Acidophilus-Bifidus-Thermophilus (ABT)' ile fermente edilmiş sütün içerdiği starter bakteriler üzerine etkisini incelemişlerdir. *S. platensis*'in ilavesinin bakterilerin depolama süresince canlılığı üzerine olumlu etkide bulunduğunu saptamışlardır.

Cho ve ark. (2004), %25 toz formunda *Chlorella* ekstraktı, %2.5 - %10.0 sıvı formda *Chlorella* ekstraktı içeren yağsız sütten içilebilir yoğurt üretmişlerdir. *Chlorella* ekstraktı içeren içilebilir yoğurtların renk, lezzet, ağızda bıraktığı tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri açısından alg içermeyen örneklere göre daha yüksek puan aldığı saptanmıştır.

Gyenis ve ark. (2005), süte kuru mikroalgal biyokütle (*C. vulgaris* ve *S. platensis*) ilavesinin *Lb. plantarum* ve *E. faecium*'un asit üretme yeteneğini ve gelişmesini olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır.

Jeon (2006), %0.5 ve %1 oranında *Chlorella* ilaveli işlenmiş peynirin özelliklerini incelediği çalışmada, yapılan duyusal değerlendirmede renk ve ağızda bıraktığı his değerlerinin alg içermeyen örneğe göre daha düşük olduğunu saptamıştır. %0.5 *Chlorella*

ilaveli işlenmiş peynirin, kontrol (alg içermeyen) ve %1 alg içeren örneğe göre daha fazla beğenildiği saptanmıştır.

Molnar ve ark. (2009), %0, 0.3, 0.5 ve 0.8 oranlarında *S. platensis* ve %1 oranında mezofilik laktik asit bakterisi ilave edilerek üretilen fermente süt ürününde, mikroalg katılmasının *Lc. lactis ssp. lactis Ha-2* ve *Lc. Lactis ssp. cremoris W-24*'in asit üretme yeteneğini etkilediğini saptamışlardır. *S. platensis* ilavesinin yoğurt örneklerinin pH'sında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Guldas ve Irkin (2010), *S. platensis*'in yoğurt bakterileri ve *Lb. acidophilus* üzerindeki etkisini araştırmıştır. *S. thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Lb. acidophilus* bakterileri ile %0 ; 0.5; 1,0 (w/w) oranlarında *S. platensis* tozunu içeren yoğurt üretmiş ve 4°C'de 30 gün depolamışlardır. Depolama süresi sonunda LAB sayısının, alg içeren örneklerde daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Prakash ve Kumari (2011), papaya pulpu ve *Spirulina* ile zenginleştirilmiş düşük yağ-yüksek proteinli yoğurt dondurmasının özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, %6 *Spirulina* ve %10 papaya pulpu ilaveli örneğin daha fazla beğenildiğini saptamışlardır. *Spirulina* oranının artmasının yoğurt dondurmasının duyusal özelliklerini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

Beheshtipour ve ark. (2012) *C. vulgaris* ve *S. platensis* ilavesinin yoğurtta probiyotik bakterilerin canlılığı ve ürünün biyokimyasal özellikleri üzerine etkisini saptamışlardır. *Lb. acidophilus* LA-5 ve *B. lactis* BB-12 canlılığının mikroalg içeren örnekte kontrol örneğine göre önemli oranda yüksek olduğu saptanmıştır. Mikroalgin konsantrasyonu arttıkça (%0.25'ten %1'e) fermantasyon sonunda ve depolama süresince her iki probiyotik bakteri için daha fazla canlılığın olduğu tespit edilmiştir. Fakat mikroalg konsantrasyonu arttıkça ürünün duyusal beğenilirliğinin azaldığı, *S. platensis*'in *C. vulgaris*'e göre daha az beğenilen aromaya neden olduğu belirlenmiştir. Bu mikroalglerin probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine olumlu etkisinin, biyokütlelerinde yer alan adenin, hipoksantin ve serbest amino asitlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Fadaei ve ark. (2013), *S. platensis* kuru tozunun, ıspanaklı probiyotik yoğurdun içerdiği starter kültür (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *Lb. acidophilus*) üzerindeki etkilerini incelemiştir. 1, 7, 14 ve 21. günlerde depolanan örneklerin, depolama süresi sonunda 6 log kob / mL'den daha fazla laktik asit bakterisi içerdiğini ve *S. platensis*'in bakteri sayısında belirgin bir artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Mocanu ve arkadaşları (2013), *S. platensis* biyokütlesinin inkübasyon ve depolama süresi boyunca fermente süt ürünlerinde probiyotik bakteriler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Fermente sütler; pastörize süt, süt tozu ve *B. animalis* ssp. *lactis* (BB-12) ve *Lb. acidophilus* (La-5) kullanılarak üretilmiş, %0.5 ve %1 oranlarında *S. platensis* ile zenginleştirilmişlerdir. 5±1°C'de 15 gün depolama sonunda, en yüksek sayıda probiyotik bakteri sayısının *B. animalis* ssp. *lactis* (BB-12) ve %1 *S. platensis* içeren örnekte olduğu belirlenmiştir.

Shalaby (2013), %1, 2 ve 3 oranlarında *C. vulgaris* ile zenginleştirilen analog peynirlerin üç ay depolanması süresince fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. *C. vulgaris* içeren peynirlerin protein, karbonhidrat ve lif içeriği bakımından kontrol örneklerinden daha zengin olduğunu ve alg biyokütlesinin peynire eklenmesi ile ürünlerin daha sıkı bir yapı ile daha güçlü bir ağa sahip olduğunu saptamıştır. *C. vulgaris* içeren peynirler, kontrolden daha düşük yağ ayrışması ve eriyebilirlik değerleri sergilemiştir. %2 oranında *C. vulgaris* ile zenginleştirmenin peynirin duyusal kabul edilebilirliği üzerine olumsuz etki göstermediği belirlenmiştir.

Mazinani ve ark. (2016), *S. platensis* tozu (%0; 0.3; 0.5; 0.8), *Lb. acidophilus* (%2) ve *M. longifolia* L. (%0.5 ve 1) ilavesi ile ultrafiltrasyon tekniği kullanılarak üretilen Feta peynirinin 4°C'de 45 gün depolanması süresince fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. *S. platensis* ilavesinin probiyotik peynirin demir, protein ve sertlik değerini arttırdığını ve *Lb. acidophilus*'un canlılığı üzerine olumlu etkide bulunduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte, %0.8 ile %0.5 *S. platensis* oranlarının *Lb. acidophilus*'un canlılığı üzerine benzer etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Agustini ve ark. (2016), dondurmada %0, %0.6 ve %1.2 oranlarında *S. platensis* ve yumuşak peynirde ise %0; %0.5; %1 ve %1.5 oranlarında *S. platensis* ilavesinin ürünlerin fiziksel ve duyusal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yumuşak peynire %1

oranında ve dondurmaya ise %1.2 oranında *S. platensis* ilavesinin duyusal olarak en fazla beğenildiğini belirlemişlerdir. *S. platensis* ilavesinin yumuşak peynirde protein, su, yağ, β karoten, doku özelliklerini, dondurmada ise protein, toplam kuru madde, yağ, toplam şeker, overrun ve erime noktası özelliklerini etkilediğini saptamışlardır.

Agustini ve ark. (2017), farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %0.75, %1, %2 ve %3) *S. platensis* ile zenginleştirilmiş yoğurdun fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Duyusal olarak en fazla kabul edilen oran %1'dir. %1 oranında *S. platensis* ilavesi ile zenginleştirilmiş yoğurdun, protein, viskozite ve toplam laktik asit bakteri içeriğinin kontrole göre önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ($p < 0.05$); nem, kül, karbonhidrat, yağ, toplam laktik asit, pH, duyusal analizlerde önemli ölçüde farklılık göstermediğini saptamışlardır ($p > 0.05$).

Tohamy ve ark. (2018), *C. vulgaris* (toz ve sıvı formda) ile zenginleştirilmiş, Çedar peyniri, Ras peyniri, tereyağı, yağsız süt tozu, emülsifiye edici tuzlar (K-2394, S9s & S4) kullanarak işlenmiş peynir üretmişlerdir. Peynir üretiminde *C. vulgaris*'i %2, %4 ve %6 oranlarında toz ve %4 oranında sıvı formunda kullanmışlardır. Yapılan duyusal analizler sonucunda, en fazla beğenilen alg oranının %2 olduğu, en az beğenilenin ise %6 olduğu saptanmıştır. *C. vulgaris* ilavesinin peynirlerin içermiş olduğu selenyum, çinko, demir, magnezyum ve potasyum miktarı ile antioksidan aktiviteyi arttırdığını saptamışlardır.

Aydemir (2019), farklı konsantrasyonlarda (%0.25, %0.50, %0.75 ve %1) *S. platensis* ilavesinin yoğurdun fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri ile biyoyararlılığı üzerine etkisini incelemiştir. 21 günlük depolama süresince yapılan analizler sonucunda kuru madde, yağ ve titrasyon asitliğinde gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Mikrobiyolojik sonuçlar değerlendirildiğinde *S. platensis* ilavesinin yoğurt bakterileri üzerine önemli etkide bulunmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). *S. platensis* içeren yoğurtlarda, protein, mineral içeriğinin kontrole göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı %1 oranında *S. platensis* içeren yoğurtta (26.65 mg GAE / 100 mL) kontrole göre (11.38 mg GAE / 100 mL) daha yüksek bulunmuştur. DPPH değeri en düşük kontrol örneğinde (%17.85), en yüksek ise %1 oranında *S. platensis* içeren örnekte (%31.78) tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları

incelendiğinde ise en yüksek puanı kontrol örneği alırken, bu örneği %0.25 oranında *S. platensis* ilaveli yoğurt örneği izlemiştir.

Silva ve ark. (2019), mikroenkapsüle (maltodekstrin ve sitrik asit ile çapraz bağlanmış maltodekstrin) edilmiş ve serbest *S. platensis* ilavesi ile yoğurt üretimini gerçekleştirmişlerdir. Mikroenkapsüle edilmiş *S. platensis*'in daha iyi anti-enflamatuar aktivite gösterdiği ve bu algten üretilen yoğurtların ise daha homojen bir görünüm sergilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca mikroenkapsülasyon işlemi ile yoğurtta *S. platensis*'den kaynaklanan balık kokusunun önlendiğini saptamışlardır.

Çelekli ve ark.(2019), farklı oranlarda (%0, 0.25, 0.5 ve 1) *S. platensis* ve karışık probiyotik kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lb. delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Lb. acidophilus* ve *B.lactis*) kullanılarak üretilen ayranların, fermantasyondan önce, sonra ve depolamanın 7., 14., ve 21. günlerinde fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. *S. platensis* ilavesinin probiyotiklerin canlılığını ve örneklerin titre edilebilir asitlik, toplam kuru madde ve protein değerlerini arttırdığını saptamışlardır. Depolama süresince *S. platensis* içeren örneklerin viskozite ve renk değerlerinin (L* ve b*) azalma gösterdiğini belirtmişlerdir.

Golmakani ve ark. (2019), %0.5; 1 ve 1.5 oranlarında *S. platensis* ve *Lb. casei* kültürü kullanılarak üretilen Feta tipi peynirin 60 günlük depolama süresince kimyasal, dokusal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Alg içeren örneklerde *Lb. casei* sayısının (9.10–9.35 log kob g^{-1}) kontrole göre (8.68 log kob g^{-1}) daha yüksek olduğu saptanmıştır. *S. platensis* ilavesinin örneklerin titre edilebilir asitlik, kuru madde ve protein içeriğini arttırdığı ve peynirde daha yumuşak bir dokuya neden olduğunu belirtmişlerdir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kontrol, %0.5 veya %1.0 oranında alg içeren örnekler arasında anlamlı bir fark gözlenmemekle birlikte, %1.5 oranında alg içeren örneklerin lezzet ve iç kısmının en düşük kaliteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Probiyotik kültür

Çalışmada probiyotik kültür olarak kullanılan *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) suşu Chr. Hansen's (Hoersholm, Danimarka) firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. Süt tozu

Araştırmada *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) suşunun aktive edilmesi amacı ile kullanılan süttozu Eker Süt Ürünleri A.Ş. (Bursa, Türkiye) firmasından temin edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. *Lb. acidophilus* (LA-5) suşunun aktive edilmesi amacı ile kullanılan süttozunun bileşimi

	Nem (%)	**Kül (%)**	**Yağ (%)**	**Yağsız KM'de Protein (%)**	**Laktoz (%)**
Süt tozu	3.70	7.85	0.33	35.82	52.83

3.1.3. Süt

Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütü Bursa ili İnegöl İlçesi'nden temin edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşimi

	pH	**Titrasyon asitliği (%LA)**	**Kuru Madde (%)**	**Yağ (%)**	**Protein (%)**	**Kül (%)**
Süt	6.50	0.19	11.56	3.00	2.90	0.69

3.1.4. *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis*

Bu çalışmada kullanılan *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* Akuatik Su Ürünleri Ltd. Şti. işletmesinden temin edilmiştir. Üretimde kullanılan *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis*'in özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Beyaz peynir üretiminde kullanılan *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis*'in özellikleri

Parametreler	***Chlorella vulgaris***	***Spirulina platensis***
Nem (%)	6.22	9.79
Yağ (%)	6.52	2.54
Protein (g/100g)	61.22	54.25
Civa (Hg) (ppm)	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Demir (Fe) (mg/100g)	101.7	74.19
Toplam Koliform Bakteri (kob/g)	<10	<10
Antioksidan Kapasite (mg trolox/g)	9.41	11.84
Antioksidan Kapasite (mg GAE/g)	4.24	7.78
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GA/g)	75.25	128.25

3.1.5. Peynir mayası

Probiyotik peynir üretiminde bitkilerden izole edilmiş olan *Rhizomucor miehei* mikroorganizmasının biyoteknolojik fermantasyonu ile üretilmiş olan mikrobiyal peynir mayası (Fermento 220; Konya, Türkiye) kullanılmıştır. Süte ilave edilecek peynir mayası miktarı, mayanın kuvveti ve firma tarafından önerilen prospektüse göre hazırlanmıştır. Pıhtı oluşum süresi 30 dakika olacak şekilde maya miktarı hesaplanmıştır.

3.1.6.Tuz (NaCl)

Peynir üretiminde kaya tuzu kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

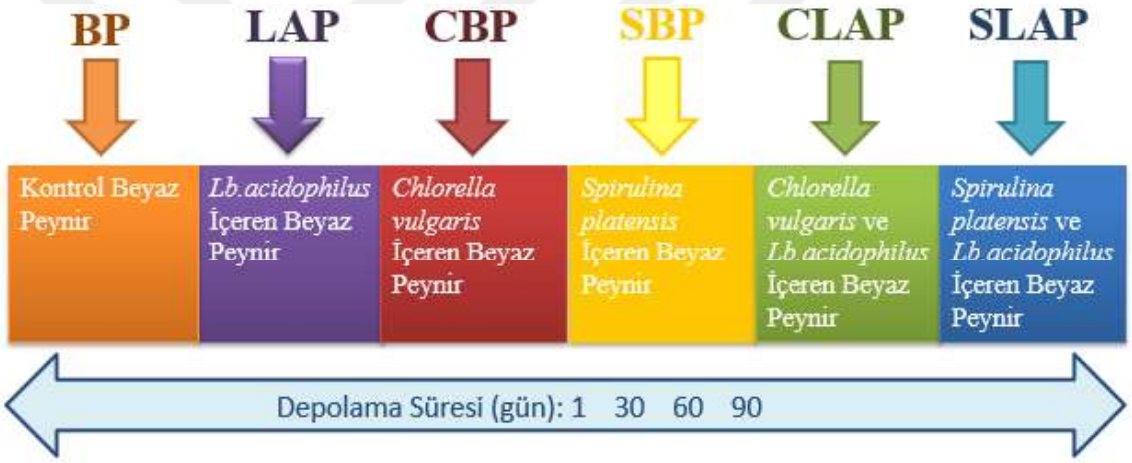
3.2.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan probiyotik kültürün aktive edilmesi

121°C'de 15 dakika sterilize edilen 250 mL MRS-broth (Merck, Germany) içerisine DVS (direct -vat-set, direkt kazan kültürü) *Lb. acidophilus* (LA-5) suşu steril koşullarda ilave edilmiş ve 24 saat 37°C'de inkübasyon işlemi uygulanmıştır. Bu işlem bir kez daha tekrar

edildikten sonra *Lb. acidophilus* (LA-5) suşu steril rekonstitüe süte aseptik koşullarda aktarılmış ve 37ºC'de 24 saat inkübasyona bırakılarak üretim için aktivasyonu tamamlanmıştır.

3.2.2. Beyaz peynir üretimi

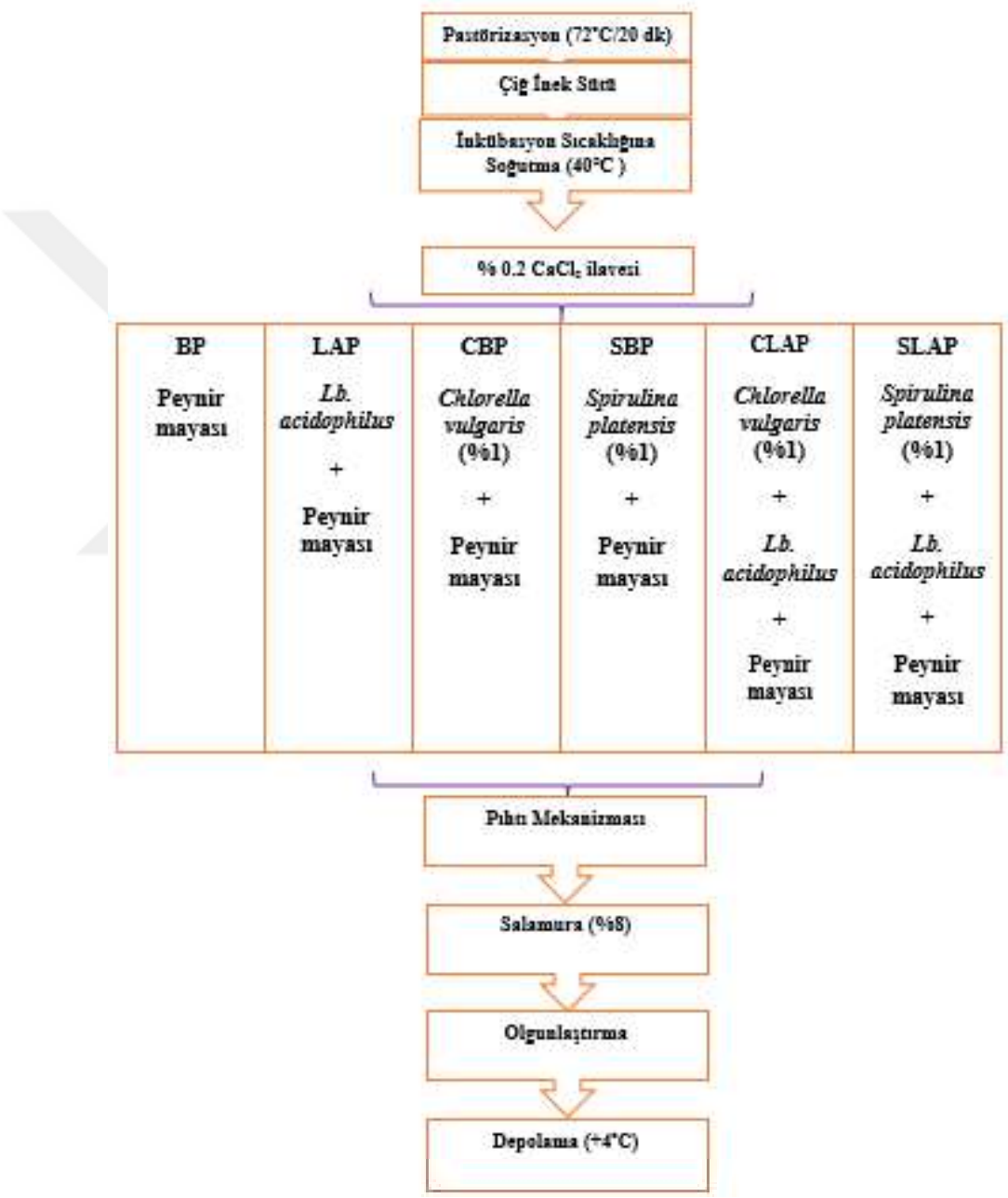
Altı çeşit Beyaz peynir üretimi, Özseymenler Gıda ve Süt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti. (İnegöl, Bursa)'ne ait işletmede gerçekleştirilmiştir. Deneme planı, iki faktörlü altı muameleli olarak uygulanmıştır. İlk faktör Beyaz peynir çeşidi (BP, LAP, CBP, SBP, CLAP ve SLAP), ikinci faktör ise depolama süresi (1., 30., 60. ve 90. gün) dir. Şekil 3.1'de verilen deneme desenine göre üretim gerçekleştirilmiştir.



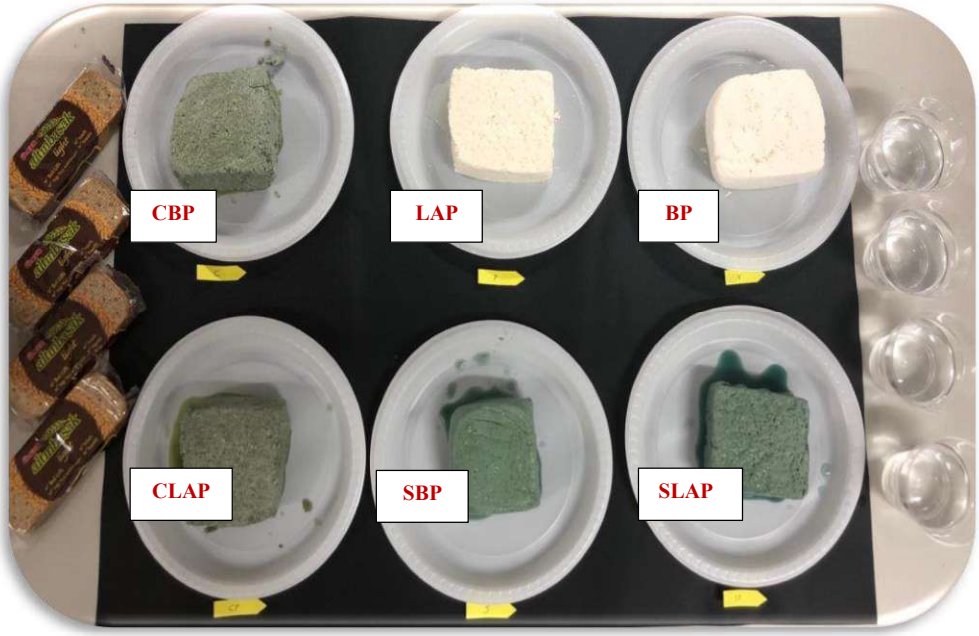
Şekil 3.1. Beyaz peynir üretimine ilişkin deneme deseni

Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütü örneklerinde fiziko-kimyasal analizler yapıldıktan sonra 72ºC'de 20 dakika ısıl işlem uygulandıktan sonra mayalama sıcaklığına (37-40ºC) soğutulmuştur. Süt içerisine $CaCl_2$, alg (%1), probiyotik suş ve peynir mayası ilave edilmiştir. Enzim ilavesinden sonra yaklaşık 30 dakikada pıhtılaşma sağlanmıştır. Pıhtı yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanıp daha sonra ise mercimek bezelye büyüklüğünde (6-7 mm) kırılmıştır. Pıhtı 20 dakika kadar dinlendirilmiş ve pıhtı tanelerinin çökmesi sağlanmıştır. Dinlendirme işleminden sonra peynir altı suyunun daha etkin bir şekilde ayrılması için örnekler cendere bezine aktarılmış ve peynir altı suyu uzaklaştırılana kadar bekletilmiştir. Peynir kalıplarına yerleştirilen örneklere baskı

uygulanarak şekil verilmiştir. Daha sonra kesilerek paketlere alınan örnekler %12'lik salamura ilave edilmiştir. 4 gün %12 salamurada bekletilen örnekler, daha sonra %8 salamura içerisinde 90 gün 4°C'de depolanmıştır. Deneme Beyaz peynirlerine ait üretim prosesi Şekil 3.2'de, üretim sonrası örneklerin resimleri Şekil 3.3'te verilmiştir. Depolamanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde örneklerin mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.2. Deneme Beyaz peynirlerine ait üretim prosesi



Şekil 3.3. Deneme Beyaz peynir örneklerine ait fotoğraflar

3.2.3. Çiğ sütte yapılan analizler

pH Analizi: Hanna pH 211 (Hanna Instrumens-USA) masa tipi pH metre kullanılarak örneklerin pH değerleri saptanmıştır. Her analiz öncesi pH metre standart çözeltiler kullanılarak 20ºC'de pH 4 ve 7 olarak kalibre edilmiş daha sonra homojenize süt örneklerinin pH'ları 20ºC'de direkt olarak okunmuştur.

Titrasyon Asitliği Analizi: Çiğ sütte asitlik tayini alkali titrasyon yöntemiyle yapılmış ve sonuçlar yüzde (%) laktik asit cinsinden elde edilmiştir. Homojen bir sekilde karıştırılan süt örneklerinden erlene 25 mL alınmış ve 1 mL fenol fitalein indikatörü eklendikten sonra 0.1 N NaOH ile hafif pembe renk elde edilinceye dek titre edilmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak % laktik asit cinsinden asitlik miktarı hesaplanmıştır (Bradley ve ark. 1992).

% Laktik asit: [0.1 N NaOH (mL) x NaOH faktörü x 0.009/Süt miktarı (mL)]x 100 (3.1)

Kurumadde Analizi: Sabit tartıma dek 105±2 ºC' de bekletilip desikatörde 15-30 dakika tutularak daraları alınan kuru madde kaplarına yaklaşık 3 mL homojen süt örneğinden hassas terazide (Sartorius, Almanya) tartım yapılmıştır. 105±2 ºC' de etüvde 3 saat tutulup desikatörde soğutularak tartılmış ve sabit ağırlığa gelene kadar bu işleme devam edilmiştir. Sabit tartım sonucu örneklerin kurumaddesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\% \text{ KM: } [M_1 - M / M_2 - M] \times 100 \qquad (3.2)$$

M=Kurutma kabı ağırlığı (g)

M_1=Kurutma kabı ve kurutulmuş örnek ağırlığı (g)

M_2=Örnek ve kurutma kabı ağırlığı (g)

Kül Analizi: Sabit ağırlığa gelene kadar 105±2ºC' de bekletilip desikatörde 15-30 dakika tutularak daraları alınan porselen krozelere homojen süt örneğinden yaklaşık 3 g hassas terazide tartılmıştır. Porselen krozedeki örnekler 105±2ºC' de 1-2 saat tutularak fazla suyun uzaklaşması sağlanmıştır. Örnekler daha sonra kül fırınında sıcaklık kademeli olarak yükseltilerek 550ºC'de beyaz kül elde edilene kadar yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra 105ºC'lik etüve alınan örneklere sabit ağırlığa ulaşana kadar tartma işlemi uygulanmıştır. Sabit tartıma ulaşan örneklerin son tartımları alınarak % olarak kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\% \text{ Kül: } [(M_2 - M_1)/M] \times 100 \qquad (3.3)$$

M_2: yakmadan sonraki kroze + kül ağırlığı, g

M_1: sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı, g

M: alınan örnek ağırlığı, g

Protein Analizi: Çiğ sütteki protein miktarını belirlemek için süt analiz cihazı kullanılmıştır (FOSS, MilkoScan FT1).

Yağ Analizi: Çiğ sütteki yağ miktarını belirlemek için süt analiz cihazı kullanılmıştır (FOSS, MilkoScan FT1).

Maya Miktarı: 1:10 oranında sulandırılan sıvı mayadan 100 mL sütün içerisine 1 mL katılarak pıhtılaşmanın ilk görüldüğü an tespit edilmiştir. Beyaz peynir üretiminde

kullanılacak sütün içerisine katılması gereken maya miktarı, pıhtının kesim olgunluğuna 30 dakikada erişebileceği şekilde hesaplanmıştır (Üçüncü 2008).

$$\text{Maya Miktarı (mL): } [A \times B] / [C \times 60] \quad (3.4)$$

A = 100 ml sütte ilk pıhtı oluşum süresini (s)

B = Pıhtılaştırılacak süt miktarını (kg)

C = Pıhtılaşmanın oluşması için istenilen sürenin (dk) ¼'ü

3.2.4. Beyaz peynir örneklerine yapılan analizler

Mikrobiyolojik analizler

Dilüsyon hazırlanması: Beyaz peynir örnekleri aseptik koşullarda %0.85'lik steril serum fizyolojik ile karıştırılmıştır. Her bir mikroorganizma grubu için 1/10'dan 1/100 000 000 oranına kadar hazırlanan dilüsyonlar kullanılarak dökme ekim yöntemine göre canlı bakteri sayıları belirlenmiştir.

Toplam mezofilik aeorob bakteri (TMAB) sayısı: Toplam mezofilik aerob bakteri sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA; Merck, Germany) besi ortamı kullanılarak dökme plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. 10^{-1}'den 10^{-8}'e kadar hazırlanan dilüsyonlardan 1'er mL steril petri kabına alındıktan sonra, üzerlerine ince bir tabaka halinde önceden eritilmiş ve 40-45ºC'ye soğutulmuş PCA'dan yaklaşık 20 mL kadar dökülmüş ve besiyeri ile örnek karıştırılmıştır. Daha sonra soğuyan petri kapları ters çevrilerek 30ºC'de 72 saat aerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan koloniler (30-300) sayılarak, istatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Anonymous 1987, Karahançer 2018).

Starter olmayan laktik asit bakterileri (NSLAB) sayısı: Beyaz peynir örneklerinde starter olmayan laktik asit bakteri sayımı için De Man, Rogosa ve Sharpe agar (MRS agar; Merck, Germany) kullanılarak dökme plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. 10^{-1}'den 10^{-8}'e kadar hazırlanan dilüsyonlardan 1'er mL steril petri kabına alındıktan

sonra, üzerlerine ince bir tabaka halinde önceden eritilmiş ve 40/45ºC'ye soğutulmuş MRS Agar'dan ilave edilmiş ve besiyeri ile örnek karıştırılmıştır. Daha sonra petriler 37ºC'de 72 saat Anaerobentopf (Merck, Germany) 2.5 L'lik plastik jar saklama kaplarına alınmış ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılarak anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. 37ºC'de 72 saat inkübe edilen örneklerde inkübasyon sonunda oluşan koloniler (30-300) sayılarak gramda laktik asit bakteri sayısı adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Kasımoğlu ve ark. 2004, Özcan 2018).

***Lactobacillus acidophilus* sayısı:** *Lb. acidophilus* sayımı için besiyeri olarak 1 litreye 1.5 g olacak şekilde Bile (Oxoid bile dried pure, Merck, Germany) tartılıp MRS-Agar (Merck, Germany) hazırlanmıştır. 10^{-2}'den 10^{-8}'e kadar hazırlanan dilüsyonlardan 1'er mL steril petri kabına alındıktan sonra, üzerlerine ince bir tabaka halinde önceden eritilmiş ve 40-45ºC'ye soğutulmuş MRS Agar'dan dökülmüş ve besiyeri ile örnek sekiz hareketi yapılarak karıştırılmıştır. Daha sonra petriler 37ºC'de 72 saat Anaerobentopf (Merck, Germany) 2.5 L'lik plastik jar saklama kaplarına alınmış ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılarak anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılarak gramda *Lb. acidophillus* sayısı adet olarak saptanmıştır (Mortazavian ve ark. 2007, Karahançer 2018).

Fiziko-kimyasal analizler

Titrasyon asitliği analizi: Her gruptan Beyaz peynir örneği 20 gram tartılmış ve üzerine 40ºC'deki saf su ilave edilerek havanda homojen karışım elde edilene kadar ezilmiştir. Karışım 250 mL'lik balona aktarılarak aynı sıcaklıktaki saf su ile tamamlanmıştır. Balon içeriği kaba filtre kağıdından süzüldükten sonra, 10'ar mL süzüntüden alınmış ve %1'lik fenolftalein indikatöründen 3 damla ilave edilmiştir. 0.1 N NaOH ile en az 30 saniye açık pembe renk elde edilene kadar titrasyon işlemi yapılmıştır. % asitlik değeri laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Abou-Dobara ve ark. 2016).

$$\% \text{ Laktik asit: } [V \times 0.009 \times F / m] \times 100 \qquad (3.5)$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH (mL)

F = 0.1 N NaOH faktörü

m = Beyaz peynir miktarı (g)

Tuz miktarı: Mohr yönteminin kullanıldığı bu analizde, Beyaz peynir örnek gruplarından 20'şer gram tartılarak her birinin üzerine 40ºC sıcaklıkta saf su ilave edilmiştir. Havanda homojen karışım elde edilene kadar ezilen örnekler 250 mL'lik balon jojelere aktarılarak aynı sıcaklıktaki saf su ile tamamlanmışlardır. Balon joje içerisindeki örnekler, kaba filtre kağıdından süzüldükten sonra 10'ar mL süzüntüden alınarak %5'lik 1 mL K_2CrO_4 eklendikten sonra 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renge kadar titre edilmiştir (AOAC 2000).

$$\% \text{ Tuz: } [(V\text{-}V_0) \times F \times 0.585] / m \qquad (3.6)$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N $AgNO_3$ hacmi (mL)

V_0 = Sabit için harcanan $AgNO_3$ hacmi (mL)

F = $AgNO_3$'ün faktörü

m = Örnek miktarı (g)

Kurumadde analizi: Çiğ süt analizleri yönteminde açıklanan gravimetrik yöntem ile örneklerin kurummadde analizleri gerçekleştirilmiştir (AOAC 2000).

Kül analizi: Çiğ süt analizleri yönteminde açıklanan gravimetrik yöntem ile örneklerin kül analizleri gerçekleştirilmiştir (AOAC 2000).

Kuru maddede tuz: Beyaz peynir örneklerinde kuru maddedeki tuz miktarını belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Kuru madde Tuz (\%): (\%Tuz oranı / \%Kuru madde oranı) x 100} \qquad (3.7)$$

Protein analizi: Peynir örneklerini protein miktarı Kjeldahl Yöntemiyle geliştirilmiş Kjeltec azot tayin cihazı kullanılarak saptanmıştır. Kjeltec yakma tüpü içerisine iyi bir şekilde karıştırılarak homojen hale getirilmiş peynir örneğinden yaklaşık 1 g tartılmıştır. Bunun üzerine 15 mL konsantrasyonu %96–98'lik, yoğunluğu 1.84 g/cm^3 olan H_2SO_4'ten ilave edilmiş selen yakma tableti katılarak yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Yaklaşık 425ºC'de gerçekleştirilen yakma işlemi yakma tüpü içerisindeki karışımın rengi

berraklaştıktan sonra da 30 dakika daha devam ettirilmiştir. Yakma işleminden sonra karışım soğutulmuş ve tüp içerisine 50 mL saf su ile 60 mL konsantrasyonu %40 olan NaOH katılarak damıtma işlemine başlanmıştır. Damıtık toplama kabı içerisine birkaç damla protein indikatörü ve 15 mL %4'lük borik asit koyularak bu kap damıtma düzeneğine yerleştirilmiştir. Damıtma işlemi yaklaşık 150 mL damıtık toplanıncaya dek sürdürülmüştür. Bu işlemden sonra elde edilen damıtık 0.1 N HCl ile titre edilerek harcanan asit miktarı saptanmıştır. Aynı işlemler bir de tanık deneme için yapılarak aşağıdaki formül kullanılarak % azot oranı hesaplanmıştır (AOAC 2005).

$$\%\text{Azot: } [(A - B) \times 0.0014 / G] \times 100 \qquad (3.8)$$

A = Örneğin titrasyonunda harcanan 0.1 N HCl miktarı (mL)

B = Tanık denemenin titrasyonunda harcanan 0.1 N HCl miktarı (mL)

G = Örnek oranı (g)

Bulunan % azot oranı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein miktarı belirlenmiştir.

Yağ analizi: Örneklerin yağ içerikleri sıcak ekstraksiyon metodu kullanılarak SER-148 Series- Solvent Extractors (VELP-Scientifica Italy) cihazı ile belirlenmiştir. Darası alınmış küçük filtre torbalarına kurutulmuş örnekten yaklaşık 4-5 g tartılmıştır. Filtre torbaları ağız kısmına yaklaşık 4 mm mesafeden ısıl kapatıcı ile kapatılmıştır. İçerisine numune tartılıp ağzı kapatılan torbalar 105ºC de 1 saat etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan torbalar desikatörde soğutulup tartılmıştır. Tartılan torbalar yağ analizi cihazına yerleştirilmiştir. Uygun sıcaklık ve süre ayarı yapıldıktan sonra ekstraksiyon cihazı çalıştırılmıştır. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra torbalar 60 dakika 105ºC'lik etüvde bekletilmiş ve etüvden alınıp desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve % yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

Kuru maddede yağ: Peynir örneklerinde kuru maddedeki yağ oranını belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Kuru maddede Yağ (\%): (\% Yağ oranı / \% Kuru madde oranı)} \times 100 \qquad (3.9)$$

Suda eriyen azot analizi: 20'şer gram Beyaz peynir örnekleri havan içerisinde saf su ile ezilerek 250 mL'lik balon jojelere aktarılmış ve saf su ile çizgisine tamamlanmıştır. Balon içeriği kaba filtre kağıdından süzüldükten sonra, süzüntüden 10 mL alınarak Kjeltec azot tayin cihazı kullanılarak % suda eriyen azot miktarı belirlenmiştir (Kurt ve ark. 2007).

Olgunlaşma derecesinin belirlenmesi: Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma derecesini belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Uraz ve Şimşek 1998).

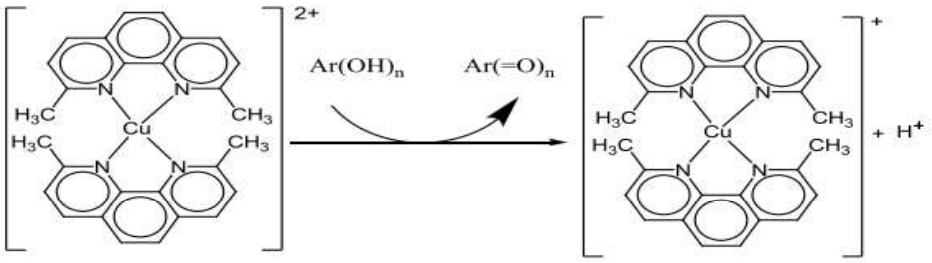
Olgunlaşma Derecesi = (%suda çözünen azot / %toplam azot) x 100 (3.10)

Antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı için ekstrakt hazırlama: Beyaz peynir örnekleri için Yoldaş (2017) ile Timón ve ark. (2019) tarafından önerilen ekstraksiyon yöntemleri modifiye edilmiştir. 10 g peynir örneğinin üzerine 5 mL saf su ilave edilerek 35-37ºC'de kaynar su banyosunda 60 dakika karanlıkta çalkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örnekler 10.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiş ve süzülen örnekler antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı analizlerinde kullanılmıştır.

Toplam antioksidan kapasite analizi

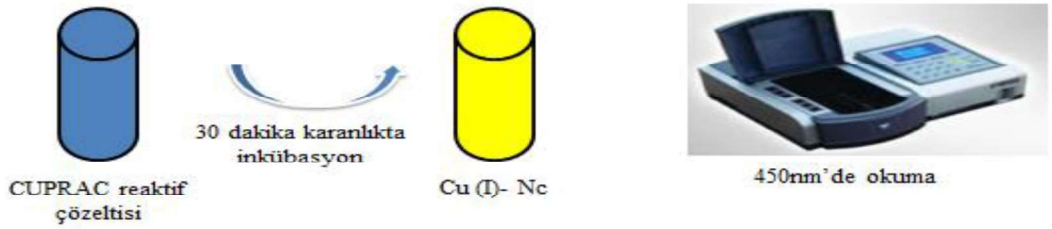
1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikal süpürme aktivitesi: Peynir örneklerinin antioksidan kapasiteleri 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikalinin bağlanma kapasitesinin belirlenmesi ile elde edilmiştir. Stok çözeltisi için % 0.01 DPPH içeren 100 mL'lik metanol hazırlanmıştır (0.03949g DPPH 100 mL'lik balon jojede methanol ile tamamlanmıştır). Stok çözeltisinden 15 mL alınarak balon jojede metanol ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. 100 µL ekstrakt üzerine 3900 µL hazırlanan DPPH çözeltisi eklenmiştir. 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra metanole karşı spektrofotometrede 515nm'de okuma yapılmıştır (Matos ve ark. 2019). Beyaz peynir örnekleri için ekstraktların antioksidan aktiviteleri troloks kalibrasyon grafiği oluşturularak "mg troloks eşdeğeri (TE) / g ekstrakt" olarak hesaplanmıştır.

Bakır (II) iyonu indirgeme esaslı antioksidan kapasite (CUPRAC) analizi: Fenolik hidroksiller, CUPRAC redoks reaksiyonu ile tekabül eden kinon yapılarına dönüşerek Cu(I)-Nc kelatı oluşturur (Şekil 3.4). Oluşan renk, metal→ligand yönünde bir yük aktarımının sonucudur.



Şekil 3.4. Reaksiyon sonucunda Cu(I)-Nc renkli kelatının oluşumu (Apak ve ark. 2004)

Öncelikle amonyum asetat, bakır (II) klorür, neucuproine çözeltileri hazırlanmıştır. Sırasıyla 1 mL bakır (II) klorür, 1 mL neucuproine, 1 mL amonyum asetat, 0,6 mL ekstrakt ve 0.5 mL saf su ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilen örneklerin absorbans değerleri, 450 nm 'de spektrefotometrede saf suya karşı okunmuştur (Apak ve ark. 2004) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. CUPRAC analizi

Sonuçlar hesaplanarak, kalibrasyon grafikleri çizilmiştir. Beyaz peynir örnekleri için ekstraktların antioksidan aktiviteleri gallik asit kalibrasyon grafiklerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).

Toplam Antioksidan Kapasitesi ($\boldsymbol{m}$g GAE/$\boldsymbol{g}$ k.m) = $\mathbf{A}$ /Ɛ × $\mathbf{Vt}$/ $\mathbf{V}$ö × $\mathbf{S}$ × $\mathbf{Ve}$/$\mathbf{m}$ (3.11)

A= 450 nm'de ölçülen örnek absorbansı

Ɛ=Gallik asit bileşiğinin CUPRAC yöntemindeki molar absorplama katsayısı

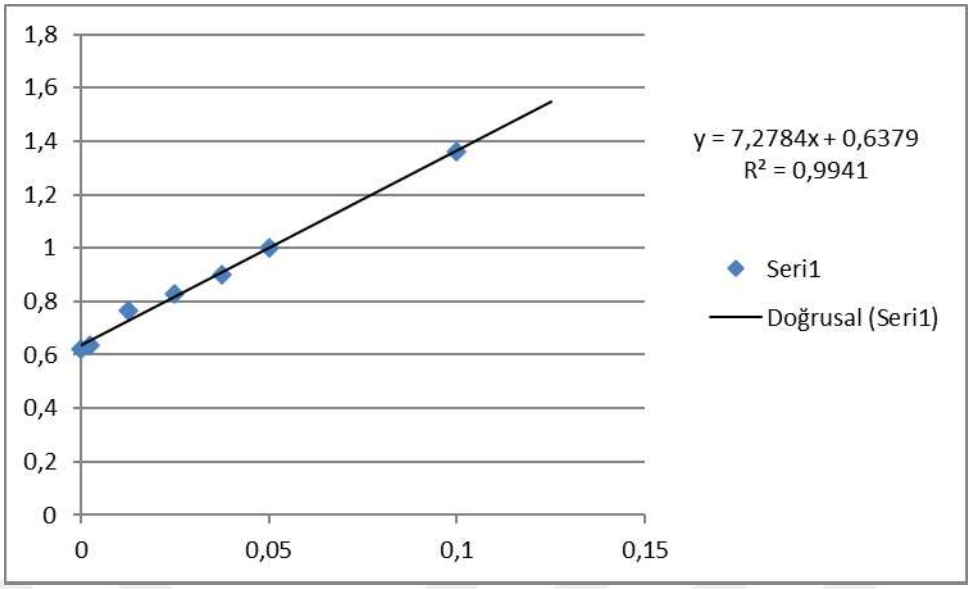
Vt= CUPRAC ölçüm çözeltisinin toplam hacmi (4.1 mL)

Vö= Örnek hacmi (mL)

S= Seyreltme faktörü (seyreltme yapılmayacak ise bu faktör "1" alınır)

Ve= Hazırlanan ekstrenin hacmi (mL)

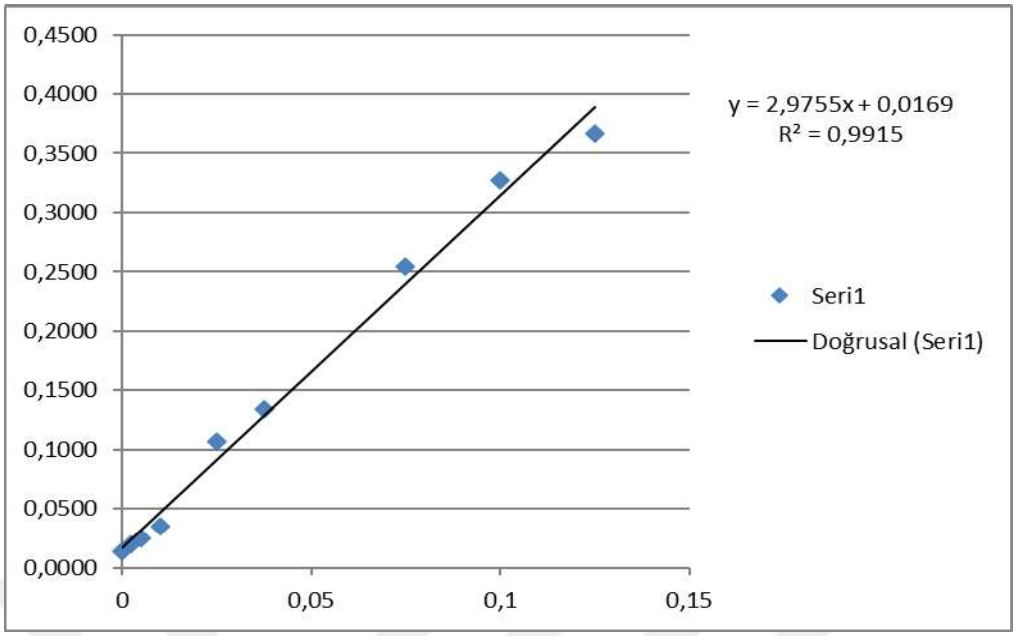
M= Ekstraksiyon işleminde alınan örnek miktarı (g)



Şekil 3.6. CUPRAC metodu antioksidan aktivite tayini hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

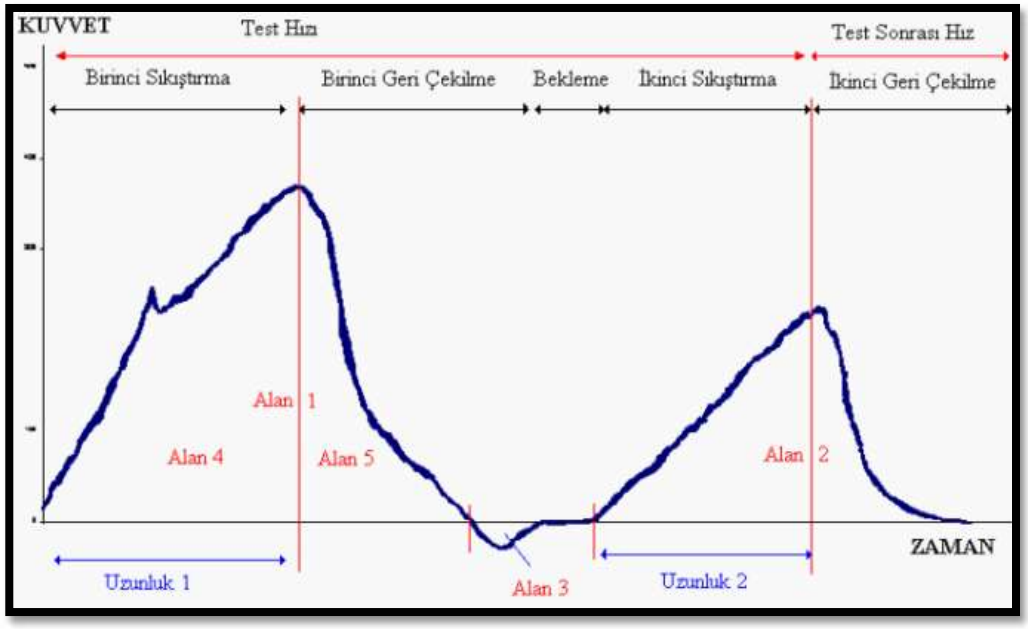
Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi: Toplam fenolik aktiviteyi belirlemede prensip fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Bu analizde 100 µL ekstrakt üzerine 1 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (1:10 oranında saf su ile seyreltilmiş çözelti) ilave edilerek 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra %7.5 Sodyum Karbonat çözeltisi eklenerek örnekler saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. 30 dakika karanlıkta bekletilen örneklerin absorbans değerleri 760 nm'de spektrofotometrede belirlenmiştir (Singh ve ark. 2002).

Farklı konsantrasyonlarda 100 mg L^{-1}'lik stok gallik asit çözeltileri hazırlanarak peynir örneklerine uygulanan analiz ile 760 nm'de stok çözeltilerin absorbans değerleri saptanmış ve standart eğri denklemi oluşturulmuştur. Sonrasında Beyaz peynir örneklerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarları, denklem üzerinden "mg gallik asit eşdeğeri (GAE) g^{-1} ekstrakt" olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Toplam fenolik bileşen miktarı hesaplamasında kullanılan gallik asit kalibrasyon grafiği

Tekstür analizi: Beyaz peynir örneklerinin tekstür özelliklerini belirlemek için Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan TA.XT*plus* Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., U.K) cihazı kullanılmıştır. Beyaz peynir örnekleri 36 x 36 x 25 mm boyutlarında kesildikten sonra 20±2 °C sıcaklıkta P/36 alüminyum silindir prob (36 mm çapında, AACC) kullanılarak tekstürel parametreler ölçülmüştür. Analiz şartları, test hızı 5 mm/s, ilk test hızı 1 mm/s, son test hızı 5 mm/s, kullanılan sıkıştırma kuvveti 5 g ve başlangıç yüksekliği 20 mm olacak şekilde ayarlanmıştır (Baysal 2019). Her peynir örneğinden en az 3 farklı ölçüm yapılmıştır. Elde edilen güç-zaman grafiklerinden örneklerin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelerin hesaplanması Texture Exponent 32 (2007) software (Stable Micro Systems Ltd., U.K) yazılımı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.8). Tekstür profili analizinde belirlenen parametreler, "sertlik (hardness; N)", "dış yapışkanlık (adhesiveness; Nmm; Alan 3)", "esneklik (springiness; mm; Alan 5/Alan 4)", "iç yapışkanlık (cohesiveness; Alan 2 / Alan 1)", "sakızımsılık (gumminess; N)", "çiğnenebilirlik (chewiness; Nmm)" ve "elastikiyet (resilience; Uzunluk 2 / Uzunluk 1)"dir.



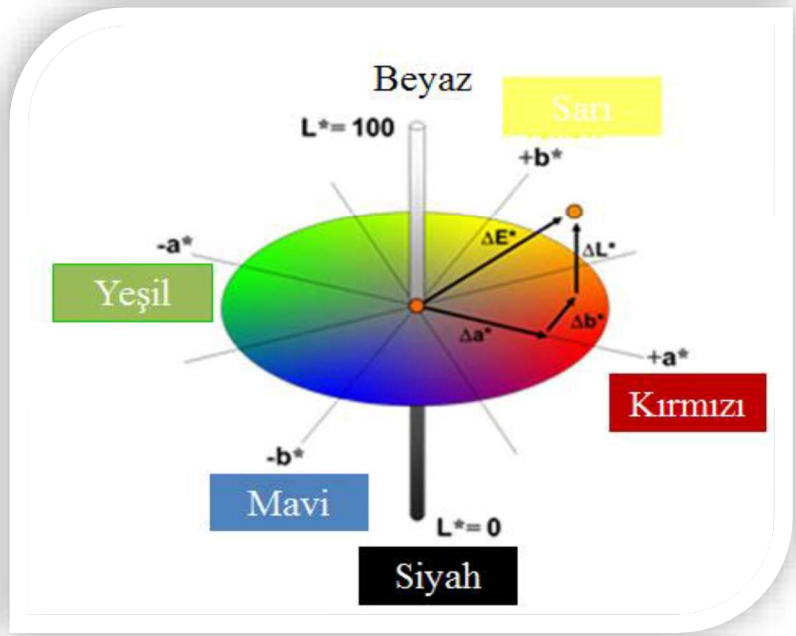
Şekil 3.8. Tekstür profil analizi (https://www.foodelphi.com/gidalarda-yapi-analizleri-tekstur/)

Renk analizi: Konica Minolta Chroma Meter CR- 400 (Japonya) cihazı kullanılarak örneklerin renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Örnekler, kalibrasyonu yapılan cihazın küvetine boşluk kalmayacak şekilde doldurulduktan sonra L* (siyahtan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri), a* (yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri) ve b* (maviden sarıya doğru renk geçiş değeri) değerleri belirlenmiştir (Deveci 2016) (Şekil 3.9). Toplam renk değişimi (ΔE*) hesaplanırken referans olarak seçilen Beyaz peynir örneğine ait L_0, a_0, b_0, değerleri kullanılmıştır. Hue derecesi (renk açısı), kroma (renksel parlaklık) ve ΔE* (toplam renk değişimi) değerleri aşağıda belirtilen formüller kullanılark hesaplanmıştır. h° değerleri 0 ile 360° arasında olup, 0'dan uzaklaştıkça meganta kırmızısı renginin zayıfladığı anlaşılmaktadır (90°sarı, 180° mavimsi yeşil, 270° mavi rengi ifade etmektedir.). Kroma (C*), bir örneğin aynı açıklık veya parlaklıktaki bir griden farklı göründüğü renk yönünü temsil etmektedir (Arslan 2018).

$$\Delta E: \sqrt{(\Delta L)2 + (\Delta a)2 + (\Delta b)2} \qquad (3.12)$$

$h^o = \tan^{-1}\frac{b*}{a*}$

$C^* = \sqrt{(a*)2 + (b*)2}$



Şekil 3.9. L, a* ve b* parametrelerinin renk skalası

Duyusal analizler: Üretimi gerçekleştirilen Beyaz peynirlerin duyusal değerlendirmesi Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 6 panelist tarafından gerçekleştirilmiş. Peynirler, "renk ve görünüş", "yapı ve tekstür", "koku", "tat ve aroma", "toplam kabul edilebilirlik" parametrelerine göre değerlendirilmiştir. 5 puanlık skala kullanılarak "1: Hiç beğenmedim", "2: Beğenmedim", "3: Ne beğendim ne de beğenmedim", "4: Beğendim", ve "5: Çok beğendim" şeklinde örnekler derecelendirilmiştir.

İstatistiksel analizler

Peynir örneklerinde örnek çeşitleri ve depolama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla tesadüf parselleri deneme deseni ve buna göre varyans analizi uygulanmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynakları, Fischer çoklu karşılaştırma testi kullanılarak $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeyinde karşılaştırmaları yapılmıştır (MINITAB 17 Statistical Software).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Çiğ inek sütü sütünün özellikleri

Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği (Tebliğ No: 2019/12)'ne göre çiğ inek sütü en az %2.9 protein, %3.5 yağ (tam yağlı), %8.0 yağsız kuru madde içermeli ve laktik asit cinsinden asitlik değeri %0.135-0.200 olması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada kullanılan çiğ sütün fiziko-kimyasal özellikleri Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 3.2).

4.2. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

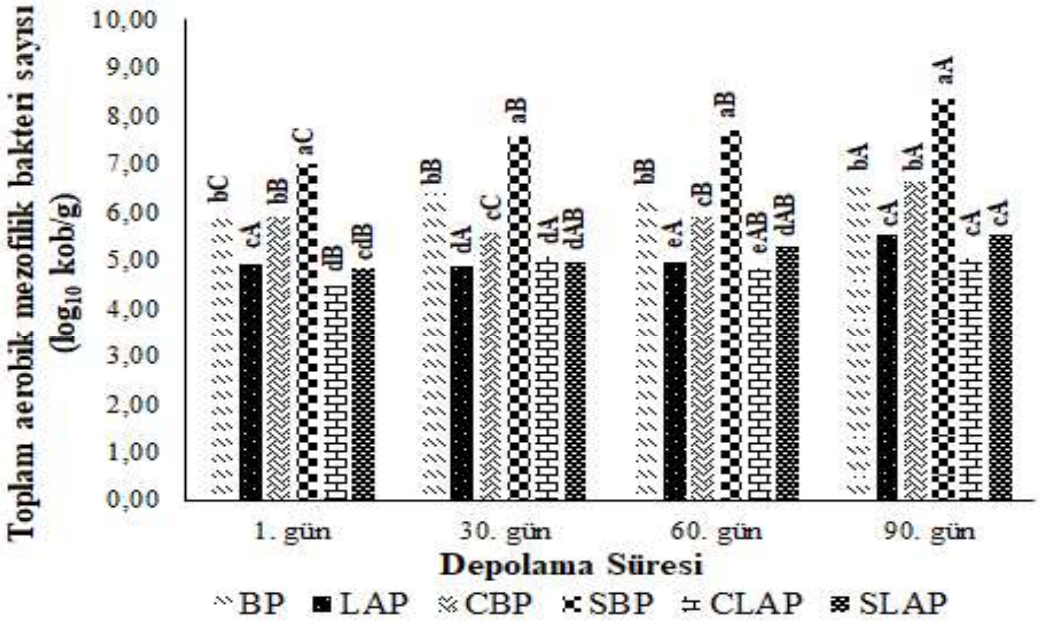
4.2.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı

Peynirde yer alan mikroorganizmaların büyük bir kısmını oluşturan aerob mezofilik bakteriler; özel besin öğelerine gereksinim duymamakta, nötr ve hafif asidik ortamlarda kolaylıkla çoğalabilmektedir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı ile hammadde, üretim, paketleme, depolama ve taşıma koşulları hakkında bilgi edinilerek bu süreçlerin asgari standartlara uygun olup olmadığı belirlenmektedir. Ayrıca aerobik mezofilik bakteri sayımı, gıdada bozulma sürecini ve raf ömrünü saptamak amacı ile de kullanılmaktadır (Doğan ve Tükel 2000, Vural-Yıldız 2019).

Beyaz peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısındaki değişim Çizelge 4.1'de verilmiştir. Peynir örneklerine ait en düşük TMAB sayısı 4.48 $\log_{10}$ kob/g depolamanın 0. gününde CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren probiyotik peynir) örneğinde, en yüksek TMAB sayısı 8.37 log10 kob/g ise 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama en düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı (5.54 $\log_{10}$ kob/g) 1. günde, ortalama en yüksek (6.31 $\log_{10}$ kob/g) ise 90. günde belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki değişimi (log_{10} kob/g)

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	6.04	6.40	6.36	6.67
LAP	4.95	4.88	4.98	5.54
CBP	5.90	5.59	5.91	6.65
SBP	7.00	7.60	7.73	8.37
CLAP	4.48	5.10	4.85	5.07
SLAP	4.85	4.99	5.30	5.54
EN KÜÇÜK	4.48	4.88	4.85	5.07
EN BÜYÜK	7.00	7.60	7.73	8.37
ORTALAMA	5.54	5.76	5.85	6.31



Şekil 4.1. Depolama süresince Beyaz peynir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Depolama süresince Beyaz peynir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim ve istatistiksel değerlendirmeler Şekil 4.1'de verilmiştir. Depolama sürelerinde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmış olup ($p<0.01$), örneklerin ayrı gruplarda olduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek sayıda TMAB içerdiği gözlenmiş olup bu örneği BP (Beyaz peynir) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örnekleri izlemiştir. En düşük TMAB sayısının ise CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince tüm peynir örneklerinde TMAB sayısının arttığı belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi ve LSD testi sonuçlarının yer aldığı Çizelge 4.4'e göre örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Beyaz peynir örnek çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre TMAB sayısı SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde en yüksek sayıda saptanmıştır (7.96 $\log_{10}$ kob/g) ($p<0.01$, Çizelge 4.4). Bu örneği sırasıyla BP (Beyaz peynir; 6.37 $\log_{10}$ kob/g) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 5.81 $\log_{10}$ kob/g) örnekleri izlemiştir. CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.68 $\log_{10}$ kob/g) örneğinin ise en düşük TMAB sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklerin TMAB sayısı üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde; 90. günde (6.37 kob/g) en yüksek sayıya, 1. günde (5.49 $\log_{10}$ kob/g) ise en düşük sayıya sahiptir, depolama süresince genel olarak bir artış gözlenmiştir.

Karakuş ve Alperden (1992), Beyaz peynir örneklerinde toplam aerob mezofil canlı bakteri (TMAB) sayısını $2x10^4$ kob/g ile $2.8x10^7$ kob/g arasında tespit etmiş olup ortalama $5.8x10^6$ kob/g olarak belirtmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, Beyaz peynirlerdeki toplam mezofil aerobik bakteri sayısının $1.8x10^6 – 6.0x10^8$ kob/g değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Uğur 2001).

Uraz ve Özer (1999) tarafından yapılan çalışmada depolama boyunca genel olarak TMAB sayısında artış gözlenmiştir.

TMAB sayılarında meydana gelen bu değişimler çiğ sütün kalitesine, çiğ süte uygulanan ısıl işlemlere, peynir üretim ve olgunlaşma şartlarına, üretimde starter kültür kulanılıp kullanılmamasına göre farklılık gösterebilmektedir (Fontecha ve ark. 1990).

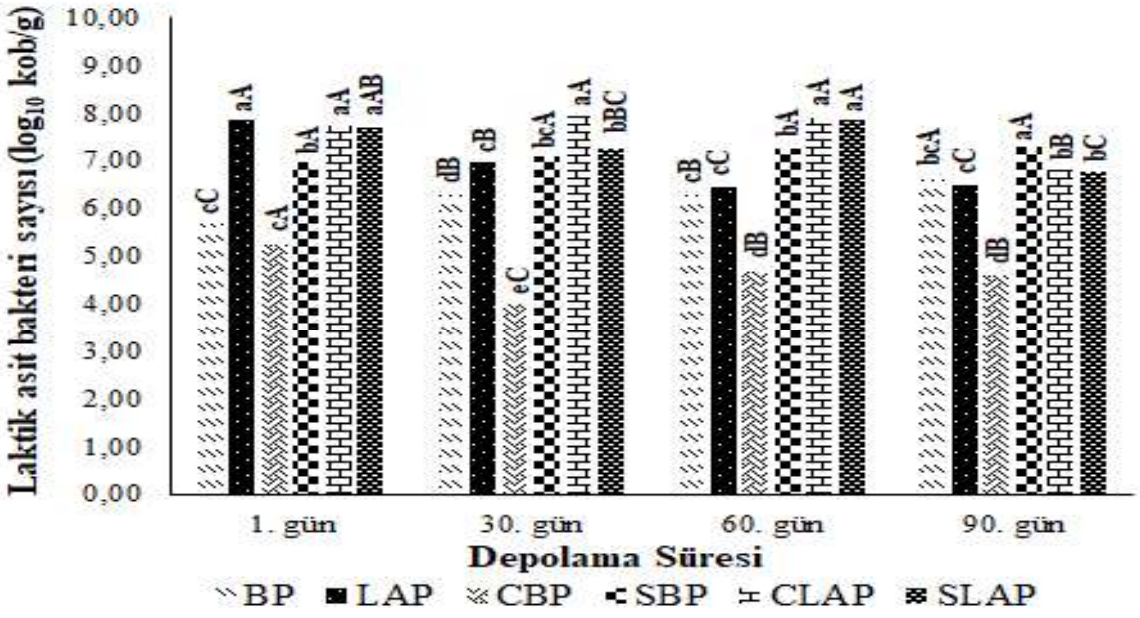
4.2.2. Starter olmayan laktik asit bakteri (NSLAB) sayısı

Birçok peynirin mikrobiyotasında, üretim sırasında peynir sütüne ilave edilen laktik kültürlerin yanı sıra "starter olmayan laktik asit bakterileri" olarak adlandırılan diğer LAB de bulunmaktadır. Bu bakterilerin başlıca kaynakları çiğ süt, yetersiz pastörizasyon, pastörizasyon sonrası kontaminasyon, süt işleme ekipmanlarında oluşan biyofimler ve peynir üretim ortamıdır. Starter olmayan LAB'lerinin büyük bir çoğunluğu tuza dayanıklı ve aside toleranslı fakültatif anaerob baktariler olup, peynirde iyi bir gelişme göstererek mikrobiyotaya hakim olmakta ve olgunlaşma sırasında sayıları da artmaktadır. Starter olmayan LAB'lerinin peynir olgunlaşmasına katkısı mikrobiyotada bulunan bakteri türleri ve suşları ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine bağlı olarak değişebilmektedir. MRS agarda gelişen starter olmayan laktik asit bakterilerinin, sütün pastörizasyonundan sonra canlı kalabilen ikincil flora olarak belirtilen *Lactobacillus, Pediococcus* ve *Micrococcus* türlerinden oluştuğu bildirilmektedir (Ong ve Shah 2009, Settanni ve Moschetti 2010, Hayaloğlu ve Özer 2011).

Beyaz peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda elde edilen laktik asit bakteri (LAB) sayısı Çizelge 4.2'de verilmiştir. Peynir örneklerine ait en düşük LAB sayısı 4.00 $\log_{10}$ kob/g ile depolamanın 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren probiyotik peynir) örneğinde, en yüksek LAB sayısı 7.94 $\log_{10}$ kob/g ise 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolamaya bağlı olarak ortalama en düşük laktik asit bakteri sayısı ise 6.43 $\log_{10}$ kob/g ile 90. günde, ortalama en yüksek 6.88 $\log_{10}$ kob/g ile 1. günde saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince laktik asit bakteri sayısındaki değişim (log_{10} kob/g)

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	5.70	6.29	6.28	6.61
LAP	7.87	7.00	6.48	6.49
CBP	5.26	4.00	4.70	4.62
SBP	7.00	7.12	7.25	7.30
CLAP	7.73	7.94	7.92	6.81
SLAP	7.73	7.28	7.88	6.78
EN KÜÇÜK	5.26	4.00	4.70	4.62
EN BÜYÜK	7.87	7.94	7.92	7.30
ORTALAMA	6.88	6.61	6.75	6.43



Şekil 4.2. Depolama süresince Beyaz peynir örneklerinin laktik asit bakteri sayılarındaki değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Depolama süresince Beyaz peynir örneklerinin laktik asit bakteri sayılarındaki değişimi ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Depolama sürelerinde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmış olup ($p<0.01$), örneklerin ayrı gruplarda olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek sayıda LAB içerdiği belirlenmiştir. Bu örneği SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) izlemiştir. Depolama süresince en düşük LAB sayısının CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olduğu tespit edilmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi ve LSD testi sonuçlarının yer aldığı Çizelge 4.4'e göre örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Beyaz peynir örnek çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre LAB sayısı SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 7.65 $\log_{10}$ kob/g) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 7.52 $\log_{10}$ kob/g) örneklerinde en yüksek sayıda tespit edilmiş olup, bu örnekleri SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 7.06 $\log_{10}$ kob/g) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 6.78 $\log_{10}$ kob/g) çeşitleri takip etmiştir. En düşük LAB sayısının ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olduğu belirlenmiştir (4.48 $\log_{10}$ kob/g) ($p<0.01$, Çizelge 4.4). Örneklerin LAB sayısı üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde; 1. günde (6.87 $\log_{10}$ kob/g) ve 60. günde (6.79 $\log_{10}$ kob/g) en yüksek sayı, 90. günde (6.37 $\log_{10}$ kob/g) ise en düşük sayı belirlenmiştir. Benzer şekilde, çiğ sütten üretilen Beyaz peynirlerde MRS agarda gelişen LAB sayısının 105 günlük olgunlaşma süresince ortalama 7.90 log kob/g'dan 6.40 log kob/g'a azaldığı saptanmıştır (Öner ve ark. 2006).

Yapılan çalışmalarda, peynirde gelişen asitliğin LAB gelişimini inhibe etmesi, bakteri lizisi ve hücre ölümleri, çevresel koşullara daha iyi adapte olan diğer mikrobiyal gruplarla rekabet etmesi, enzimlerinin hidrolitik aktivitesi ve peynirin tuz konsantrasyonu gibi faktörlerin depolama süresince peynirdeki LAB sayısında azalmaya neden olduğunu bildirmektedir (Yangılar 2010, Şahingil 2012, Diezhandino ve ark. 2015).

Parada ve ark. (1998), üstel gelişme aşamasında *Spirulina*'dan elde edilen ekstraselular ürünlerin in vitro ortamda *Lactobacillus bulgaricus, Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* ve *Streptococcus thermophilus*'un gelişmesini desteklediğini bildirmişlerdir.

Molnar ve ark. (2005), *Spirulina* biyokütlesinin çeşitli mezofilik laktik asit bakterilerinin asit üretimini örnemli oranda arttırdığını belirlemişlerdir. 4±2ºC'de iki haftalık depolama süresince mezofilik laktik asit bakterilerin canlılığını arttırdığı fakat iki hafta sonra bakteri canlılığının yavaş bir şekilde azaldığını saptamışlardır. *Spirulina*'nın alkali karakteri nedeni ile önemli tamponlama kapasitesine sahip olması asit oluşumu ve bakteri canlılığı üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir.

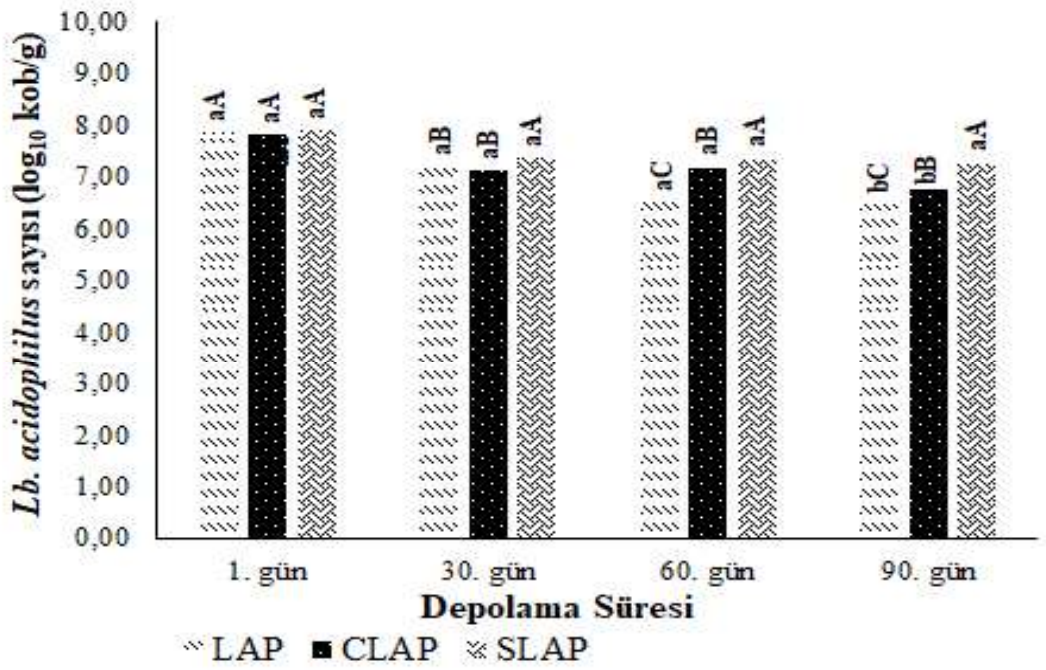
4.2.3. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

Diyetetik, profilaktik ve terapötik etkilere sahip *Lb. acidophilus,* peynirlere probiyotik özellik kazandırmak amacı ile son yıllarda en fazla kullanılan bakteridir. *Lb. acidophilus* gibi probiyotik bakterilerin peynirlere eklenmesi ile peynire fonksiyonel özellik kazandırılmakla beraber peynirin yapısını geliştirmek ve duyusal kalitesini arttırmak da amaçlanmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda elde edilen *Lb. acidophilus* sayısı Çizelge 4.3'te verilmektedir. Beyaz peynir örneklerine ait en düşük *Lb. acidophilus* sayısı 6.48 $\log_{10}$ kob/g ile depolamanın 90. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren probiyotik peynir) örneğinde, en yüksek *Lb. acidophilus* sayısı 7.91 $\log_{10}$ kob/g ise 1. gününde SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolamaya bağlı olarak ortalama en düşük *Lb. acidophilus* sayısı ise 6.84 $\log_{10}$ kob/g ile 90. günde, ortalama en yüksek 7.86 $\log_{10}$ kob/g ile 1. günde saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince *Lb. acidophilus* sayısındaki değişim (log_{10} kob/g)

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
LAP	7.87	7.33	6.57	6.48
CLAP	7.82	7.13	7.19	6.76
SLAP	7.91	7.40	7.36	7.28
EN KÜÇÜK	7.82	7.13	6.57	6.48
EN BÜYÜK	7.91	7.40	7.36	7.28
ORTALAMA	7.86	7.29	7.04	6.84



Şekil 4.3. Depolama süresince Beyaz peynir örneklerinin *Lb. acidophilus* sayılarının değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince mikroorganizma sayısındaki değişimi ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.3'te verilmiştir. Depolama sürelerinde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Depolamanın ilk 60

günü örnekler arasında *Lb. acidophilus* sayısı açısından istatistiksel olarak farklılık saptanmamış olup ($p>0.05$), çeşitler aynı grupta yer almıştır. Depolama süresince SLAP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde *Lb. acidophilus* sayısında bir azalma olmamakla beraber LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde azalma gözlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi ve LSD testi sonuçlarının yer aldığı Çizelge 4.4'e göre *Lb. acidophilus* sayısı açısından örnek çeşidi, depolama süresi, örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Beyaz peynir örnek çeşitleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan karşılaştırma testi sonuçlarına göre, *Lb. acidophilus* sayısı SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 7.48 $\log_{10}$ kob/g) örneğinde en yüksek sayıda saptanmış olup bu örneği CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 7.17 $\log_{10}$ kob/g), örneği takip etmiştir. En düşük *Lb. acidophilus* sayısının ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 7.08 $\log_{10}$ kob/g) örneğine ait olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$, Çizelge 4.4). Örneklerin *Lb. acidophilus* sayısı üzerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde; 1. günde (7.89 $\log_{10}$ kob/g) en yüksek sayı, 90. günde (6.79 $\log_{10}$ kob/g) ise en düşük sayı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Mazinani ve ark. (2016), farklı oranlarda *Mentha longifolia* (%0.5 ve %1) ve *S. platensis* (%0, 0.3, 0.5 ve 9.8) ile *Lb. acidophilus* kullanılarak üretilen probiyotik Feta peynirinde, 45 günlük depolama süresince *Lb. acidophilus* sayısının 7.14-7.64 $\log_{10}$ kob/g arasında değiştiğini saptamıştır.

Varga ve ark. (2002), Guldas ve Irkin (2010), Beheshtipour (2012), ve Mocanu ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmalarda *Spirulina* biyokütlesinin fermente süt ve yoğurtta kullanıldığında probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine stimüle edici etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar *S. platensis*'in probiyotik stimule edici etkisinin bileşiminde yer alan vitaminler, amino asitler, mineral maddeler ile pepton, adenin ve hipoksantinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Tamime ve ark. (2005), probiyotik gıdaların sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmesi için depolama süresince ürünün en az 10^6 kob/g canlı mikroorganizma içermesi, beklenen terapötik etkinin görülebilmesi için de üründe günlük alınması gereken miktarın 10^8-10^9 kob/g olması gerektiğini belirtmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri

Tebliği'nde toplam spesifik mikroorganizmanın en az 10^7 kob/g, etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizmanın ise 10^6 kob/g olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2009). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-2'de yer alan "Hastalık Riskinin Azaltılmasına, Çocukların Gelişimi ve Sağlığına İlişkin Beyanlar Dışındaki Sağlık Beyanları Listesi"nde gıdanın probiyotik olarak nitelendirilmesi için en az $1.0x10^6$ kob/g canlı probiyotik mikroorganizma içermesi gerektiği ifade edilmektedir (Anonim 2017b). Bu çalışmada, 90 gün depolama sonunda *Lb. acidophilus* sayısının her iki yönetmelikte istenen değerlere paralellik gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince mikroorganizma (TMAB, LAB, *Lb. acidophilus*) değişimine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	**N**	**TMAB Sayısı (log_{10} kob/g)**	**LAB Sayısı (log_{10} kob/g)**	***Lb. acidophilus* Sayısı (log_{10} kob/g)**
BP	8	6.37^{b}	6.23^{d}	-
LAP	8	5.04^{e}	6.78^{c}	7.08^{c}
CBP	8	5.81^{c}	4.48^{e}	-
SBP	8	7.96^{a}	7.65^{a}	-
CLAP	8	4.68^{f}	7.52^{a}	7.17^{b}
SLAP	8	5.36^{d}	7.06^{b}	7.48^{a}
Depolama Süresi (gün)				
1.gün	12	5.49^{d}	6.87^{a}	7.89^{a}
30. gün	12	5.66^{c}	6.56^{b}	7.30^{b}
60. gün	12	5.90^{b}	6.79^{a}	7.01^{c}
90. gün	12	6.34^{a}	6.37^{c}	6.79^{d}
ANOVA				
Örnek Çeşidi		**	**	**
Depolama Süresi		**	**	**
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		**	**	**

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p<0.01$; * $p<0.05$

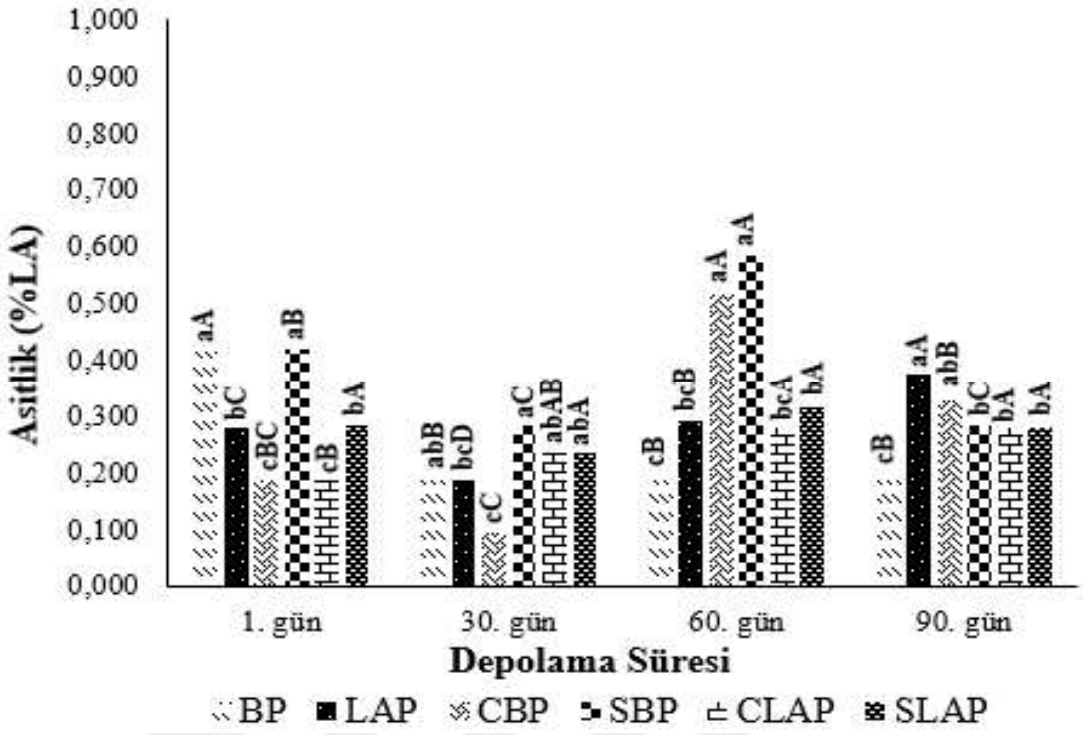
4.3. Beyaz Peynir Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Titrasyon asitliği: Peynirde asitlik, üretim ve depolama süresince laktozun parçalanma oranını, ürünün standartlara uygunluğunu ve olgunlaşma düzeyini gösteren önemli bir fiziko-kimyasal parametredir. Ayrıca üretim ve depolama sırasında gelişen asitlik peynirlerin tekstürel yapısını ile aroma kalitesini etkilemekte ve bozulmaya neden olan bakterilere karşı koruyucu özellik sağlamaktadır (Kayaalp-Özdemir 2016, Öner ve Şanlıdere-Aloğlu 2018).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Çizelge 4.5'de verilmiştir. Örneklerin en düşük titrasyon asitliği değeri (%0.09) depolamanın 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek titrasyon asitliği değeri (%0.59) ise 60. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.20 ile %0.36 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	0.41	0.19	0.19	0.19
LAP	0.28	0.19	0.29	0.37
CBP	0.19	0.09	0.52	0.33
SBP	0.42	0.28	0.59	0.28
CLAP	0.19	0.23	0.28	0.28
SLAP	0.28	0.23	0.31	0.28
EN KÜÇÜK	0.19	0.09	0.19	0.19
EN BÜYÜK	0.42	0.28	0.59	0.37
ORTALAMA	0.29	0.20	0.36	0.29



Şekil 4.4. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği (%) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerine ilişkin laktik asit cinsinden % titrasyon asitliği değerlerinin değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.4'te verilmiştir. Örneklerin depolama süresince en düşük titrasyon asitliği değerine 1. ve 30. günde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 60. ve 90. günde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. En yüksek titrasyon asitliği değerleri ise 1., 30. ve 60. günlerde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde; 90. günde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolamanın ilk 60 günü BP ve LAP örnekleri haricinde diğer tüm örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin arttığı daha sonra ise azaldığı saptanmıştır.

Karahançer (2018), *B. bifidum* veya *Lb. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirin titrasyon asitliği değerlerinin kontrol grubu beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Darwish (2017), *S. platensis* ilaveli Kareish peynirinde, mikroalgin starter kültürlerin gelişimi stimüle ettiği için alg içeren peynirlerin daha yüksek asitliğe sahip olduğunu bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin titrasyon asitliği değeri üzerine olan etkisi istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Örnekler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneği (%0.37) en yüksek değere sahip olup diğer tüm örnekler aynı grupta yer almıştır. Örneklerin depolama süresince titrasyon asitliği değeri arasında oluşan farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Örneklerin depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değeri üzerine etkisi incelendiğinde; 1. ve 90. günde oluşan titrasyon asitliği değerinin %0.29 iken, 60. gün depolanan örneklerde %0.36 ile en yüksek titrasyon asitliği değerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15, $p<0.01$). 30. ve 60. günlerde titrasyon asitliğinde gözlenen artışın sebebinin laktozun parçalanarak laktik aside dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mahmoudi ve ark. (2012), probiyotik İran Beyaz peyniri örneklerinde depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin %0.11–0.76 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Dabevska-Kostoska ve ark. (2015), probiyotik Beyaz peynir ve kontrol Beyaz peynir örneklerinin 40 günlük depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin %0.97 ile %1.68 arasında belirlemişler ve probiyotik örneğin titrasyon asitliğinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

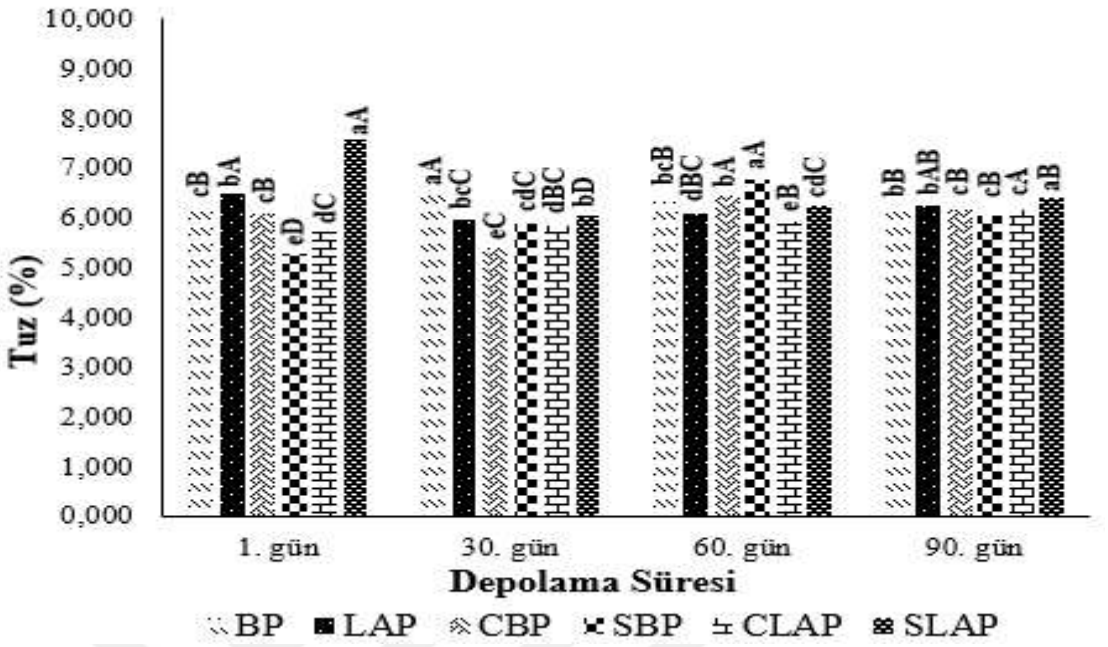
Titrasyon asitliğinde depolama süresince görülen stabil olmayan değişikliklere, kuru madde miktarında meydana gelen değişimler ile serbest aminoasitlerin deaminasyonu sonucunda oluşan amonyak ve/veya laktik asidin metabolize olması sonucu açığa çıkan bazik özellikteki karbonil ve amonyak gibi bileşenler neden olabilmektedir (Azarnia ve ark. 1997, Prieto ve ark. 2000, Bulat 2011, Kayaalp-Özdemir 2016, Koçak 2017). Ayrıca peynirin titrasyon asitliği; nem içeriği, laktoz miktarı, tuz miktarı, olgunlaşma sırasında faaliyet gösteren starter bakteriler ve ürünün depolama şartları titrasyon asitliğini etkileyebilmektedir (Yılmaztekin 2001).

Tuz: Peynirin olgunlaşma aşamasında büyük öneme sahip olan tuz; tat, aroma, renk, tekstür, kabuk oluşumunu önleme, yabancı mikroorganizmaların gelişiminin kontrol altına alınması bunun sonucunda asitlik gelişiminin azalması ve su aktivitesinin azaltılmasında rol oynamaktadır. Ayrıca enzim aktivitesi; para-k-kazeinin hidrasyonunu, glikoliz, proteoliz, lipoliz gibi biyokimyasal reaksiyonları düzenlemektedir (Kaya 2002, El-Bakry ve ark. 2011, Yanmaz 2019). Tuz oranının düşük olması; su aktivitesini, proteolizi ve asitliği arttırarak acı tat ve istenmeyen aroma maddelerinin oluşmasına neden olurken peynirin sertliğini azaltarak tekstürünü de olumsuz etkilemektedir. Tuz oranının yüksek olması ise; serbest yağ asitlerinin ve su oranının düşmesini, peynirin reolojisinin düzelmesini, serum miktarının azalmasını ve erime özelliğinin iyileşmesini sağlamaktadır (Rowney ve ark. 2004, Ma ve ark. 2013).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % tuz değerlerindeki değişim Çizelge 4.6'da verilmiştir. Örneklerin en düşük % tuz değeri (%5.28) depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek % tuz değeri (%7.57) ise 1. gününde SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama tuz değerlerinin %5.94 ile %6.29 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % tuz değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	6.26	6.52	6.32	6.26
LAP	6.49	5.97	6.10	6.26
CBP	6.07	5.40	6.44	6.15
SBP	5.28	5.86	6.75	6.05
CLAP	5.73	5.83	5.91	6.15
SLAP	7.57	6.05	6.24	6.42
EN KÜÇÜK	5.28	5.40	5.91	6.05
EN BÜYÜK	7.57	6.52	6.75	6.42
ORTALAMA	6.23	5.94	6.29	6.21



Şekil 4.5. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince tuz (%) değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince tuz değerlerinin değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.5'de verilmiştir. En düşük %tuz değerleri depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), 60. gününde ise CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gün BP (Beyaz peynir) ve 60. gün ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolamanın 60. gününden sonra CLAP örneği harici diğer peynir çeşitlerinde tuz değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin tuz değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek tuz miktarının BP (Beyaz peynir; %6.37) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir;

%6.47) örneklerinde; en az tuz miktarının ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; %5.89), SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; %5,96), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %5.89) örneklerinde olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında faklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 60. gününde en yüksek (%6.29) 30. gününde ise en düşük (%5.94) % tuz değeri belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Gürsoy ve ark. (2014) *B. longum* içeren Beyaz peynirlerde 90 günlük depolama süresince tuz miktarlarının %4.72- %7.49 arasında değiştiğini saptamışlar ve probiyotik bakteri kullanılmasının peynirin tuz miktarı üzerine etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

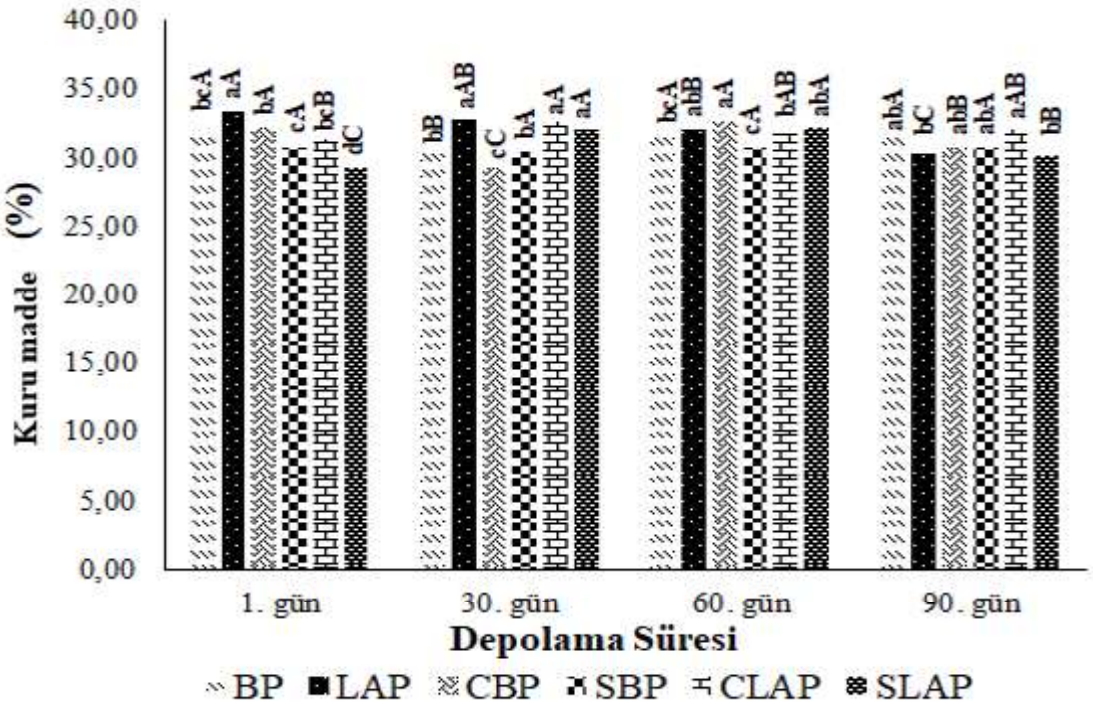
Beyaz peynir gibi salamurada tuzlama prosesi olan peynirlerin tuz içerikleri, salamuranın tuz konsantrasyonu/sıcaklığı/pH'sı, tuzlama süresi, telemenin sıcaklığı/pH'sı, peynir kalıplarının büyüklüğü gibi faktörlerden etkilenmektedir. Peynir ile salamura arasında osmotik basınç dengelenene kadar salamuradaki tuz iyonları peynir matriksi içerisinde dağılım göstermektedir (Melilli ve ark. 2003, Guinee 2004 ve Guinee ve ark. 2017).

Kuru madde: Peynirdeki kuru madde değeri, süt özelliklerinden etkilenmekte olup peynir kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir parametredir. Peynirin nem içeriği, yağ içeriği, besinsel değerleri, fonksiyonel özelliği ve asitliği peynir kuru maddesine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Tarakçı ve Akyüz 2009).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % kuru maddede değerlerindeki değişim Çizelge 4.7'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük (%29.27) kuru madde değeri depolamanın 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (%33.38) kuru madde değeri depolamanın 1. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama kuru madde değerlerinin %30.98 ile %31.87 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % kuru madde değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	31.83	30.82	31.58	31.62
LAP	33.38	32.76	32.13	30.33
CBP	32.22	29.27	32.66	30.75
SBP	30.76	30.50	30.83	30.85
CLAP	31.38	32.63	31.75	32.16
SLAP	29.35	32.09	32.24	30.18
EN KÜÇÜK	29.35	29.27	30.83	30.18
EN BÜYÜK	33.38	32.76	32.66	32.16
ORTALAMA	31.49	31.35	31.87	30.98



Şekil 4.6. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru madde (%) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru madde (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.6'da verilmiştir. En düşük kuru madde değerleri depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), 60. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 90. gününde ise LAP ve SLAP örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 30., 60. günlerinde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Aynı zamanda depolama süresince kuru madde değerinde en fazla azalma LAP örneğinde belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin kuru madde değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek (%32.27 ve %32.11) kuru madde miktarı LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerine aittir. Diğer tüm peynir örnekleri (BP, CBP, SBP, SLAP) ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 60. gününde en yüksek (%31.87) kuru madde değeri, 90. gününde ise en düşük (%30.98) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$). Depolama süresince Beyaz peynir gibi salamurada bekletilen peynirlerde görülen kuru madde değerlerindeki azalmaya, peptit bağlarının parçalanması sonucu peynire su geçişini sağlayan yeni iyonik grupların açığa çıkması, proteoliz sonucu oluşan suda çözünür protein ve peptitlerin salamuraya geçişi ve düşük depolama sıcaklığının proteinlerin su bağlama kapasitelerini arttırmasının neden olabileceği bildirilmektedir (Akalın ve Karaman 2011, Erkaya 2014).

Karahan (2016) tarafından yapılan çalışmada Beyaz peynir kuru madde değeri %32.28 ile %40.72 arasında saptanmıştır.

Paksoy (2016) Beyaz peynir örneklerinin kuru madde değerlerini depolamanın ilk günlerinde %35.20 ile %36.48 arasında belirlemiş, depolama süresince az bir artış göstererek %36.30 ile %37.32 aralığına yükseldiğini bildirmiştir.

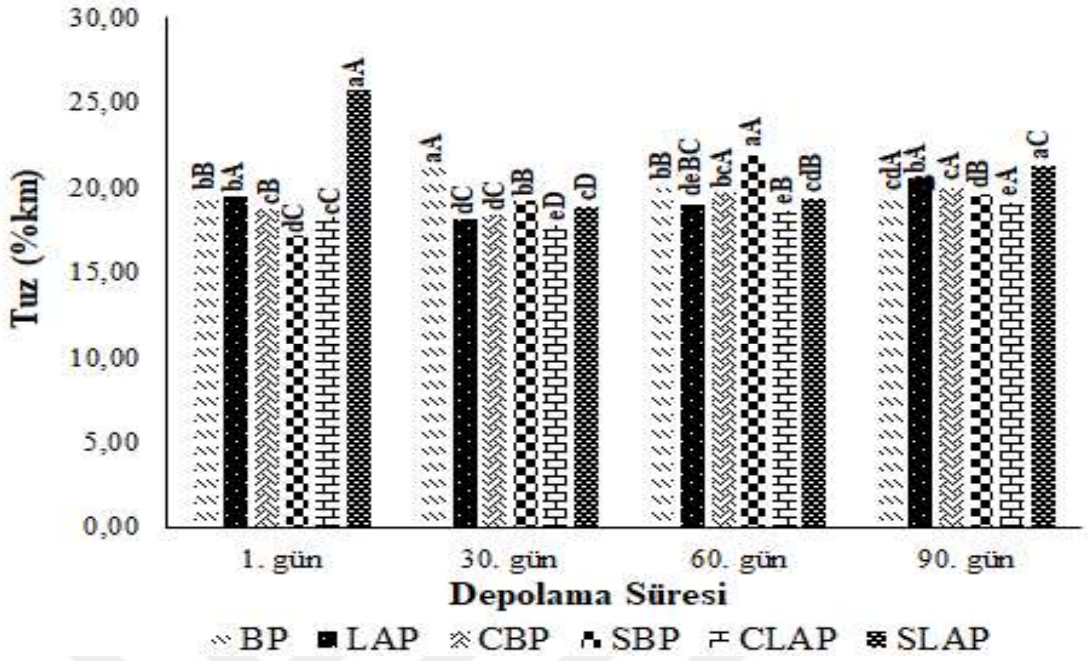
Karahançer (2018), kontrol, *B. bifidum* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynirlerde 90 günlük depolama süresince kurumadde değerlerini sırası ile %39.09, %37.60 ve %36.47 olarak belirlemiştir.

Kuru maddede tuz: Üretimde kullanılan tuz, peynirin sıvı fazında çözünmekte ve bu durum kuru madde miktarı ile ilişkilendirildiğinden kuru maddede tuz değerleri önemli bir kriter olarak değerlendirilmektedir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince kuru maddede tuz (%) değerlerindeki değişim Çizelge 4.8'de verilmiştir. Örneklerin en düşük kuru maddede tuz değeri (%17.16) SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek değer (%25.79) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama % kuru maddede tuz değerlerinin %18.96 ile %20.07 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Beyaz Peynir Tebliği (Tebliğ No:2015/6)'nde salamura beyaz peynirlerin kurumaddede tuz oranının en fazla %7.5 olması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada depolama süresince tüm peynir çeşitlerinin kurumaddede tuz değerleri tebliğde belirlenen değerin üzerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % kuru maddede tuz değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	19.65	21.14	20.03	19.80
LAP	19.45	18.22	18.98	20.64
CBP	18.82	18.45	19.71	19.99
SBP	17.16	19.22	21.89	19.62
CLAP	18.25	17.85	18.61	19.11
SLAP	25.79	18.86	19.34	21.28
EN KÜÇÜK	17.16	17.85	18.61	19.11
EN BÜYÜK	25.79	21.14	21.89	21.28
ORTALAMA	19.86	18.96	19.76	20.07



Şekil 4.7. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru maddede tuz değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru maddede tuz (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.7'de verilmiştir. En düşük kuru maddede tuz (%) değerleri depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir); 30., 60. ve 90. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gün BP (Beyaz peynir) ve 60. gün ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin kuru maddede tuz değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek kuru maddede tuz değeri (%20.82) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup bunu sırasıyla BP (Beyaz peynir) (%20.35) ve SBP (19.42) örnekleri izlemiştir. Kuru maddede tuz değerinin en düşük olduğu örnek CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb.*

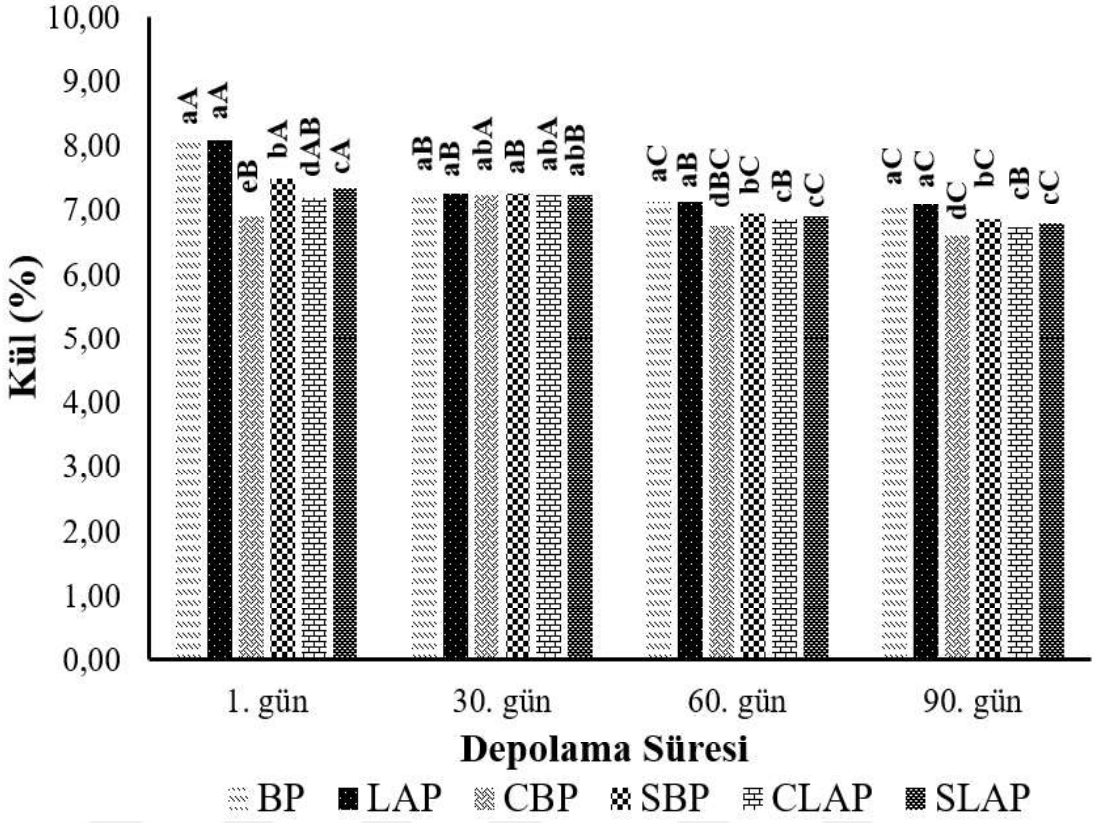
acidophilus içeren Beyaz peynir; %18.34) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında faklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 90. gününde en yüksek değer (%20.07), 30. gününde ise en düşük (%18.96) değer saptanmıştır (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Kül: Gıda maddelerinin organik kısmı yakıldıktan sonra geriye kalan kısımda karbonat, bikarbonat ve mineraller ile protein ve lipitlerin bileşiminde yer alan fosfor ve sülfür gibi inorganik bileşikler külü oluşturmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % kül değerlerindeki değişim Çizelge 4.9'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük kül değeri (%6.60) depolamanın 90. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek kül değeri (%8.07) depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama kül değerlerinin %6.86 ile %7.51 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % kül değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	8.07	7.26	7.13	7.09
LAP	8.07	7.26	7.13	7.09
CBP	6.90	7.23	6.76	6.60
SBP	7.48	7.25	6.94	6.85
CLAP	7.19	7.24	6.85	6.73
SLAP	7.34	7.25	6.89	6.79
EN KÜÇÜK	6.90	7.23	6.76	6.60
EN BÜYÜK	8.07	7.26	7.13	7.09
ORTALAMA	7.51	7.25	6.95	6.86



Şekil 4.8. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kül (%) değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris*+*Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kül (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.8'de verilmiştir. En düşük kül (%) değerleri depolamanın 1., 60. ve 90. günlerde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 60. ve 90. günlerinde BP ve LAP (Beyaz peynir ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin kül değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek kül miktarı (%7.36) BP (Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %7.10) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir;

%6.94) örnekleri izlemiştir. Kül miktarının en düşük örnek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; %6.30) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında faklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 1. gününde en yüksek (%7.36) 60. gününde ise en düşük (%6.59) kül değeri belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Kurt ve Özdemir (1995), taze Beyaz peynirde kül oranını %6.21, olgunlaşmış Beyaz peynirde ise %8.11; Çelik ve ark. (2005) ise yaptıkları çalışmada Beyaz peynirdeki kül oranını %9.98 olarak tespit etmişlerdir.

Karahan (2016), Beyaz peynirlerin kül değerlerin, %1.96 ile %2.48 arasında değiştiğini belirlemiştir ve depolama süresince kül değerlerinde stabil olmayan değişmeler olduğunu saptamıştır.

Deveci (2016), Beyaz peynir örneğine ait kül değerlerini %3.48 ile %3.91 arasında saptamış olup, depolama süresince en yüksek kül değeri 60. günde tespit edilmiştir.

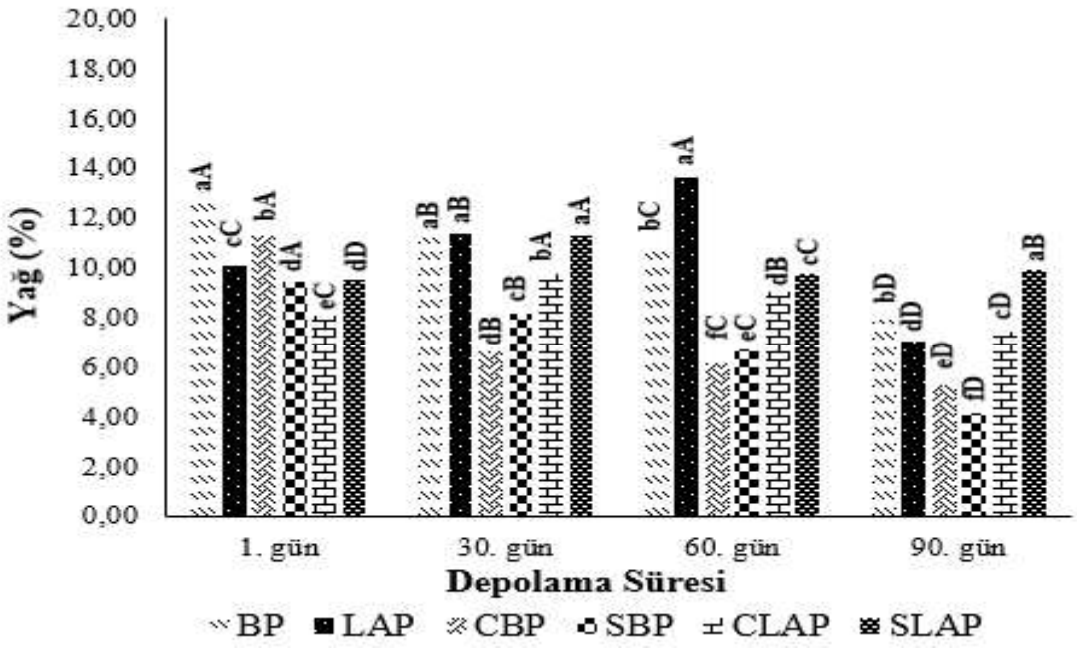
Bu çalışmada yer alan peynirlerdeki kül oranının yüksek olmasının salamurada kullanılan tuz konsantrasyonunun yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yağ: Peynir yapımında kullanılan sütün yağ oranı, peynirin kalitesi (duyusal ve tekstürel özellikleri) üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Peynirdeki yağ, protein ağına esneklik kazandırarak dokusunu etkilemektedir. Ayrıca yağ hidrolizi ile serbest yağ asitleri ortaya çıkarak peynirin olgunlaşması süresince aroma maddelerinin oluşmasına yardımcı olmaktadır (Hayaloğlu ve Özer 2011).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % yağ değerlerindeki değişim Çizelge 4.10'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük yağ değeri (%4.10) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek yağ (%13.60) değeri depolamanın 60. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama yağ değerlerinin %6.93 ile %10.18 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince % yağ değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	12.71	11.20	10.68	7.88
LAP	10.03	11.38	13.60	7.00
CBP	11.29	6.60	6.12	5.24
SBP	9.44	8.16	6.71	4.10
CLAP	8.07	9.76	9.06	7.44
SLAP	9.50	11.31	9.78	9.93
EN KÜÇÜK	8.07	6.60	6.12	4.10
EN BÜYÜK	12.71	11.38	13.60	9.93
ORTALAMA	10.18	9.73	9.33	6.93



Şekil 4.9. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince yağ (%) değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb.* acidophilus; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince yağ değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.9'da verilmiştir. En düşük yağ değerleri depolamanın 1. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir); 30. ve 60. günlerde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneklerinde, 90. günde ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 30. gününde BP (Beyaz peynir), 60. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Örnekler arasında yağ içeriği farklılıkları peynir üretimi sırasında yağ/protein oranı standardize edilmemesinden kaynaklanabilmektedir. Depolama süresince örneklerin yağ değerlerinin azaldığı ve istatistiksel olarak ayrı gruplarda yer aldığı saptanmıştır. Benzer şekilde, Gürsoy ve Kınık (2010) ve Erkaya (2014), probiyotik salamura Beyaz peynir örneklerinin yağ oranlarının depolama süresince azaldığını tespit etmişlerdir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin yağ değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek yağ miktarı (%10.74 ve %10.68) BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerine ait olup bu örnekleri SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %10.36) örneği takip etmiştir. Yağ değerinin en düşük olduğu örnek ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; %7.17) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Beyaz peynir örneklerindeki yağ (%) oranları değerlendirildiğinde depolama boyunca azalma kaydedilmiştir. Bu azalmaların kuru maddede gerçekleşen azalmanın sonucunda ya da peynir örneklerinde bulunan mikroorganizmaların oluşturduğu lipoliz enzimleri ile peynirdeki trigliseritlerin yağ asitlerine parçalanarak salamuraya geçmesi sonucunda oluşabileceği düşünülmektedir (Zomorodi ve ark. 2011).

Kurt ve Özdemir (1995) taze Beyaz peynir örneğinde yağ oranını %17.17, olgunlaşmış Beyaz peynir örneğinde ise %17.93 olarak belirlemişlerdir.

Mohamed ve ark. (2013) benzer şekilde, %1, %2 ve %3 oranlarda *C. vulgaris* içeren işlenmiş peynirlerde alg oranı arttıkça yağ değerlerinin azaldığını saptamışlardır. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli

bulunmuş olup depolamanın 1. gününde en yüksek (%10.18), 90. gününde ise en düşük (%6.93) yağ değeri belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Deveci (2016) tarafından yapılan çalışmada peynir örneklerinde yağ oranı %18.75 ile %23.50 arasında saptanmıştır.

Gürkan (2019) tarafından yapılan çalışmada ise Beyaz peynir örneklerine ait yağ oranının %18.95 ile %23.99 arasında değiştiği saptanmıştır ve yağ oranlarında genel olarak depolama süresince azalma olduğu belirlenmiştir.

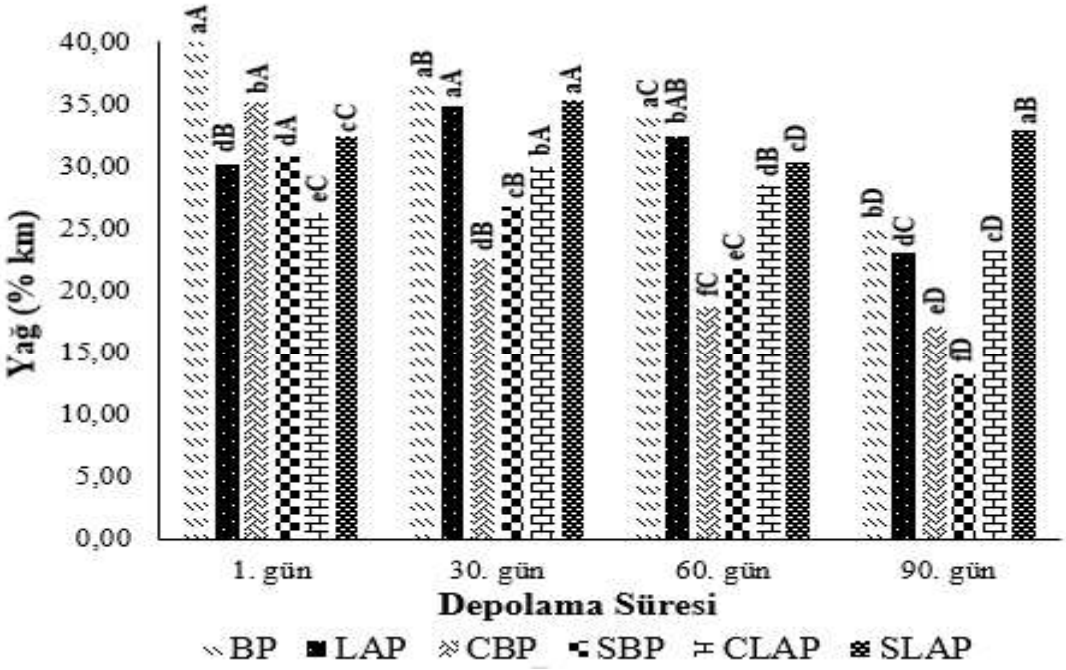
Yapılan diğer çalışmalarda da depolama süresince yağ oranlarında azalma olduğu belirtilmiştir (Dağdemir 2006, Öner ve ark. 2006, Karaca 2007, Erkaya 2014, Özcan 2018).

Kuru maddede yağ: Dünya genelinde peynirlerde nem içeriğine bağlı olarak yağ oranındaki dalgalanmaları gidermek ve sabit değer elde etmek amacı ile standartlarda kuru maddede yağ değeri dikkate alınmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince kuru maddede yağ (%) değerlerindeki değişim Çizelge 4.11'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük kuru maddede yağ değeri (%13.28) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (%39.94) ise 1. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama kuru maddede yağ (%) değerlerinin %22.40 ile %32.40 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince kuru maddede yağ (%) değerlerindeki değişim

	DEPOLAMA SÜRESİ			
ÖRNEKLER	**1. gün**	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
BP	39.94	36.35	33.83	24.93
LAP	30.06	34.73	32.34	23.07
CBP	35.05	22.57	18.76	17.05
SBP	30.70	26.73	21.77	13.28
CLAP	26.28	29.91	28.53	23.13
SLAP	32.38	35.23	30.33	32.90
EN KÜÇÜK	26.28	22.57	18.76	13.28
EN BÜYÜK	39.94	36.35	33.83	32.90
ORTALAMA	32.40	30.92	27.59	22.40



Şekil 4.10. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru maddede yağ değerlerinin değişimi

(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kuru maddede yağ (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir. En düşük kuru maddede yağ (%) değerleri depolamanın 1. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir); 30. ve 60. günlerde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneklerinde, 90. günde ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 30. ve 60. gününde BP (Beyaz peynir); 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin kuru maddede yağ değerleri azalma göstermiş olup, istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır.

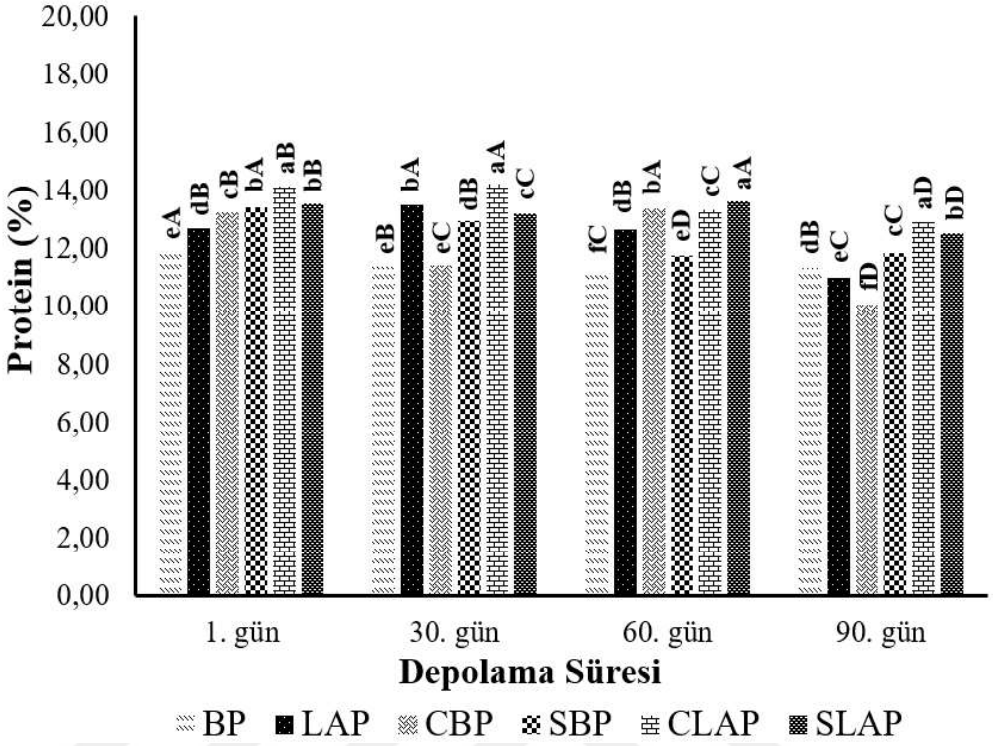
Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin kuru maddede yağ değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre; en yüksek kuru maddede yağ değeri (%34.28) BP (Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği sırasıyla SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %33.21), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %30.99), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %27.55) örnekleri takip etmiştir. Kuru maddede yağ miktarının en düşük olduğu örnek ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; %23.20) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Kurumaddede yağ içerikleri peynirlerin kurumadde oranına ve % yağ içeriğine bağlı olarak değişim göstermiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Tebliğ No:2015/6)'ya göre kurumaddede yağ oranına göre Beyaz peynir; tam yağlı (kurumaddede süt yağı 45≤süt yağı), yarım yağlı yağlı (kurumaddede süt yağı %25≤süt yağı<45), az yağlı (kurumaddede süt yağı 10≤süt yağı <24 yağ), ve yağsız (kurumaddede süt yağı 10> süt yağı) olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2015). Bu çalışmada 90 günlük depolama süresince elden edilen kurumaddede yağ sonuçlarına göre CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örnekleri hariç diğer örneklerin yarım yağlı sınıfında olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 1. gününde en yüksek (32.40), 90. gününde ise en düşük (%22.40) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Protein: Sütte bulunan protein bileşimindeki maddeler, beslenmede fonksiyonel özellikleri ve üretim teknolojisi açısından önemli olup peynirin içeriğini önemli derecede etkilemektedir. Protein yapısının büyük bir kısmını kazein oluşturmakta olup peynirin su absorbe etme kabiliyetini etkilemekte ve böylece de peynirin veriminde rol oynamaktadır. Kazein ayrıca, peynirin olgunlaşmasına, tat-aroma ve tekstürüne önemli katkıda bulunmaktadır (Deveci 2016, Masotti ve ark. 2018).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince protein (%) değerlerindeki değişim Çizelge 4.12'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük protein değeri (%10.06) depolamanın 90. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek protein değeri (%14.19) ise 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama protein değerlerinin %11.60 ile %13.13 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince protein (%) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	11.86	11.37	11.07	11.33
LAP	12.68	13.48	12.63	10.98
CBP	13.23	11.38	13.35	10.06
SBP	13.41	12.94	11.73	11.82
CLAP	14.12	14.19	13.29	12.90
SLAP	13.50	13.19	13.60	12.49
EN KÜÇÜK	11.86	11.37	11.07	10.06
EN BÜYÜK	14.12	14.19	13.60	12.90
ORTALAMA	13.13	12.76	12.61	11.60



Şekil 4.11. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince protein (%) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince protein (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.11'de verilmiştir. En düşük protein değerleri depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde BP (Beyaz peynir); 90. gününde ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 30. ve 90. günlerinde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 60. gününde ise SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. *S. platensis* ve *C. vulgaris* yüksek protein içerikleri nedeni ile düşük konsantrasyonlarda kullanılsalar dahi ürünün toplam protein miktarını arttırmaktadırlar (Mohamed ve ark. 2013, Agustini ve ark. 2016).

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin protein değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek protein değeri (%13.74) CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği sırasıyla SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %13.19), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %12.65), SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; %12.57) örnekleri izlemiştir. Protein miktarının en düşük (%11.40) olduğu örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 1. gününde en yüksek (%13.13), 90. gününde ise en düşük (%11.60) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$). Depolama süresince protein değerlerinin azalması, proteinlerin hidrolizi ile oluşan suda çözünür peptitlerin salamuraya geçmesinden kaynaklanmaktadır (Bulat 2011).

Yangılar (2010), farklı probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen peynirlerin protein oranlarının 60 günlük depolama süresince %13.44 - %16.14 arasında değiştiğini saptamıştır.

Mazinani ve ark. (2016), farklı oranlarda *Mentha longifolia* (%0.5 ve %1) ve *S. platensis* (%0, 0.3, 0.5 ve 9.8) kullanarak probiyotik Feta peynir üretmiştir. Aynı oranda *Mentha longifolia* içeren peynirlerde eklenen *S. platensis* miktarı arttıkça (1. gün %0.5 *Mentha longifolia* içeren peynirlerde %0; 0.3; 0.5 ve 0.8 *S. patensis* içerenler için sırasıyla %13.89; 14.34; 14.20; 14.53) protein miktarının arttığı saptanmıştır.

Agustina ve ark. (2016), yumuşak peynir üretiminde farklı oranlarda (%0, 1 ve 2) *S. platensis* kullanmış ve peynirdeki *S. platensis* oranı arttıkça peynirin protein miktarının arttığını tespit etmişlerdir. *S. platensis* içermeyen yumuşak peynirin %3.79 protein miktarına sahipken, %1 *S. platensis* içeren peynirin protein miktarını ise 16.44 olarak belirlemişlerdir.

Kayaalp-Özdemir (2016), Beyaz peynir örneklerinin protein miktarlarında depolama süresince stabil olmayan değişmeler saptamış olup, protein değerlerinin %13.21-15.86 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Gürkan (2019) Beyaz peynir örneklerinin protein değerlerinin %12.86 ile %17.38 arasında değiştiğini belirlemiştir.

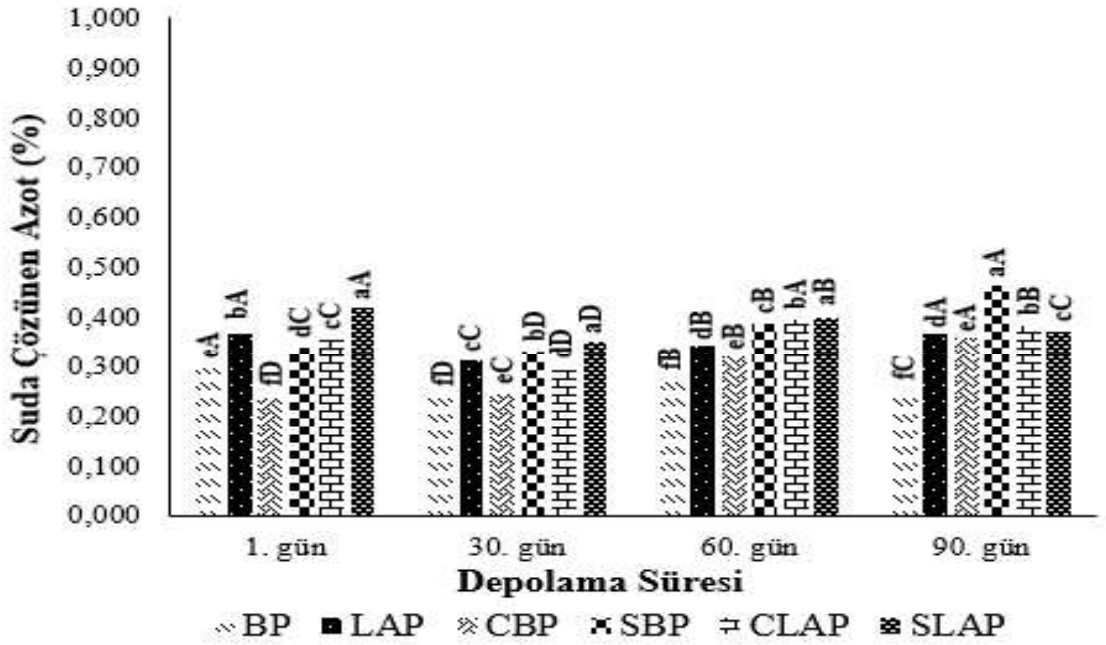
Arısoy (2019), Beyaz peynir örneklerinde protein miktarlarının 3 aylık depolama süresince 4ºC'de %14.47-11.21 arasında, 8ºC'de %14.29-10.56 aralığında tespit etmiştir. Çalışmada elde edilen protein değerlerinin, genel olarak konu ile ilgili benzer çalışmaların sonuçları ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

Suda çözünen azot (SÇA): Peynirde proteoliz düzeyinin belirlenmesi ve olgunlaşmanın göstergesi olarak suda çözünen azot miktarı hesaplanmaktadır. SÇA, kazeinin hidrolizi ile ortaya çıkan düşük molekül ağırlıklı azot bileşenlerinin miktarını ifade etmektedir. Olgunlaşma süresince, süt pıhtılaştırıcı enzimler, süt proteinazları (özellikle plazmin), starter olan ve olmayan mikroorganizmalar ile olgunlaşmayı hızlandırmak için kullanılan eksojen proteinazlar ve sekonder mikroorganizmaların salgıladıkları enzimler peynirde proteoliz olayını katalize etmekte ve SÇA fraksiyonunu etkilemektedirler (Koçak ve ark. 1997, McSweeney 1997, Hayaloğlu ve Özer 2011).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince SÇA (%) değerlerindeki değişim Çizelge 4.13'te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük SÇA değeri (%0.23) depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve 30. gününde BP (Beyaz peynir) örneklerinde, en yüksek (%0.46) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama SÇA (%) değerlerinin %0.29 ile %0.36 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince SÇA (%) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	0.29	0.23	0.28	0.25
LAP	0.37	0.31	0.34	0.36
CBP	0.23	0.24	0.32	0.36
SBP	0.34	0.33	0.39	0.46
CLAP	0.36	0.29	0.39	0.38
SLAP	0.42	0.35	0.39	0.37
EN KÜÇÜK	0.23	0.23	0.28	0.25
EN BÜYÜK	0.42	0.35	0.39	0.46
ORTALAMA	0.33	0.29	0.35	0.36



Şekil 4.12. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince SÇA (%) değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince SÇA (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.12'de verilmiştir. En düşük SÇA (%) değeri depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde; 30., 60. ve 90. günlerinde BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 90. gününde ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde SÇA değerinin depolamanın 90. gününde en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin SÇA (%) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek SÇA değeri (%0.38) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup, bu örneği sırasıyla SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; %0.37), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %0.34) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %0.34) örnekleri izlemiştir. SÇA miktarının en düşük (%0.26) olduğu örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 90. gününde en yüksek (%0.37), 30. gününde ise en düşük (%0.29) değer saptanmıştır. Ayrıca peynir örneklerindeki depolama süresince SÇA değerlerinde genel olarak artış kaydedilmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Kayaalp-Özdemir (2016), depolama süresince Beyaz peynirlerin SÇA değerlerinin %0.08 ile %0.39 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinde SÇA değerlerinde depolama süresince genel olarak artış tespit etmiş olup, değerlerin ortalama %0.26-0.69 arasında değiştiğini bildirmiştir.

SÇA değerinin, süte uygulanan ısıl işleme, peynirin üretim ve olgunlaştırma koşullarına, asitlik, tuz ve nem oranlarındaki farklılığa, peynir üretimde kullanılan kültür çeşitliliğine (mikroorganizma) ve bunların proteolitik aktivitesine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği

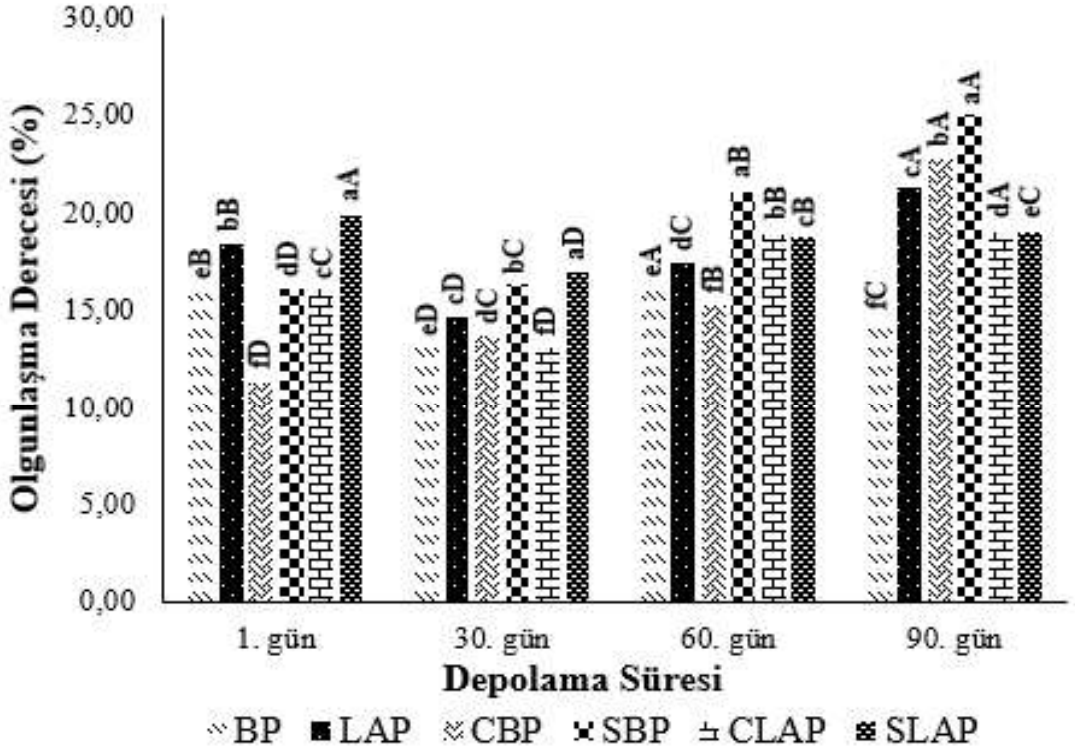
bildirilmektedir. Ayrıca depolama süresince proteoliz sonucu büyük moleküllü peptidlerin küçük moleküllü peptidlere ve aminoasitlere parçalanıp peptidlerin hidrofilik özelliklerinin artmasının SÇA fraksiyonunu arttırdığı bildirilmektedir (Fox 1989, Kelly ve ark. 1996, Guinee 2004, Deveci 2016, Erol 2018).

Olgunlaşma derecesi: "Olgunlaşma indeksi" ya da "olgunlaşma derecesi" olarak da adlandırılan bu değer, SÇA değerinin toplam azot değerine oranlanması ile hesaplanmaktadır. Olgunlaşma indeksi %33-66 arasında ise tam olgunlaşmış peynir, %33'ten düşük ise az olgun peynir olarak sınıflandırılmaktadır (Yıldırım 2017).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince olgunlaşma derecesi (%) değerlerindeki değişim Çizelge 4.14'te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük olgunlaşma derecesi değeri (%11.21) depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (%24.97) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama olgunlaşma derecesi değerlerinin %14.60 ile %20.17 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki Beyaz peynirler az olgun peynir grubuna dahil olmaktadır.

Çizelge 4.14. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince olgunlaşma derecesi (%) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	15.79	13.10	16.01	14.16
LAP	18.36	14.62	17.39	21.23
CBP	11.21	13.62	15.21	22.71
SBP	16.09	16.29	21.02	24.97
CLAP	16.10	13.05	18.87	18.99
SLAP	19.81	16.93	18.67	18.96
EN KÜÇÜK	11.21	13.05	15.21	14.16
EN BÜYÜK	19.81	16.93	21.02	24.97
ORTALAMA	16.23	14.60	17.86	20.17



Şekil 4.13. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince olgunlaşma derecesi (%) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince olgunlaşma derecesi (%) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.13'te verilmiştir. En düşük olgunlaşma derecesi değeri depolamanın 1. ve 60. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 90. günde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 30. günlerinde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, 60. ve 90. günlerde ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin olgunlaşma derecesi (%) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek (%18.93) olgunlaşma derecesi SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup

bu örneği sırasıyla SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %18.26), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %17.24) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; %16.01) örnekleri izlemiştir. Olgunlaşma derecesi en düşük (%14.43) olan örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 90. gününde en yüksek (%20.17), 30. gününde ise en düşük (%14.60) değer belirlenmiştir. Ayrıca peynir örneklerindeki olgunlaşma derecesinde genel olarak artış kaydedilmiştir (Çizelge 4.15, $p<0.01$).

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma derecesini peynir çeşidine göre %13.42-15.09 aralığında, olgunlaşma süresine göre ise %8.07-23.94 aralığında saptamıştır.

Kayaalp-Özdemir (2016), Beyaz peynir örneğinde olgunlaşma derecesini birinci gün %5.83, 90. gün ise %15.99 olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince fiziko-kimyasal özelliklerinin değişimine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	N	Titrasyon Asitliği	Tuz	KM	KM'de Tuz	Kül	Yağ	KM'de Yağ	Protein	SÇA	Olgunlaşma Derecesi
BP	8	0.23^{b}	6.37^{a}	31.33^{b}	20.35^{b}	7.36^{a}	10.74^{a}	34.28^{a}	11.40^{f}	0.26^{f}	14.43^{f}
LAP	8	0.26^{b}	6.16^{b}	32.27^{a}	19.10^{d}	6.73^{c}	10.68^{a}	30.99^{c}	12.65^{c}	0.34^{d}	17.24^{c}
CBP	8	0.24^{b}	5.89^{c}	30.83^{b}	19.08^{d}	6.94^{b}	7.17^{e}	23.20^{f}	11.88^{e}	0.28^{e}	15.27^{e}
SBP	8	0.37^{a}	5.96^{c}	30.69^{b}	19.42^{c}	6.30^{e}	7.31^{d}	23.84^{e}	12.57^{d}	0.37^{b}	18.93^{a}
CLAP	8	0.24^{b}	5.89^{c}	32.11^{a}	18.34^{e}	6.51^{d}	8.82^{c}	27.55^{d}	13.74^{a}	0.34^{c}	16.01^{d}
SLAP	8	0.27^{b}	6.47^{a}	31.19^{b}	20.82^{a}	7.10^{b}	10.36^{b}	33.21^{b}	13.19^{b}	0.38^{a}	18.26^{b}
Depolama Süresi (gün)											
1.gün	12	0.29^{b}	6.23^{ab}	31.49^{ab}	19.86^{ab}	7.36^{a}	10.18^{a}	32.40^{a}	13.13^{a}	0.33^{c}	16.23^{c}
30. gün	12	0.20^{c}	5.94^{c}	31.37^{ab}	18.96^{c}	6.76^{b}	9.73^{b}	30.92^{b}	12.76^{b}	0.29^{d}	14.60^{d}
60. gün	12	0.36^{a}	6.29^{a}	31.87^{a}	19.76^{b}	6.59^{c}	9.33^{c}	27.59^{c}	12.61^{c}	0.35^{b}	17.86^{b}
90. gün	12	0.29^{b}	6.21^{b}	30.98^{b}	20.07^{a}	6.66^{bc}	6.93^{d}	22.40^{d}	11.60^{d}	0.37^{a}	20.17^{a}
ANOVA											
Örnek Çeşidi		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

4.4. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan Kapasitesi ve Toplam Fenolik Madde Miktarına İlişkin Analiz Sonuçları

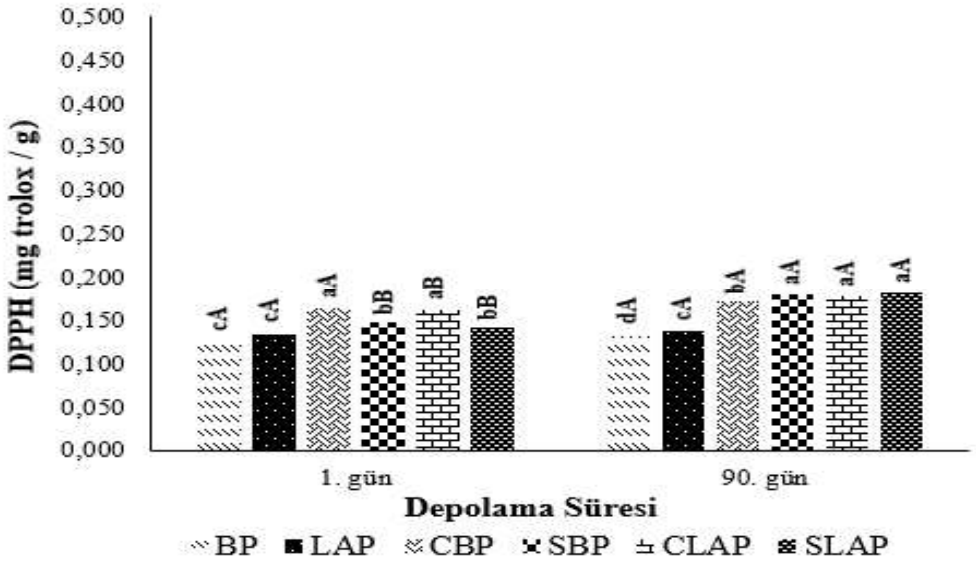
Gıdaların bileşimlerinde yer alan antioksidanlar; "insanlarda fizyolojik şartlarda oluşan serbest oksijen radikalleri ya da serbest nitrojen radikallerinden birinin ya da her ikisinin de olumsuz etkilerini azaltabilen maddeler" şeklinde tanımlanmaktadır. Hücrelerin deforme olmasına neden olan oksijenin ve vücuda giren diğer zararlı maddelerin etkisine karşı koruyucu bir kalkan oluşturan antioksidan bileşenler, okside olabilen bileşiklerin oksidasyonunu önleyerek vücutta antibakteriyel, antikanserojen ve kalp-damar hastalıkları riskini azaltıcı rol oynamaktadır (Usta ve Yılmaz-Ersan 2013, Sindhi 2013, Aksay 2016). Süt ve ürünlerinin antioksidan kapasitesi enzimatik olmayan (A ve E vitaminleri, çinko, selenyum gibi mineraller, karotenoidler, ürik asit, konjuge linoleik asit) ve enzimatik (katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz) sistemlerden oluşmaktadır. Ayrıca, kazein, laktoferrin, α-Laktoalbumin, β-Laktoglobulin gibi süt proteinleri; tirozin, sistein ve triptofan gibi amino asitler, oligosakkaritler ile fermantasyon ve olgunlaşma süresince açığa çıkan peptitler de antioksidan kapasitede etkili olan bileşenlerdir (Usta ve Yilmaz-Ersan 2013). Ayrıca süt ve ürünlerine meyve ve sebzeler ile bitkilerin uçucu yağları eklenerek antioksidan etkisinin artırılması, besin değerlerinin, duyusal özelliklerinin, kalite parametrelerinin iyileştirilmesi ve birlikte bozulma sürecinin azaltılmasına yönelik çalışmalar dikkat çekmektedir (Santos ve ark. 2012, Mohamed ve Shalaby 2016, Mohamed ve ark. 2016, Mehanna ve ark. 2017, Přikryl ve ark. 2018, Chen ve ark. 2019). Mikroalgler içerdikleri suda çözünür fıkosiyanin pigmentleri, karotenoidler ve fenolikler ve vitaminler gibi antioksidan bileşikler nedeni ile serbest radikal temizleyici olarak etki göstermektedirler (Barka ve Blecker 2016). Deneme örneklerinin toplam antoksidan kapasite değerleri, en çok kullanılan antioksidan aktivite ölçüm metotlarından "1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radikal süpürücü aktivite (DPPH)" ve "Bakır (II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite (CUPRAC)" yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

DPPH yöntemi: Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince DPPH (mg trolox/g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.16'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük DPPH değeri (0.129 mg trolox/g) depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (0.182 mg trolox/g) depolamanın 90. gününde

SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama DPPH değerlerinin 0.146 ile 0.163 mg trolox/g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince DPPH (mg trolox/g) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ	
	1. gün	90. gün
BP	0.129	0.132
LAP	0.133	0.138
CBP	0.164	0.170
SBP	0.146	0.179
CLAP	0.162	0.178
SLAP	0.142	0.182
EN KÜÇÜK	0.129	0.132
EN BÜYÜK	0.164	0.182
ORTALAMA	0.146	0.163



Şekil 4.14. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince DPPH (mg trolox/g) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince DPPH (mg trolox/g) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.14'de verilmiştir. En düşük DPPH değeri depolamanın 1. ve 90. gününde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde; 90. gün ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır. Ayrıca bu üç örneğin depolama süresince DPPH değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin DPPH (mg trolox/g) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.19). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek DPPH değeri (0.169 mg trolox/g) CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği sırasıyla CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 0.167 mg trolox/g), SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 0.163 mg trolox/g) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.162 mg trolox/g) örnekleri takip etmiştir. DPPH değerinin en düşük (0.130 mg trolox/g) olduğu örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 90. gününde en yüksek (0.163 mg trolox/g), 1. gününde ise en düşük (0.146 mg trolox/g) değere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19, $p<0.01$).

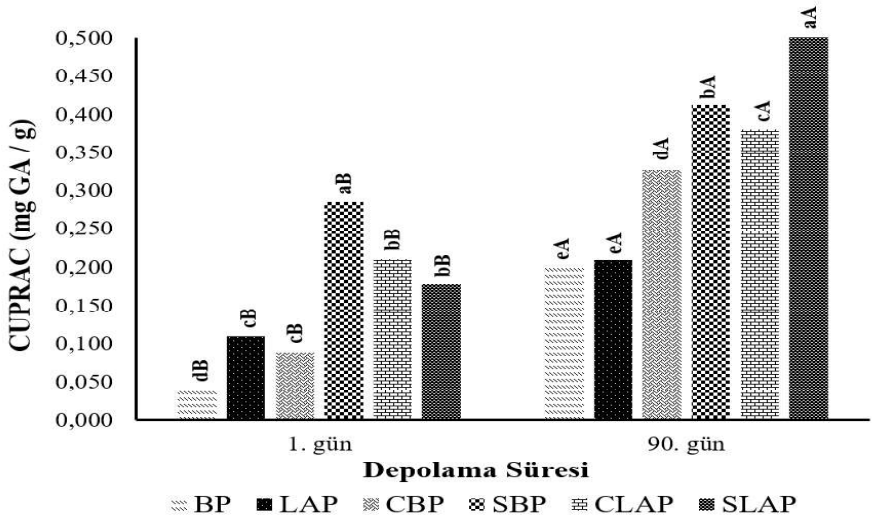
Darwish (2017), yapmış olduğu çalışmada farklı konsantrasyonlarda (%0, 0.5, 1, 1.5) *S. platensis* içeren Kareish peynirindeki antioksidan miktarlarını incelemiştir. *S. platensis*'in peynir içerisinde konsantrasyon miktarı arttıkça DPPH değerinin arttığı saptanmıştır (%0 *S. platensis* içeren örnek 4.199 mg TE/100g, %0.5 *S. platensis* içeren örnek 4.395 mg TE/100g, %1 *S. platensis* içeren örnek 4.219 mg TE/100g, %1.5 *S. platensis* içeren örnek 4.688 mg TE/100g).

CUPRAC yöntemi: Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince CUPRAC (mg GAE/g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.17'de verilmiştir. Beyaz peynir

örneklerinde en düşük (0.039 mg GAE/g) CUPRAC değeri depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (0.723 mg GAE/g) depolamanın 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama CUPRAC değerlerinin 0.152 ile 0.375 mg GAE/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince CUPRAC (mg GAE/g) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ	
	1. gün	90. gün
BP	0.039	0.198
LAP	0.110	0.209
CBP	0.088	0.327
SBP	0.285	0.412
CLAP	0.210	0.381
SLAP	0.178	0.723
EN KÜÇÜK	0.039	0.198
EN BÜYÜK	0.285	0.723
ORTALAMA	0.152	0.375



Şekil 4.15. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince CUPRAC (mg GAE/g) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince CUPRAC değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.15'de verilmiştir. En düşük CUPRAC değeri depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir), 90. gününde ise BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir); 90. gün ise SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde ve bunu takiben SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince tüm örneklerin CUPRAC değerlerinin artış gösterdiği ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldıkları belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin CUPRAC (mg GAE/g) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.19). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek CUPRAC değeri (0.451 mg GAE/g) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği sırasıyla SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 0.348 mg GAE/g), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.295 mg GAE/g) ve CBP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.208 mg GAE/g) örnekleri izlemiştir. CUPRAC değerinin en düşük (0.119 mg GAE/g) olduğu örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 90. gününde en yüksek (0.375 mg GAE/g), 1. gününde ise en düşük (0.152 mg GAE/g) değer belirlenmiştir. Ayrıca Beyaz peynir örneklerinin CUPRAC (mg GAE/g) değerleri genel olarak depolama sürecinde artış göstermiştir (Çizelge 4.19, $p<0.01$).

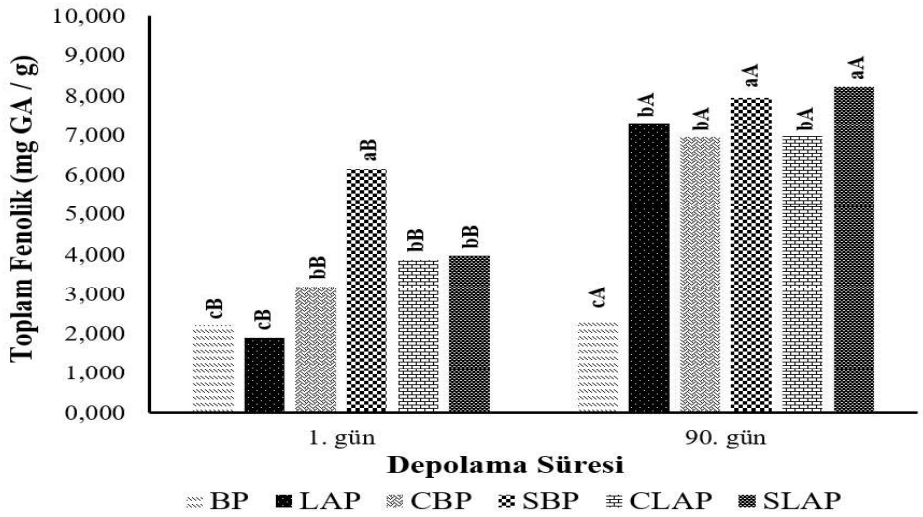
Toplam fenolik madde miktarı: Fenolik bileşenler gıdaların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde kritik öneme sahip ikincil metabolitlerdir. Doğada basitten komplekse 10.000'den fazla farklı fenolik bileşen olduğu bildirilmektedir. Süt ürünlerinde yağ asitleri, hidroksisinnamik asit ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler çözünmüş formda ve proteinlere bağlı şekilde bulunmaktadırlar. *S. platensis* ve *C. vulgaris* fenolik asitler, flavonoidler, terpenoidler, steroidler ve fikobilin gibi fenolik bileşikleri yüksek oranda

içermektedir (Yilmaz Ersan ve ark. 2016).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.18'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük toplam fenolik madde miktarı (1.891 mg GAE/g) depolamanın 1. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (8.225 mg GAE/g) depolamanın 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama toplam fenolik madde değerlerinin 3.543 ile 6.622 mg GAE/g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ	
	1. gün	90. gün
BP	2.208	2.313
LAP	1.891	7.321
CBP	3.173	6.943
SBP	6.144	7.954
CLAP	3.867	6.974
SLAP	3.972	8.225
EN KÜÇÜK	1.891	2.313
EN BÜYÜK	6.144	8.225
ORTALAMA	3.543	6.622



Şekil 4.16. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değerlerinin değişimi

(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.16'da verilmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı depolamanın 1. ve 90. günlerinde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), 90. gün ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde ve bunu takiben SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının artış gösterdiği belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.19). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek toplam fenolik madde miktarı (7.049 mg GAE/g) SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup bu örneği sırasıyla SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 6.099 mg GAEg), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 5.420 mg GAE/g) ve CBP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 5.058 mg GAE/g) örnekleri izlemiştir. Toplam fenolik madde değerinin en düşük (2.261 mg GAE/g) olduğu örnek ise BP (Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 90. gününde en yüksek (6.622 mg GAE/g), 1. gününde ise en düşük (3.543 mg GAE/g) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.19, $p<0.01$).

Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı değişimine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	N	DPPH (mg trolox/g)	CUPRAC (mg GAE/g)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g)
BP	4	0.130^{e}	0.119^{f}	2.261^{e}
LAP	4	0.136^{d}	0.159^{e}	4.606^{d}
CBP	4	0.167^{ab}	0.208^{d}	5.058^{cd}
SBP	4	0.163^{bc}	0.348^{b}	7.049^{a}
CLAP	4	0.169^{a}	0.295^{c}	5.420^{c}
SLAP	4	0.162^{c}	0.451^{a}	6.099^{b}
Depolama Süresi (gün)				
1.gün	12	0.146^{b}	0.152^{b}	3.543^{b}
90. gün	12	0.163^{a}	0.375^{a}	6.622^{a}
ANOVA				
Örnek Çeşidi		**	**	**
Depolama Süresi		**	**	**
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		**	**	**

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

4.5. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstür Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Gıdaların tekstürel özellikleri, mekanik, yapı ve yüzey özelliklerinin işitsel, dokunsal ve görsel olarak enstrumental teknikler ile belirlenmesi olarak ifade edilmektedir. Tekstürel özellikler; "mekanik", "geometrik" ve "gıdanın bileşimi" olmak üzere 3 başlık altında incelenmektedir. Peynir bileşiminde yer alan kazein zinciri, yağ kürecikleri ve dağılmış su nedeni ile visko-elastik özellik göstermektedir. Peynirin bileşiminde yer alan protein, yağ, su, mineral maddelerin miktarı özellikle kalsiyum, fonksiyonel ve tekstürel

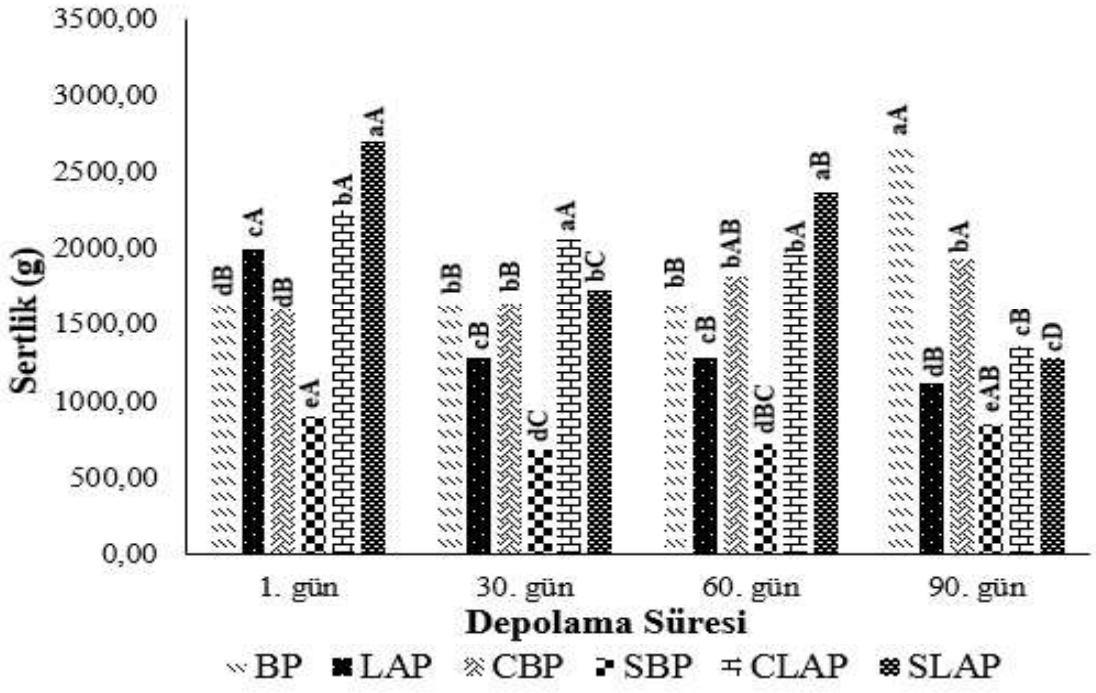
özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerdir. Peynir örneklerinin tekstür profil analizi (TPA) ile güç-zaman kurvesinden yararlanılarak 6 farklı özellik hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Bu parametreler; sertlik (hardness), çiğnenenebilirlik (chewiness), elastikiyet (springiness), sakızımsılık (gumminess), iç yapışkanlık (cohesiveness) ve dış yapışkanlık (adhesiveness)'tır (Beal ve Mittal 2000, Bulat 2011).

Sertlik (g): Peynire ilk sıkıştırmada uygulanan maksimum kuvvet **s**ertlik olarak adlandırılmaktadır. Tüketici için peynir kalitesinin belirlenmesinde önemli bir yere sahip olan sertliği peynirin pH, kuru madde, tuz ve proteoliz oranı büyük oranda etkilemektedir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince sertlik (g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.20'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük sertlik değeri (674.50 g) depolamanın 30. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (2706.87 g) depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama sertlik değerlerinin 1506.65 ile 1851.92 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince sertlik (g) değerlerindeki değişim

	DEPOLAMA SÜRESİ			
ÖRNEKLER	**1. gün**	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
BP	1652.54	1643.59	1676.84	2648.61
LAP	1999.26	1283.56	1276.78	1115.81
CBP	1596.53	1643.14	1823.49	1930.26
SBP	901.75	674.50	720.17	851.73
CLAP	2254.60	2064.63	1958.25	1357.65
SLAP	2706.87	1730.49	2369.10	1285.54
EN KÜÇÜK	901.75	674.50	720.17	851.73
EN BÜYÜK	2706.87	2064.63	2369.10	2648.61
ORTALAMA	1851.92	1506.65	1637.44	1531.60



Şekil 4.17. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince sertlik (g) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince sertlik (g) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.17'de verilmiştir. En düşük sertlik (g) değeri depolama süresince SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 60. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin sertlik değerleri stabil olmayan değişmeler göstermiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin sertlik (g) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek sertlik (1956.47 g) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 1939.95 g) örneklerine ait olup bu örnekleri sırasıyla

BP (Beyaz peynir; 1832.02 g), CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 1720.87 g) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 1393.59 g) örnekleri izlemiştir. Sertlik değerinin en düşük (765.80 g) olduğu örnek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 1. gününde en yüksek (1851.92 g), 30. gününde ise en düşük (1493.15 g) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.27, $p<0.01$).

Mohammed ve ark. (2013), %1, %2 ve %3 oranlarında *C. vulgaris* içeren işlenmiş peynirlerde, alg oranı arttıkça peynirin sertlik değerinin arttığını saptamışlardır. Mikroalgin içerdiği karbonhidrat ve protein moleküllerinin su absorbsiyonu prosesinde önemli rolü olduğunu ve peynirin sertliğini atttırdığını saptamışlardır.

Karahançer (2018), salamurada depolanan kontrol grubu Beyaz peynir örneğinin sertlik değeri depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde sırası ile 19.35 g, 19.15, 10.95 g ve *Lb. acidophilus* içeren peynir örneğinde ise depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde 15.02 g, 7.34 g, 5.48 g olarak saptamıştır.

Golmakani ve ark. (2019), farklı oranlarda *S. platensis* (kontrol, %0.5, 1, 1.5) içeren probiyotik Feta peynir üretmişlerdir. 1. günde kontrol örneği 71.75 g sertlik değerine sahipken %, 0.5, 1, 1.5 oranlarda *S. platensis* içeren probiyotik Feta peynirleri sırasıyla 63.50 g, 54.75 g, 58.75 g sertlik değerine; 60. günde ise kontrol örneği 88.00 g sertlik değerine sahipken %, 0.5, 1, 1.5 oranlarda *S. platensis* içeren probiyotik Feta peynirlerin sırasıyla 71.00 g, 65.55 g, 62.50 g sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın son gününde ilk güne göre sertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

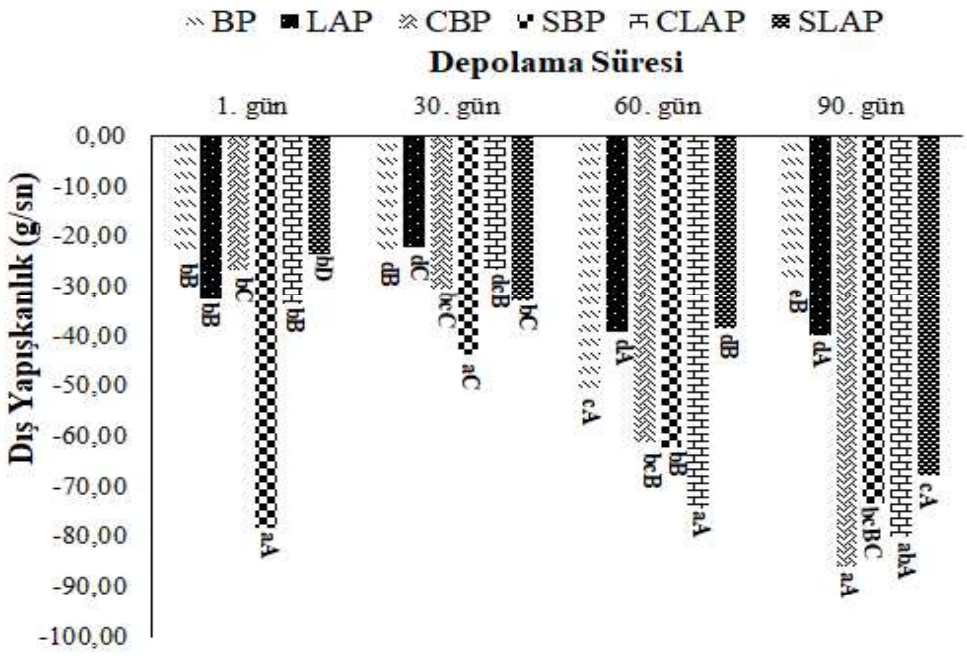
Dış yapışkanlık (g/sn): Peynire uygulanan ilk sıkıştırmadan sonra oluşan negatif kuvvet alanı olarak adlandırılmaktadır. Duyusal olarak da çiğneme süresince damağa yapışmış olan örneği ayırmak için gerekli olan güç veya örneğin yapışkanlık hissi olarak tanımlanmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince dış yapışkanlık (g/sn) değerlerindeki değişim Çizelge 4.21'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük dış yapışkanlık değeri (-21.96 g/s) depolamanın 30. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren

Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (-85.82 g/sn) depolamanın 90. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama dış yapışkanlık değerlerinin -29.73 ile -62.53 g/sn arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince dış yapışkanlık (g/sn) değerlerindeki değişim

	DEPOLAMA SÜRESİ			
ÖRNEKLER	**1. gün**	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
BP	-22.82	-23.73	-51.20	-28.57
LAP	-32.55	-21.96	-38.92	-39.93
CBP	-26.65	-30.22	-61.05	-85.82
SBP	-78.23	-43.46	-62.12	-73.38
CLAP	-33.32	-26.36	-74.24	-79.83
SLAP	-23.37	-32.66	-38.35	-67.68
EN DÜŞÜK	-22.82	-21.96	-38.35	-28.57
EN YÜKSEK	-78.23	-43.46	-74.24	-85.82
ORTALAMA	-36.16	-29.73	-54.31	-62.53



Şekil 4.18. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince dış yapışkanlık (g/sn) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince dış yapışkanlık (g/sn) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.18'de verilmiştir. En yüksek dış yapışkanlık (g/sn) değeri depolamanın 1. ve 30. günlerinde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), 60. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince alg içermeyen BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinin en düşük dış yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince dış yapışkanlık değerleri stabil olmayan değişmeler göstermiş olup, BP örneği harici diğer örneklerde depolamanın son günü artış saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin dış yapışkanlık (g/sn) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek

dış yapışkanlık değeri (59.83 g/sn) SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde daha sonra ise CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 47.85 g/sn) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 46.64 g/sn) örneklerinde saptanmıştır. Dış yapışkanlık (g/sn) değerinin en düşük olduğu örnekler ise BP (Beyaz peynir; 30.06 g/sn) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 31,06 g/sn) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 90. gününde en yüksek (62.53 g/sn), 30. gününde ise en düşük (29.56 g/sn) değer belirlenmiştir (Çizelge 4.27, $p<0.01$). Deveci (2016), Beyaz peynirde dış yapışkanlık değerlerini -15.70 ile -50.60 g/sn arasında belirlenmiş olup, peynir içerisine eklenen kekik, çörekotu gibi maddelerin istatistik değerlendirmeler sonucunda dış yapışkanlık üzerinde önemli bir etkisinin olmadığnı saptamıştır. Ayrıca en düşük dış yapışkanlık değeri 60. günde tespit edilmiştir.

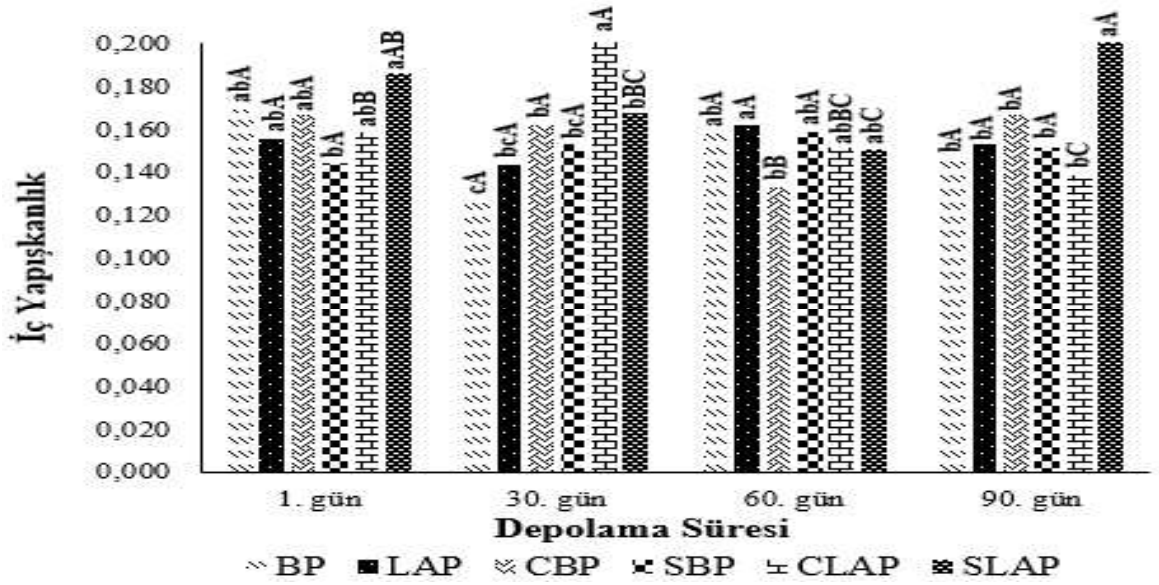
Karahan (2016), yarım yağlı Beyaz peynirin dış yapışkanlık değerlerini -17.24 g/sn (90. gün) ile -35.28 g/sn (60. gün) arasında değiştiğini saptamıştır.

İç yapışkanlık: Örneğin ikinci sıkıştırmaya göstermiş olduğu mukavemetinin ilk sıkıştırmaya oranıdır, birimi yoktur.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince iç yapışkanlık değerlerindeki değişim Çizelge 4.22'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük iç yapışkanlık değeri (0.13) depolamanın 30. gününde BP (Beyaz peynir) ve 60. gününde CBP (C. vulgaris içeren Beyaz peynir) örneklerinde, en yüksek (0.21) depolamanın 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama iç yapışkanlık değerlerinin 0.15 ile 0.16 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince iç yapışkanlık değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	0.17	0.13	0.16	0.15
LAP	0.16	0.14	0.16	0.15
CBP	0.18	0.16	0.13	0.17
SBP	0.14	0.15	0.16	0.15
CLAP	0.16	0.20	0.15	0.14
SLAP	0.19	0.17	0.15	0.21
EN KÜÇÜK	0.14	0.13	0.13	0.14
EN BÜYÜK	0.19	0.20	0.16	0.21
ORTALAMA	0.16	0.16	0.15	0.16



Şekil 4.19. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince iç yapışkanlık değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince iç yapışkanlık değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.19'da verilmiştir. En düşük iç yapışkanlık değeri depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), 30. gününde BP (Beyaz

peynir), 60. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise BP (Beyaz peynir), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 90. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve 60. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli; depolama süresinin ise örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisinin önemsiz ($p>0.01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek iç yapışkanlık (0.18) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmış olup, bu örneği CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.17), CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 0.16) örnekleri izlemiştir. İç yapışkanlık değerinin en düşük (0.15) olduğu peynir çeşitlerinin ise alg içermeyen BP ve LAP örneklerinin olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinde 90 günlük depolama süresince iç yapışkanlık değerlerinin 0.19 (2. gün) ile 0.40 (15. gün) arasında değiştiğini saptamıştır. Depolama süresince iç yapışkanlık değerlerinin azaldığını belirtmiştir.

Karahan (2016), 90 günlük depolama süresince yarım yağlı Beyaz peynir örneğinde iç yapışkanlık değerlerini 0.51 (90. gün) ile 0.62 (1. gün) olarak belirlemiş olup, depolama süresince bu değerin azaldığını tespit etmiştir.

Darwish (2017), Kareish peynirine farklı oranlarda *S. platensis* (%0, 0.5, 1, 1.5) ilave etmiştir. Kontrol örneğinde iç yapışkanlık değerini 0.276 olarak tespit ederken *S. platensis* (%0, 0.5, 1, 1.5) ilaveli örneklerde bu değerin daha yüksek olduğunu (sırasıyla 0.326, 0.275, 0.328) belirtmiştir.

Golmakani ve ark. (2019), farklı oranlarda *S. platensis* (%0, 0.5, 1, 1.5) ilave edilen Feta peynirinde depolamanın başlangıcında iç yapışkanlık değerini 0.46, 0.48, 0.44, 0.45

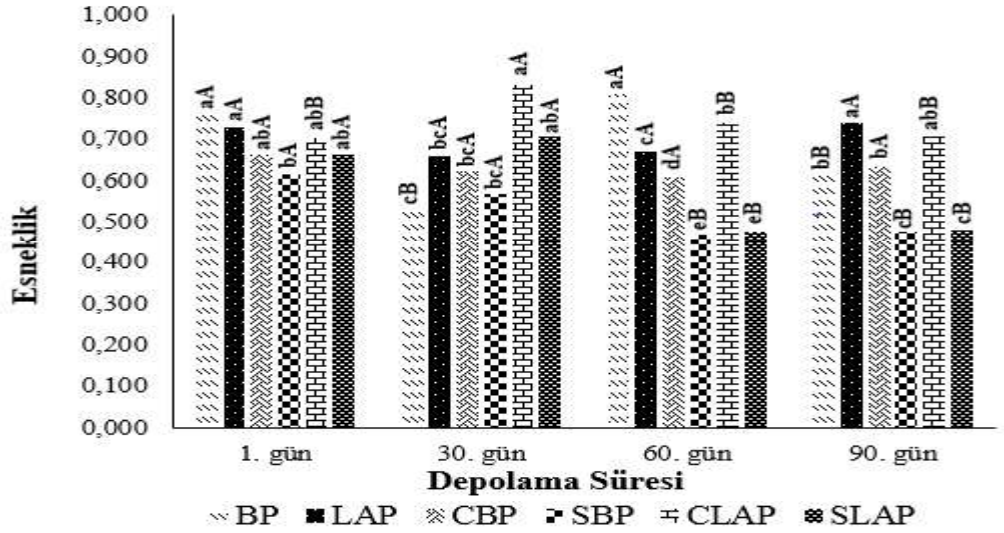
olarak saptarken, 60 günlük depolama sonunda değerlerin 0.38, 0.45, 0.40, 0.32 olduğunu belirtmiştir. Depolama süresince iç yapışkanlık değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Esneklik: Peynirin iki sıkıştırma arasındaki zaman içinde eski halini geri kazanması olarak ifade edilmekte olup matematiksel olarak oran olduğundan birimi bulunmamaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince esneklik değerlerindeki değişim Çizelge 4.23'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük esneklik değeri (0.47) depolamanın 60. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (0.83) depolamanı 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama esneklik değerlerinin 0.61 ile 0.69 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince esneklik değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	0.77	0.54	0.81	0.62
LAP	0.73	0.66	0.67	0.74
CBP	0.66	0.62	0.61	0.63
SBP	0.62	0.57	0.47	0.48
CLAP	0.70	0.83	0.74	0.71
SLAP	0.66	0.71	0.48	0.48
EN KÜÇÜK	0.62	0.54	0.47	0.48
EN BÜYÜK	0.77	0.83	0.81	0.74
ORTALAMA	0.69	0.65	0.63	0.61



Şekil 4.20. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince esneklik değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince esneklik değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.20'de verilmiştir. En düşük esneklik değeri depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren içeren Beyaz peynir), 30. gününde BP (Beyaz peynir), 60. ve 90. günlerde ise SBP (*S. platensis* içeren içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 60. günlerinde BP (Beyaz peynir), 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin esneklik değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek esneklik değeri (0.76) CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.68), BP (Beyaz peynir; 0.67) ve CBP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.62) örnekleri izlemiştir. Esneklik değerinin en düşük (0.54) olduğu örnek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 1. gününde en

yüksek (0.69), 90. gününde ise en düşük değer (0.61) belirlenmiştir (Çizelge 4.27, $p<0.01$).

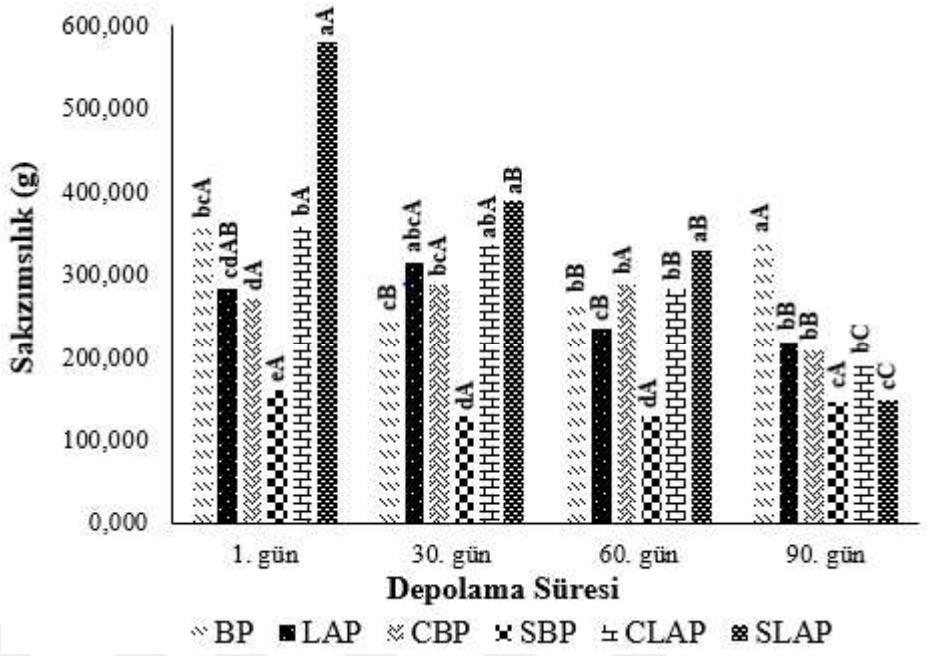
Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince esneklik değerlerini 0.65 ile 0.82 arasında değiştiğini saptamış olup, değerlerin peynir örneklerinde olgunlaşma süresi ve peynir çeşidi x olgunlaşma süresi interaksiyonu bakımından istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Sakızımsılık (g): Yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanan sakızımsılık, tekstür profil analizinde sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin çarpımı ile belirlenmektedir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince sakızımsılık (g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.24'te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük sakızımsılık değeri (127.12) depolamanın 30. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek sakızımsılık değeri (580.74) ise depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama esneklik değerlerinin 207.68 g ile 334.29 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince sakızımsılık (g) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	355.07	241.82	270.58	335.54
LAP	283.24	313.88	234.15	217.09
CBP	269.78	286.76	287.11	209.10
SBP	159.17	127.12	129.38	146.26
CLAP	357.74	336.35	283.90	189.49
SLAP	580.74	388.00	327.72	148.63
EN KÜÇÜK	159.17	127.12	129.38	146.26
EN BÜYÜK	580.74	388.00	327.72	335.54
ORTALAMA	334.29	282.32	255.47	207.68



Şekil 4.21. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince sakızımsılık (g) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince sakızımsılık (g) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.21'de verilmiştir. En düşük sakızımsılık (g) değeri depolama süresince SBP (*S. platensis* içeren içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince sakızımsılık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin sakızımsılık (g) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek sakızımsılık değeri (375.54) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup bu örneği CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 301.23 g), BP (Beyaz peynir; 288.79 g), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz

peynir; 268.80 g) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 267.32 g) örnekleri izlemiştir. Sakızımsılık değerinin en düşük (135.59 g) olduğu örnek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 1. gününde en yüksek (334.29 g), 90. gününde ise (207.68 g) ise en düşük değer belirlenmiştir (Çizelge 4.27, $p<0.01$).

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerine ait sakızımsılık değerlerinin 0.40 ile 1.10 kg arasında değiştiğini saptamıştır.

Mehenktaş (2006), tam yağlı Beyaz peynir örneklerinde sakızımsılık değerlerini ortalama 1.29 kg olduğunu saptamıştır.

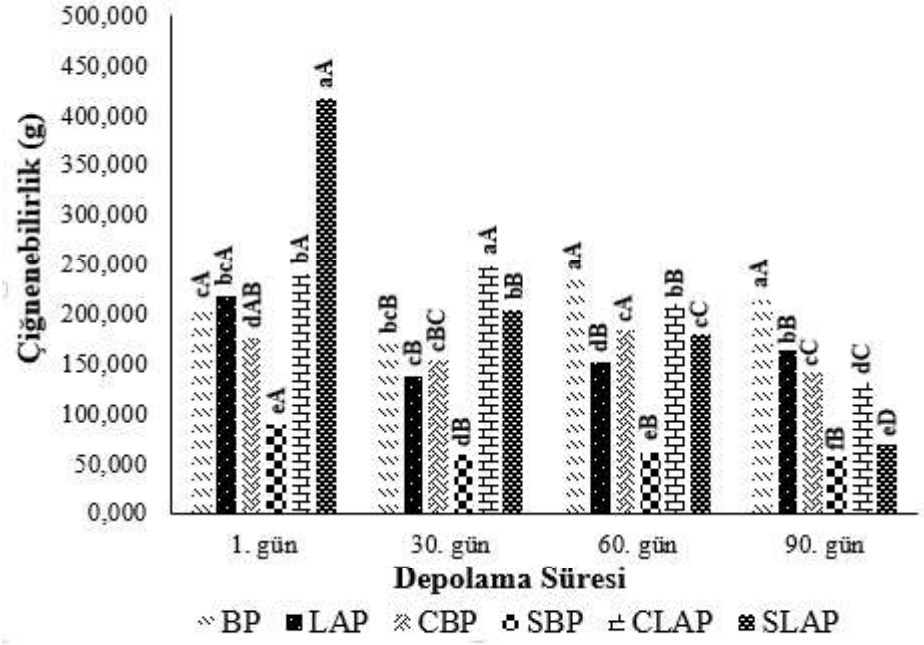
Darwish (2017), farklı oranlarda *S. platensis* (%0, 0.5, 1, 1.5) ilave edilen Kareish peynirinde sakızımsılık değerlerini artan konsantrasyon oranına bağlı olarak sırasıyla 1.467, 1.292, 1.607 olduğunu saptamıştır. Alg ilavesinin peynirlerin sakızımsılık değerini arttırdığı belirtmiştir.

Çiğnenebilirlik (g): Katı bir gıdanın yutmaya hazır hale gelinceye kadar ki çiğneme sayısı olarak ifade edilen çiğnenebilirlik, tekstür profil analizinde sertlik, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Peynirlerin sertlik değerleri ile çiğnenebilirlik değerleri arasında paralellik söz konusudur. Sertlik değeri yüksek olan peynirlerde çiğnenebilirlik değeri de yüksek bulunmakta, sertlik özelliğine etki eden faktörler çiğnenebilirlik özelliğini de etkilemektedir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince çiğnenebilirlik (g) değerlerindeki değişim Çizelge 4.25'te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük çiğnenebilirlik değeri (56.87 g) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek ise (417.21 g) depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama çiğnenebilirlik değerlerinin 129.31 g ile 224.60 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince çiğnenebilirlik (g) değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	209.57	169.11	236.29	213.23
LAP	216.91	137.88	151.09	162.78
CBP	175.85	153.16	182.56	142.09
SBP	88.37	59.16	60.81	56.87
CLAP	239.71	246.96	209.61	131.89
SLAP	417.21	203.91	179.19	68.99
EN KÜÇÜK	88.37	59.16	60.81	56.87
EN BÜYÜK	417.21	246.96	236.29	213.23
ORTALAMA	224.60	161.69	169.93	129.31



Şekil 4.22. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince çiğnenebilirlik (g) değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince çiğnenebilirlik (g) değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.22'de verilmiştir. En düşük çiğnenebilirlik değeri depolama süresince SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 60. ve 90. günlerinde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin çiğnenebilirlik (g) değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek çiğnenebilirlik değeri (218.45 g) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 214.79 g) örneklerinde belirlenmiş olup bu örnekleri BP (Beyaz peynir; 198.23 g) örneği takip etmiştir. En düşük çiğnenebilirlik değeri (64.91 g) ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup depolamanın 1. gününde en yüksek (224.60 g), 90. gününde ise en düşük değer (129.31) g belirlenmiştir (Çizelge 4.27, $p<0.01$). Beyaz peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin depolama süresince azalmasının, peynir matriksinde meydana gelen proteolitik, mikrobiyal ve diğer enzimatik tepkimeler sonucu protein ağ yapısının zayıflamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin 0.31 kg.mm – 0.71 kg.mm arasında değiştiğini saptamıştır. Depolamanın ilk 15 günü çiğnenebilirlik değerleri artış göstermiş, daha sonra ise 90 günlük depolama süresince azalmıştır.

Karahan (2016) yarım yağlı Beyaz peynirlerde çiğnenebilirlik değerlerinin 13.29 J (90. gün) ile 48.07 J (1. gün) arasında değiştiğini, depolama süresince azaldığını saptamıştır.

Darwish (2017), %0, 0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli Kareish peynirinde, çiğnenebilirlik değerlerini artan konsantrasyona bağlı olarak sırası ile 0.490, 0.677, 0.595,

0.707 N/m olarak saptamıştır. Alg ilavesinin çiğnenebilirlik değerlerini arttırdığını belirtmiştir.

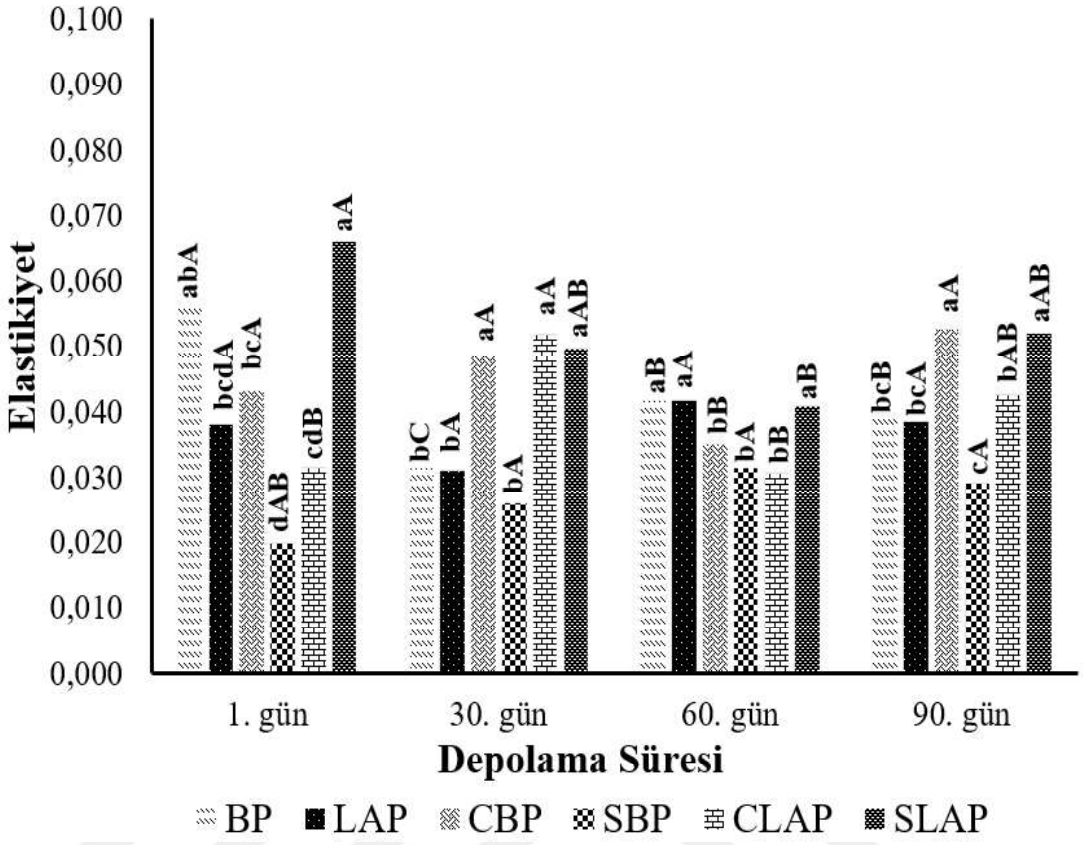
Golmakani (2019), %0, 0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli Feta tipi peynirde çiğnenebilirlik değerlerini depolamanın 1. gününde artan alg konsantrasyon oranına göre 132.40, 26.05, 27.30, 26.45 ve 60 gününde ise 33.75, 24.95, 1.06 olarak belirlemiştir.

Elastikiyet: Peynirin ikinci sıkıştırma sonrası tekrar sıkıştırılma yapılmadan önceki orijinal şekline geri dönme oranı olarak ifade edilen elastikiyet, tekstür profil analizinde birinci ve ikinci sıkıştırma arasında geçen zaman içinde peynirin yüksekliğindeki geri dönüşüm oranı şeklinde hesaplanmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince elastikiyet değerlerindeki değişim Çizelge 4.26'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük elastikiyet değeri (0.020) depolamanın 1. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (0.066) ise depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama elastikiyet değerlerinin 0.037 ile 0.042 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince elastikiyet değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	0.056	0.031	0.042	0.039
LAP	0.038	0.031	0.042	0.038
CBP	0.043	0.048	0.035	0.053
SBP	0.020	0.026	0.031	0.029
CLAP	0.031	0.052	0.031	0.042
SLAP	0.066	0.050	0.041	0.052
EN KÜÇÜK	0.020	0.026	0.031	0.029
EN BÜYÜK	0.066	0.052	0.042	0.053
ORTALAMA	0.042	0.040	0.037	0.042



Şekil 4.23. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince elastikiyet değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince elastikiyet değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.23'de verilmiştir. Genel olarak, depolama süresince en düşük elastikiyet değeri SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) ve en yüksek ise ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidinin elastikiyet değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu ve depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin elastikiyet değerleri üzerine etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.27). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek elastikiyet değeri (0.052) SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş

olup bu örneği CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 0.045), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.043) ve BP (Beyaz peynir) (0.041) örnekleri izlemiştir. En düşük elastikiyet değeri (0.027) SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.27, $p>0.05$).

Deveci (2016), Beyaz peynir örneklerinde 90 günlük depolama süresince elastikiyet değerlerinin 0.08 (90. gün) ile 0.12 (15. gün) arasında değiştiğini ve bu değerlerde düzenli bir değişim olmadığını saptamıştır.

Darwish (2017), %0, 0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli Kareish peynirinde elastikiyet değerlerini artan konsantrasyon oranına bağlı olarak sırası ile 0.404, 0.462 mm, 0.461 mm, 0.440mm olarak belirlemiştir.

Golmakani (2019), %0, 0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli Feta tipi peynirde elastikiyet değerlerini depolamanın 1. gününde artan alg konsantrasyon oranına göre 4.48, 4.28, 4.39, 3.81 ve 60. gününde ise 4.16, 3.93, 4.30, 3.46 olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince tekstürel değerlerinin değişimine ilişkin istatiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	N	Sertlik (g)	Dış Yapışkanlık (g/sn)	İç Yapışkanlık	Esneklik	Sakızımsılık (g)	Çiğnenebilirlik (g)	Elastikiyet
BP	12	1832.02^{ab}	-30.06^{d}	0.15^{bc}	0.67^{b}	288.79^{b}	198.23^{b}	0.041^{ab}
LAP	12	1393.59^{c}	-31.06^{d}	0.15^{bc}	0.68^{b}	268.80^{b}	162.36^{c}	0.036^{bc}
CBP	12	1720.87^{b}	-46.64^{b}	0.16^{abc}	0.62^{c}	267.32^{b}	158.44^{c}	0.045^{ab}
SBP	12	765.80^{d}	-59.83^{a}	0.15^{bc}	0.54^{d}	135.59^{c}	64.91^{d}	0.027^{c}
CLAP	12	1939.95^{a}	-47.85^{b}	0.17^{ab}	0.76^{a}	301.23^{b}	214.79^{a}	0.043^{ab}
SLAP	12	1956.47^{a}	-39.13^{c}	0.18^{a}	0.61^{c}	375.54^{a}	218.45^{a}	0.052^{a}
Depolama Süresi (gün)								
1.gün	18	1851.92^{a}	-36.16^{c}	0.16^{a}	0.69^{a}	334.29^{a}	224.60^{a}	0.042^{a}
30. gün	18	1493.15^{c}	-29.56^{d}	0.16^{a}	0.65^{ab}	283.48^{b}	161.90^{b}	0.041^{a}
60. gün	18	1637.44^{b}	-54.31^{b}	0.15^{a}	0.63^{b}	255.47^{c}	169.93^{b}	0.037^{a}
90. gün	18	1531.60^{bc}	-62.53^{a}	0.16^{a}	0.61^{b}	207.68^{d}	129.31^{c}	0.042^{a}
ANOVA								
Örnek Çeşidi		**	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi		**	**	Önemsiz	**	**	**	Önemsiz
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		**	**	**	**	**	**	Önemsiz

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

4.6. Beyaz Peyniri Örneklerinin Enstrumantel Renk Ölçüm Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları

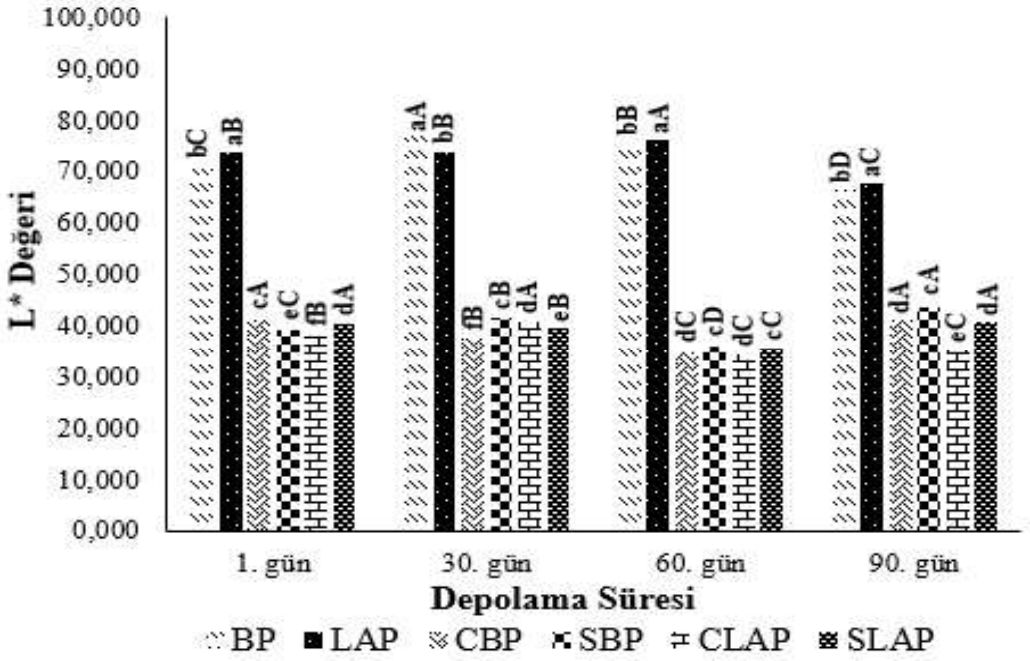
Süt ve ürünlerinde renk ölçümü tüketici beğenisini etkilemesinin yanı sıra kalite özelliklerini de belirleyen önemli bir parametredir. Renk ölçümünde objektif sonuç elde edebilmek için enstrumantel cihazlardan yararlanılmakta ve L*, a*, b* değerlerinin belirlenmesi ile nicel sonuçlar elde edilmektedir (Okumuş 2019). Peynirin rengi, hammaddenin özelliklerinden (sütün yağ, protein, karoten, biliverdin/billirubin içeriği) etkilendiği gibi üretimde kullanılan katkı maddelerinden, renklendiricilerden, paketleme materyalleri ve depolama koşullarından da etkilenebilmektedir (Marchesini ve ark. 2009, Wadhwani 2011).

L* değeri: Üç boyutlu koordinat sisteminde L* değeri dikey eksende parlaklıktan/beyazdan (100), koyuluğa/siyaha (0) gidişi belirtmektedir (Say 2008). Peynirlerdeki beyaz rengi yansıtmasında L* değeri kritik rol oynamaktadır. Sütün bileşiminde yer alan yağ globülleri ve kazein miselleri ışığı yansıttıklarından peynirin beyaz rengini almasını sağlamaktadır (Metzger ve ark. 2000).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince L* değerlerindeki değişim Çizelge 4.28'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük L* değeri (34.28) depolamanın 60. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (76.95) ise depolamanın 30. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama L* değerlerinin 48.54 ile 51.61 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.28. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince L* değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	70.32	76.95	74.77	66.43
LAP	73.67	73.53	76.01	67.65
CBP	41.19	37.55	34.54	40.91
SBP	39.09	41.47	35.99	43.34
CLAP	37.92	40.70	34.28	34.98
SLAP	40.29	39.44	35.63	40.65
EN KÜÇÜK	37.92	37.55	34.28	34.98
EN BÜYÜK	73.67	76.95	76.01	67.65
ORTALAMA	50.41	51.61	48.54	48.99



Şekil 4.24. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince L* değerlerinin değişimi *(BP: Kontrol; LAP: Lb. acidophilus; CBP: C. vulgaris; SBP: S. platensis; CLAP: C. vulgaris + Lb. acidophilus; SLAP: S. platensis + Lb. acidophilus)*

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.24'de verilmiştir. En düşük L* değeri depolamanın 1., 60. ve 90. günlerinde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. gününde ise CBP (*C. vulgaris* Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1., 60. ve 90. günlerinde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 30. günde ise BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince alg içeren örneklerde L* değeri artış gösterirken, kontrol örneklerinde (BP ve LAP) ise azalma göstermiş olup, dönemler arası istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin L* değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek L* değeri BP (Beyaz peynir; 73.09) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 72.96) örneklerinde belirlenmiş olup bu örnekleri SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 40.28), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 39.11) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 38.35) örnekleri izlemiştir. En düşük L* değeri (37.71) CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Benzer şekilde, Mazinani ve ark. (2016), farklı oranlarda *Mentha longifolia* (%0.5 ve %1) ve *S. platensis* (%0, 0.3, 0.5 ve 9.8) içeren probiyotik Feta peyniri üzerine yaptığı çalışmada en yüksek L* değerini kontrol örneğinde saptamıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 30. gününde en yüksek (51.65), 60. gününde ise en düşük değer (48.54) belirlenmiştir (Çizelge 4.34, $p<0.01$).

Darwish (2017), *S. platensis* ile zenginleştirilen Kareish peynirinde L* değerlerinin 74.43 ile 80.46 arasında değiştiğini saptamıştır. Çalışmada belirtilen değerler, bu çalışmada saptanan değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, kullanılan alg konsantrasyonunun daha yüksek olmasından aynı zamanda Kareish peynirinin salamurada olgunlaştırılan bir peynir olmamasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan pek çok araştırmada depolama süresince peynir örneklerinde L* değerlerinde azalma olduğu belirtilmektedir (Öksüz ve ark. 2001, Shrivastava ve ark. 2013).

Kayaalp-Özdemir (2016) Beyaz peynirler ile ilgili yapmış olduğu bir çalışmada L* değerlerini 93.78 (1. gün) ile 91.30 (90. gün) aralığında belirlemiştir.

Deveci (2016) Beyaz peynir örneklerinde, 90 günlük depolama süresince L* değerini 98.80 (2. gün) ile 92.09 (60. gün) arasında tespit etmiştir.

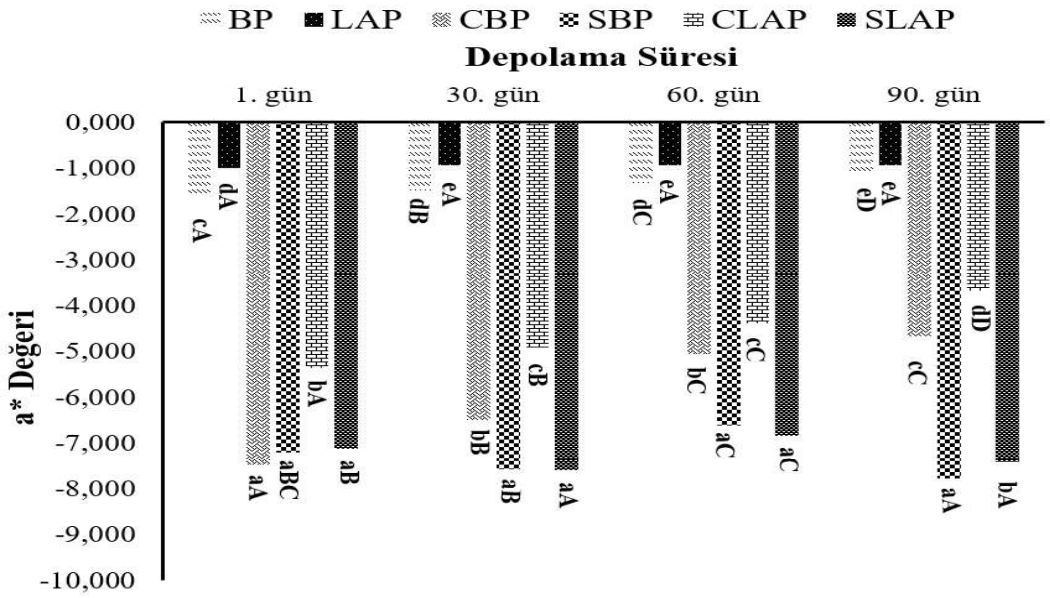
Golmakani ve ark. (2019), kontrol Feta tipi peynir ile %0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli üretilen peynir örneklerinin 60 günlük depolama süresince L* değerlerini incelemişlerdir. Kontrol peynirinin parlaklığının *S. platensis* ilaveli peynirden daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Depolamanın 1. gününde kontrol, %0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli peynir örneklerinde L* değerleri sırasıyla 85.67, 64.33, 60.33, 56.33; 90. gününde ise 82.67, 62.67, 60.33, 55.67 olarak saptanmıştır.

a* değeri: Koordinat sisteminde pozitif ve negatif koordinatlar ile kırmızı (+) ve yeşil (-) renkleri ifade etmektedir. Negatif değerin artması yeşil rengin arttığını pozitif değerin artması da kırmızı rengin arttığını göstermektedir (Aydemir 2010).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince a* değerlerindeki değişim Çizelge 4.29'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük (0.94) a* değeri depolamanın 60. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek ise (7.79) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama a* değerlerinin 4.19 ile 4.97 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince a* değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	-1.63	-1.49	-1.33	-1.15
LAP	-1.01	-0.95	-0.94	-0.95
CBP	-7.49	-6.49	-5.06	-4.68
SBP	-7.20	-7.58	-6.62	-7.79
CLAP	-5.37	-4.93	-4.39	-3.69
SLAP	-7.12	-7.61	-6.84	-7.42
EN BÜYÜK	-1.01	-0.95	-0.94	-0.95
EN KÜÇÜK	-7.49	-7.61	-6.84	-7.79
ORTALAMA	-4.97	-4.84	-4.19	-4.28



Şekil 4.25. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince a* değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince a* değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.25'de verilmiştir. En düşük a* değeri depolama süresince LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek ise SBP (*S. platensis* içeren

Beyaz peynir) ve SLAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır. Özellikle *S. platensis* içeren örneklerin diğer örneklere göre yeşil rengin artmasına neden oldu saptanmıştır. Renk değişimi stabil olmayan değişimler göstermekle birlikte, *S. platensis* içeren örneklerde depolamanın 90. gününde en yüksek değere sahipken, *C. vulgaris* içeren örneklerde bu değer azalma göstermiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidi, örneklerin a* değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu; depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ise örneklerin a* değerleri üzerine etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek a* değeri SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 6.34), CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 6.04) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 5.39) örneklerinde belirlenmiş olup bu örnekleri CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.68) örneği izlemiştir. a* değerinin en düşük olduğu örnekler ise BP (Beyaz peynir; 1.42) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 0.96) örnekleri olarak belirlenmiştir ($p<0.01$).

Mazinani ve ark. (2016), farklı oranlarda *Mentha longifolia* (%0.5 ve %1) ve *S. platensis* (%0, 0.3, 0.5 ve 9.8) içeren probiyotik Feta peynirlerinin a* değerlerinin -1.17 ile -.6.16 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Darwish (2017), *S. platensis* ilaveli Kareish peynir örneklerinde a* değerlerinin -6.89 ile -10.69 arasında değiştiğini saptamıştır. Çalışmada saptanan a* değerleri Darwish (2017) ile benzerlik göstermektedir.

Kayaalp-Özdemir (2016) Beyaz peynirler ile ilgili yapmış olduğu bir çalışmada a* değerlerini -2.65 (1. gün) – 3.29 (90. gün) aralığında değiştiğini saptamıştır.

Deveci (2016, Beyaz peynir örneklerinde 90 günlük depolama süresince a* değerini 1.16 (15. gün) – 2.39 (60. gün) arasında tespit etmiştir.

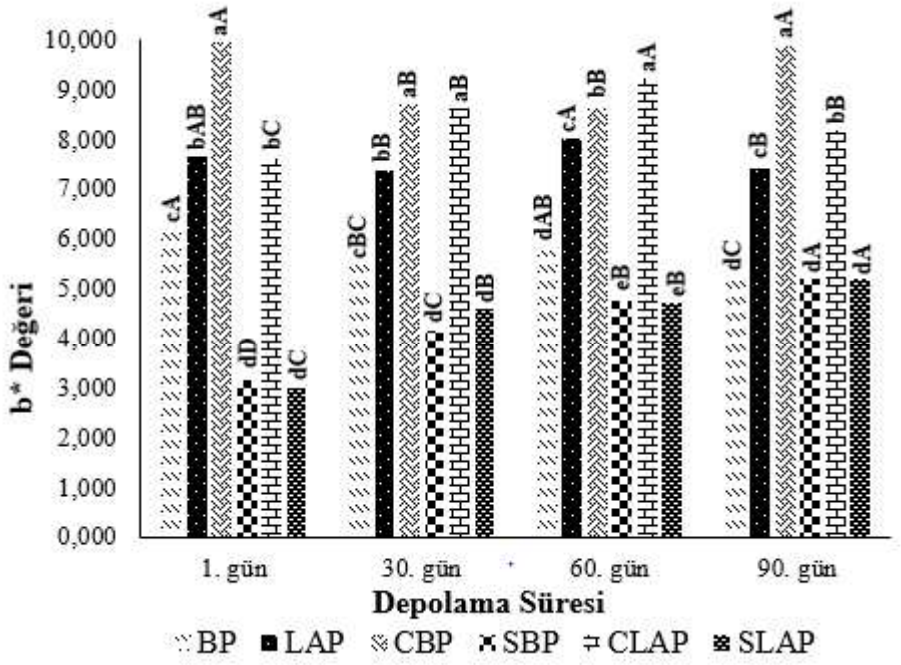
Golmakani ve ark. (2019) kontrol Feta tipi peynir ile %0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli peynir örneklerinde, a* değerlerini depolamanın 1. gününde sırasıyla 5.67, -7.33, -11.67, -10.67; 90. gününde ise 3.67, -6.33, -9.67, -10.00 olarak belirlemiştir.

b* değeri: Koordinat sisteminde pozitif b* değeri sarı rengin ortama hakim olduğunu belirtirken, negatif değer ise mavi rengin ortama hakim olduğunu göstermektedir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince b* değerlerindeki değişim Çizelge 4.30'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük b* değeri (2.99) depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (9.93) ise depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama b* değerlerinin 6.26 ile 6.85 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince b* değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	6.21	5.64	5.77	5.21
LAP	7.63	7.39	8.00	7.39
CBP	9.93	8.70	8.63	9.87
SBP	3.16	4.13	4.76	5.19
CLAP	7.63	8.62	9.21	8.17
SLAP	2.99	4.58	4.70	5.18
EN KÜÇÜK	2.99	4.13	4.70	5.18
EN BÜYÜK	9.93	8.70	9.21	9.87
ORTALAMA	6.26	6.51	6.85	6.84



Şekil 4.26. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince b* değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince b* değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.26'da verilmiştir. En düşük b* değeri depolama süresince SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 90. günlerinde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), 30. gününde ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 60. gününde ise CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin b* değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek b* değeri (9.15) CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği sırasıyla CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 8.48), LAP (*Lb. acidophilus* içeren

Beyaz peynir; 7.53) ve BP (Beyaz peynir; 5.69) örnekleri izlemiştir. En düşük b* değeri SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.39) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.26) örneklerinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 60. ve 90. günlerinde en yüksek (6.85; 6.84), 1. ve 30. günlerinde de ise en düşük (6.26; 6.49) değerler belirlenmiştir (Çizelge 4.34, $p<0.01$).

Mazinani ve ark. (2016), farklı oranlarda *Mentha longifolia* (%0.5 ve %1) ve *S. platensis* (%0, 0.3, 0.5 ve 9.8) içeren probiyotik Feta peynirlerinin 45 günlük depolamadan sonra, antioksidanların varlığında, mikrolagal pigmentlerin yavaş bir şekilde dekompozisyonu ve oksidasyonu sonucu sarımsı yeşil rengin arttığını ifade etmişlerdir.

Darwish (2017), *S. platensis* içeren Kareish peyniri örneklerinde b* değerlerinin 5.78 ile 7.79 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Kayaalp-Özdemir (2016), Beyaz peynir örneklerinde b* değerlerini 12.02 (1. gün) ile 14.00 (90. gün) aralığında saptamıştır.

Deveci (2016), Beyaz peynirlerle ilgili yapmış olduğu çalışmada, 90 günlük depolama süresince b* değerini 11.09 (2. gün) ile 12.73 (90. gün) arasında tespit etmiştir.

Golmakani ve ark. (2019), kontrol Feta tipi peynir ile %0.5, 1, 1.5 oranlarında *S. platensis* ilaveli peynir örneklerinin b* değerlerini, depolamanın 1. gününde sırasıyla 11.33, 8.00, 5.33, 3.67; 90. gününde ise 7.67, 6.67, 4.33, 3.33 olarak saptamışlardır.

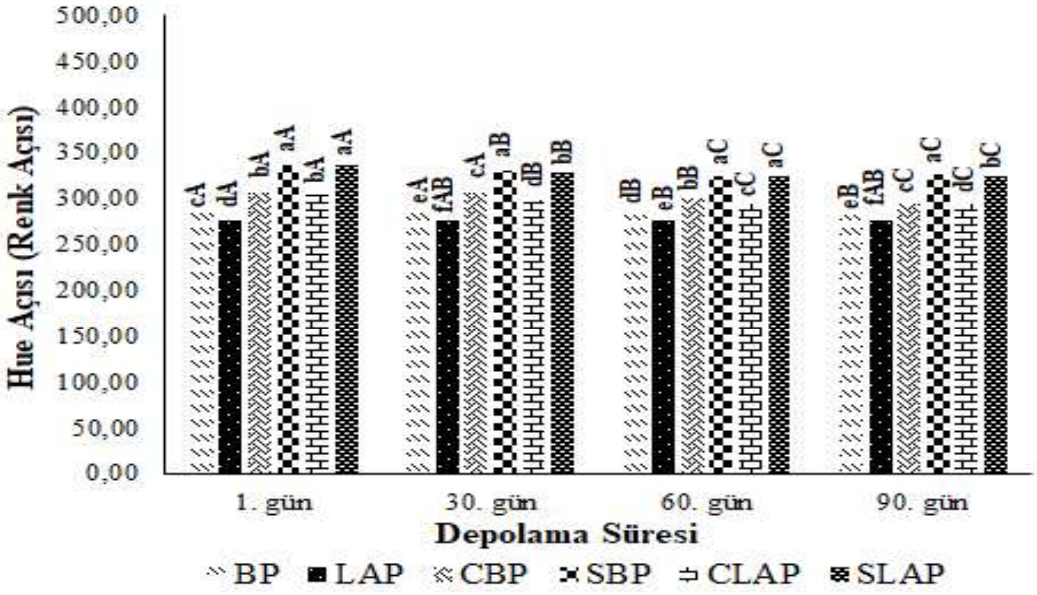
Hue açısı (Renk açısı): Hue açısı (h^o), CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) a* b* koordinatlarını dik açı formdan polar forma dönüştürerek hesaplanmakta ve rengin spektrumdaki durumunu yansıtmaktadır (McLellan ve ark. 2007, Karaman Mutlu 2019).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince h^o değerlerindeki değişim Çizelge 4.31'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük h^o değeri (276.68) depolamanın 60. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek h^o değeri (337.20) ise depolamanın 1. gününde SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz

peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama h^o değerlerinin 300.13 ile 307.96 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince h^o değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	284.71	284.80	282.94	282.47
LAP	277.52	277.35	276.68	277.30
CBP	307.01	306.74	300.36	295.37
SBP	336.19	331.39	324.30	326.29
CLAP	305.12	299.76	295.49	294.30
SLAP	337.20	328.95	325.51	325.07
EN KÜÇÜK	277.52	277.35	276.68	277.30
EN BÜYÜK	337.20	331.39	325.51	326.29
ORTALAMA	307.96	304.83	300.88	300.13



Şekil 4.27. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince h^o değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince h^o değerlerindeki değişimi Şekil 4.27'de verilmiştir. En düşük h^o değeri depolama süresince LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmış olup, bu örneği BP (Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örnekleri izlemiştir. Depolama süresince en yüksek h^o değeri SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Bu örneği sırasıyla SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örnekleri izlemiştir. 30 günlük depolamadan sonra örneklerin h^o değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

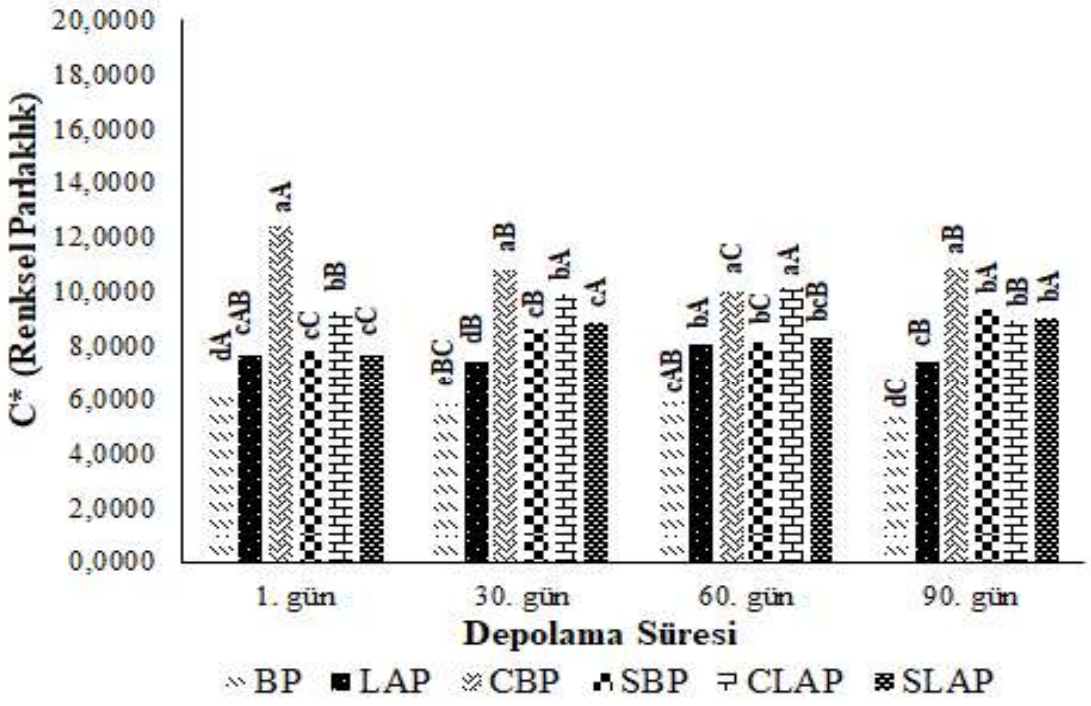
Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin h^o değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek h^o değeri SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 329.96) ve SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 329.20) örneklerinde belirlenmiş olup bu örnekleri CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 303.26), CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 298.90) ve BP (Beyaz peynir; 283.96) çeşitleri izlemiştir. h^o değerinin en düşük (277.30) olduğu örnek ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneği olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolama süresince h^o değerinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.34, $p<0.01$).

C* (Chroma*) (Renksel parlaklık): Rengin parlaklığını gösteren Chroma değeri, örneğin saf renge (griye) olan uzaklığını göstermektedir (Aydemir 2019).

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince C* değerlerindeki değişim Çizelge 4.32'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük C* değeri (5.83) depolamanın 30. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (12.44) ise depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama C* değerlerinin 8.44 ile 8.59 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince C* değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	6.42	5.83	5.92	5.33
LAP	7.70	7.45	8.05	7.45
CBP	12.44	10.86	10.00	10.92
SBP	7.87	8.63	8.15	9.36
CLAP	9.33	9.93	10.21	8.97
SLAP	7.72	8.88	8.29	9.05
EN KÜÇÜK	6.42	5.83	5.92	5.33
EN BÜYÜK	12.44	10.86	10.21	10.92
ORTALAMA	8.58	8.59	8.44	8.52



Şekil 4.28. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince C* değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince C* değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.28'de verilmiştir. En düşük C* değeri depolama süresince BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmış olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örnekleri izlemiştir. Depolama süresince en yüksek C* değeri sırasıyla CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. *S. platensis* içeren örneklerde 90 günlük depolama sonunda C* değeri artış gösterirken diğer örneklerde azalma saptanmıştır.

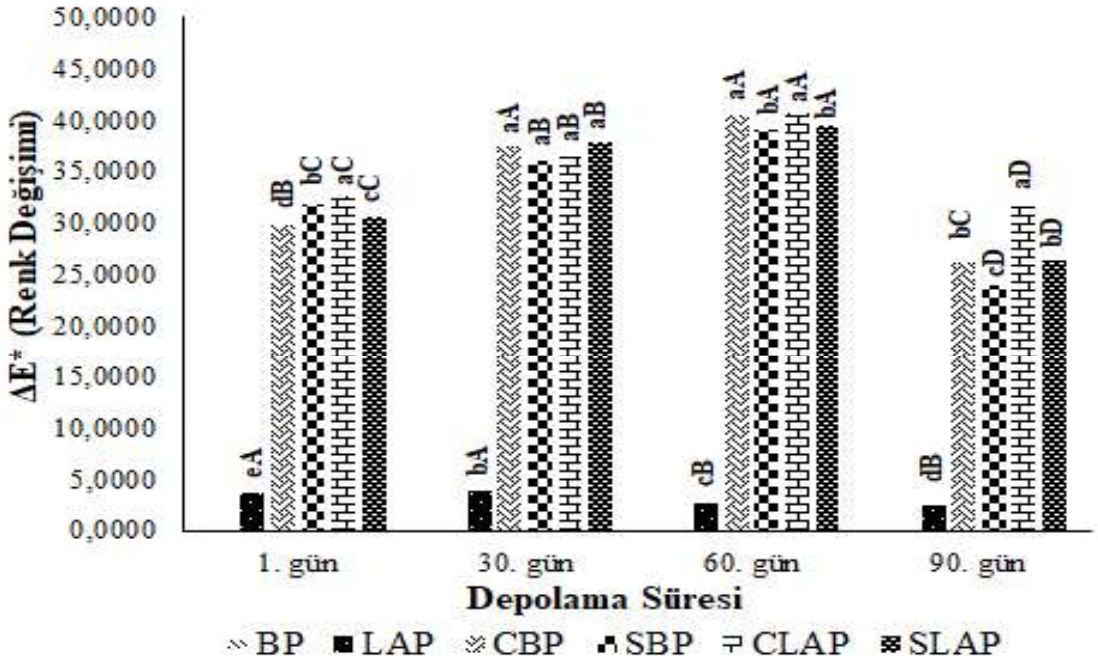
Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin C* değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu, depolama süresinin ise düzeyinde önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek C* değeri (11.00) CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 9.71), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 8.56) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 8.51) örnekleri izlemiştir. En düşük C* değeri (5.87) BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir ($p<0.01$).

ΔE* (Renk değişimi): CIE L*a*b* Renk Sisteminde iki nesnenin renk farkını tek bir değerle ifade etmek için ΔE* değeri kullanılmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince ΔE* değerlerindeki değişim Çizelge 4.33'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük ΔE* değeri (2.53) depolamanın 90. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (40.75) ise depolamanın 60. gününde CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama ΔE* değerlerinin 22.19 ile 32.54 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince ΔE* değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
LAP	3.71	3.88	2.77	2.53
CBP	29.94	37.63	40.51	26.19
SBP	31.88	36.03	39.15	24.02
CLAP	32.64	36.53	40.75	31.69
SLAP	30.70	38.02	39.54	26.53
EN KÜÇÜK	3.71	3.88	2.77	2.53
EN BÜYÜK	32.64	38.02	40.75	31.69
ORTALAMA	25.77	30.42	32.54	22.19



Şekil 4.29. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince ΔE* değerlerinin değişimi (BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)

[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince ΔE* değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.29'da verilmiştir. En düşük ΔE* değeri depolama süresince LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır. Depolama süresince en yüksek ΔE* değeri CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. *C.vulgaris* ve *S. platensis* içeren peynir örnekleri, en yüksek ΔE* değerine depolamanın 60. gününde; en düşük değerlere ise depolamanın 90. gününde ulaşmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin ΔE* değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.34). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek ΔE* değeri (35.65) CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 34.60), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 34.54) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 33.41) örnekleri izlemiştir. En düşük ΔE* değeri (3.27) ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 60. gününde en yüksek (27.12), 90. gününde ise en düşük (18.49) ΔE* değer belirlenmiştir (Çizelge 4.34, $p<0.01$).

Çizelge 4.34. Beyaz peyniri örneklerinin depolama süresince enstrümental renk ölçüm değerlerinin değişimine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	N	L*	a*	b*	h^0	C*	ΔE
BP	12	73.09^{a}	-1.42^{b}	5.69^{d}	283.96^{d}	5.87^{e}	0.00^{e}
LAP	12	72.96^{a}	-0.96^{b}	7.53^{c}	277.30^{e}	7.59^{d}	3.27^{d}
CBP	12	38.35^{d}	-6.04^{a}	9.15^{a}	303.26^{b}	11.00^{a}	34.60^{b}
SBP	12	40.28^{b}	-6.34^{a}	4.26^{e}	329.96^{a}	8.51^{c}	33.41^{c}
CLAP	12	37.71^{e}	-4.68^{ab}	8.48^{b}	298.90^{c}	9.71^{b}	35.65^{a}
SLAP	12	39.11^{c}	-5.39^{a}	4.39^{e}	329.20^{a}	8.56^{c}	34.54^{b}
Depolama Süresi (gün)							
1.gün	18	50.41^{b}	-3.35^{a}	6.26^{b}	307.96^{a}	8.58^{a}	21.48^{c}
30. gün	18	51.65^{a}	-4.84^{a}	6.49^{b}	305.42^{b}	8.61^{a}	25.76^{b}
60. gün	18	48.54^{d}	-4.19^{a}	6.85^{a}	300.88^{c}	8.44^{a}	27.12^{a}
90. gün	18	48.99^{c}	-3.47^{a}	6.84^{a}	300.13^{d}	8.51^{a}	18.49^{d}
ANOVA							
Örnek Çeşidi		**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi		**	Önemsiz	**	**	Önemsiz	**
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		**	Önemsiz	**	**	**	**

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

4.7. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Gıda endüstrisinde üreticilerin temel hedefi, tat, aroma, renk, doku gibi duyusal özellikleri ile tüketici tarafından beğenilen ve talep edilen yeni ürünlerin üretilmesidir. Yeni ürün geliştirilmesi ya da mevcut ürünün çeşitlendirilmesi aşamasında en kritik parametre duyusal analizdir. Özellikle son yıllarda süt ürünlerinin geliştirilmesinde eğitimli ve donanımlı panelistlerin yetştirilmesi ve bu konuda enstrumantel tekniklerin geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Wadhwani 2011). Bu çalışmada beyaz peynir

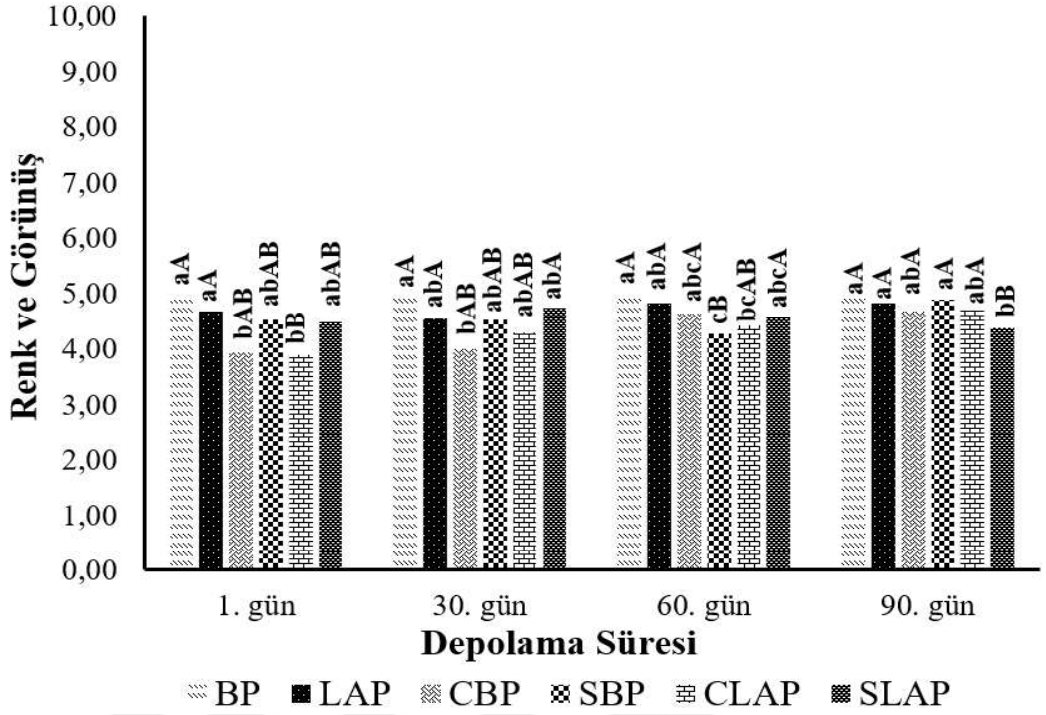
örnekleri, “renk ve görünüş”, “yapı ve tekstür”, “koku”, “tat ve aroma” ve “genel kabul edilebilirlik” parametreleri ile panelistler tarafından duyusal olarak değerlendirilmiştir.

Renk ve görünüş: Beyaz peyniri örneklerinin görünüş olarak, arzu edilen renk, homojen renk dağılımı, temiz, parlak, düzgün, gözenekli/ lekeli /çatlak olup olmadığı gibi özelliklerine bakılarak panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince “renk ve görünüş” değerlerindeki değişim Çizelge 4.35’te verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük “renk ve görünüş” değeri (3.90) depolamanın 1. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (5.00) ise depolamanın 30. ve 60. günlerinde BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama “renk ve görünüş” değerlerinin 4.40 ile 4.74 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince renk ve görünüş puan değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	4.88	5.00	5.00	4.95
LAP	4.67	4.55	4.83	4.83
CBP	3.93	4.00	4.63	4.68
SBP	4.53	4.52	4.28	4.88
CLAP	3.90	4.30	4.42	4.70
SLAP	4.48	4.73	4.58	4.38
EN KÜÇÜK	3.90	4.00	4.28	4.38
EN BÜYÜK	4.88	5.00	5.00	4.95
ORTALAMA	4.40	4.52	4.62	4.74



Şekil 4.30. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince renk ve görünüş puan değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince "renk ve görünüş" değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.30'da verilmiştir. En düşük "renk ve görünüş" değeri depolamanın 1. ve 30. günlerinde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), 60. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 30. günlerinde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir), 60. gününde BP (Beyaz peynir), 90. gününde ise BP (Beyaz peynir), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır. Örneklerin depolama süresince "renk ve görünüş" değerleri açısından çok fazla farklılık göstermedikleri belirlenmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidi, "renk ve görünüş" değerleri üzerine etkisinin $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu ve depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu

saptanmıştır (Çizelge 4.40). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek "renk ve görünüş" değeri (4.96) BP (Beyaz peynir) örneğine ait olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.73), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.58) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.54) örnekleri izlemiştir. En düşük değerler ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 4.39) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.36) örneklerinde belirlenmiştir ($p<0.01$).

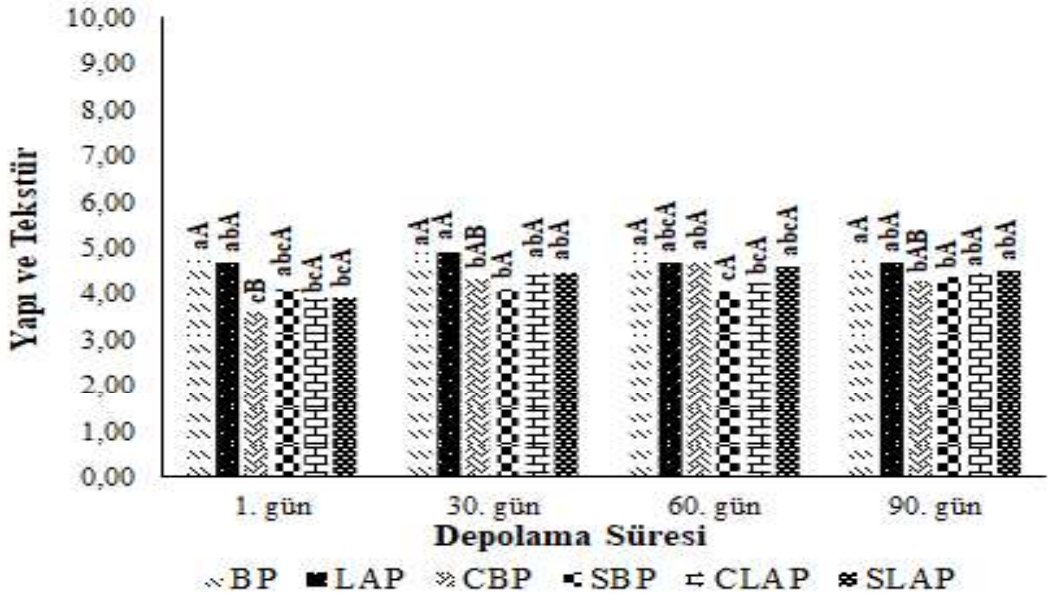
Darwish (2017), %0, 0.5, 1 ve 1.5 oranlarında *S. platensis* içeren Kareish peynirlerinde, renk ve görünüş puanları açısından en yüksek değeri %1 oranında alg içeren peynirin aldığını belirlemiştir. Artan alg konsantrasyonunun peynirin koyu renk almasına açık yeşil rengin azalmasına neden olduğunu bu durumun da peynirlerin renk ve görünüş açsısından değerlendirilmesini etkilediğini bildirmiştir.

Yapı ve tekstür: Beyaz peynir örnekleri yapı parametresi olarak, düzgün kesitli, pürüzsüz ve homojen, sert ya da yumuşak olması, elastik/kırılgan/lastiğimsi/olup olmadığı, ağızda gösterdiği dağılım gibi kriterlere göre panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince "yapı ve tekstür" değerlerindeki değişim Çizelge 4.36'da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük "yapı ve tekstür" değeri (3.62) depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (4.92) ise depolamanın 30. ve 60. günlerinde BP (Beyaz peynir) ve 30. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama "yapı ve tekstür" değerlerinin 4.18 ile 4.54 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.36. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince yapı ve tekstür puan değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	4.78	4.92	4.92	4.87
LAP	4.68	4.92	4.67	4.68
CBP	3.62	4.32	4.70	4.27
SBP	4.12	4.13	4.08	4.38
CLAP	3.92	4.47	4.25	4.45
SLAP	3.93	4.47	4.62	4.52
EN KÜÇÜK	3.62	4.13	4.08	4.27
EN BÜYÜK	4.78	4.92	4.92	4.87
ORTALAMA	4.18	4.54	4.54	4.53



Şekil 4.31. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince yapı ve tekstür puan değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince "yapı ve tekstür" değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.31'de verilmiştir. En düşük yapı ve tekstür puan değeri depolamanın 1. ve 60. günlerinde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir), 30. ve 90. günlerde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ile SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolama süresince BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre; örnek çeşidinin "yapı ve tekstür" değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde, depolama süresinin ise $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun örneklerin "yapı ve tekstür" etkisinin önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.40). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek "yapı ve tekstür" değeri (4.86) BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.72), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.48) örnekleri izlemiştir. "Yapı ve tekstür" değerinin en düşük olduğu örnek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.19) olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 90. gününde en yüksek (4.56), 1. gününde ise en düşük değer (4.18) belirlenmiştir (Çizelge 4.40, $p<0.05$).

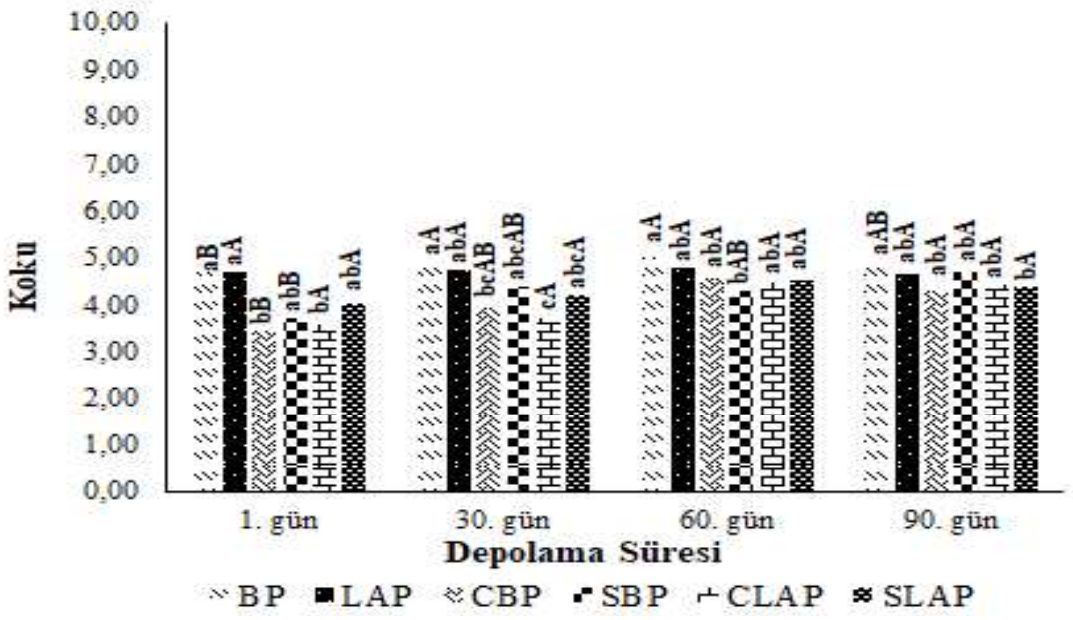
Darwish (2017), %0. 0.5, 1 ve 1.5 oranlarında *S. platensis* içeren Kareish peynirlerinde, %1.5 oranının kurumaddeyi arttırıp su salmayı engellediği için yapı ve tekstür parametresi olarak daha yüksek puan aldığını belirlemiştir.

Koku: Beyaz peyniri örnekleri "koku" parametresi olarak, kendine özgü, hoş koku, yavan ya da ekşi koku, yosun kokusu, sabunumsu, küf kokusu gibi kriterlere göre panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince "koku" değerlerindeki değişim Çizelge 4.37'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük "koku" (3.43) değeri depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (5.00) ise depolamanın 60. gününde BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama "koku" değerlerinin 4.01 ile 4.60 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.37. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince koku puan değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	4.67	4.97	5.00	4.88
LAP	4.67	4.73	4.75	4.65
CBP	3.43	3.92	4.55	4.30
SBP	3.68	4.35	4.30	4.70
CLAP	3.55	3.72	4.47	4.42
SLAP	4.03	4.17	4.52	4.35
EN KÜÇÜK	3.43	3.72	4.30	4.30
EN BÜYÜK	4.67	4.97	5.00	4.88
ORTALAMA	4.01	4.31	4.60	4.55



Şekil 4.32. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince koku puan değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

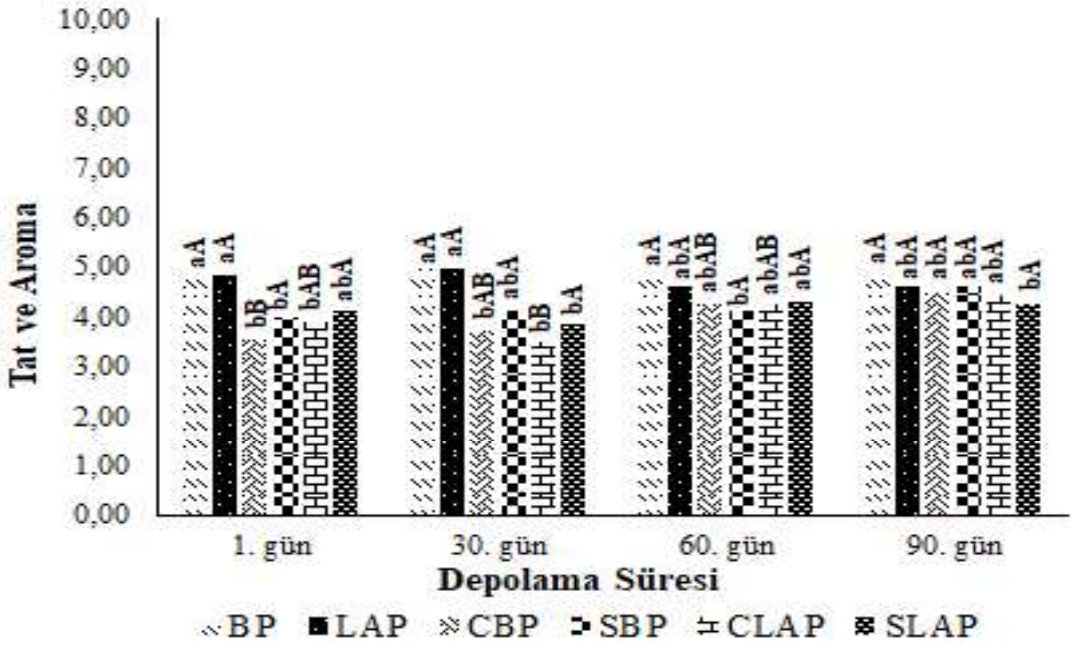
Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince "koku" değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.32'de verilmiştir. En düşük koku puan değeri depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir). 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir). 60. gününde SBP (*S: platensis* içeren Beyaz peynir) ve 90. gününde ise SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup diğer günlerde ise sadece BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidinin "koku" değerleri üzerine etkisinin $p<0.05$ düzeyinde, depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.40). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek "koku" değeri (4.91) BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.76), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.42) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.30) örnekleri izlemiştir. En düşük koku değeri ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 4.24) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.22) örneklerinde belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 60. ve 90. günlerinde en yüksek (4.58; 4.63), 1. gününde ise en düşük değer (4.01) belirlenmiştir (Çizelge 4.40, $p<0.01$).

Tat ve aroma: Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince "tat ve aroma" değerlerindeki değişim Çizelge 4.38'de verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük "tat ve aroma" değeri (3.47) depolamanın 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (4.97) ise depolamanın 30. gününde LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama "tat ve aroma" değerlerinin 4.18 ile 4.53 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince tat ve aroma puan değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	4.80	4.95	4.88	4.85
LAP	4.82	4.97	4.58	4.60
CBP	3.50	3.72	4.23	4.45
SBP	3.98	4.12	4.08	4.60
CLAP	3.87	3.47	4.22	4.43
SLAP	4.10	3.83	4.28	4.23
EN KÜÇÜK	3.50	3.47	4.08	4.23
EN BÜYÜK	4.82	4.97	4.88	4.85
ORTALAMA	4.18	4.18	4.38	4.53



Şekil 4.33. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince tat ve aroma puan değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince “tat ve aroma” değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.33’de verilmiştir. En düşük” tat ve aroma” değeri depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir); 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir), CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir); 60. gününde SBP (*S: platensis* içeren Beyaz peynir); 90. gününde ise SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise depolamanın 1. ve 30. günlerde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerine ait olup diğer günlerde ise sadece BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidinin örneklerin “tat ve aroma” değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu; depolama süresinin ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.40). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek “tat ve aroma” değeri (4.88) BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.75), SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.23) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.20) örnekleri izlemiştir. En düşük “tat ve aroma” değerleri ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 4.09) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.10) örneklerinde belirlenmiştir ($p<0.01$).

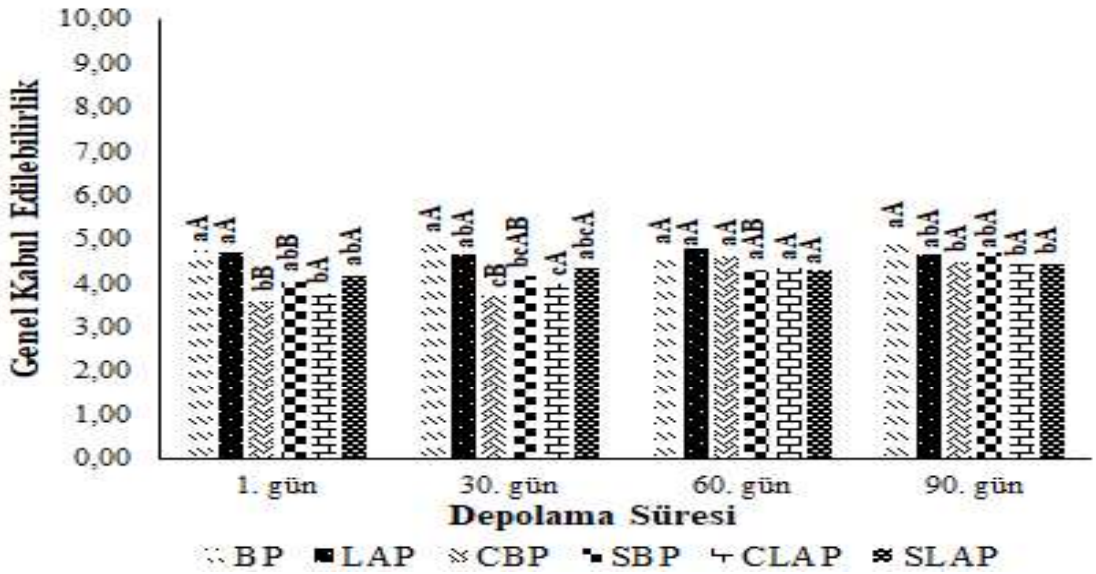
Genel kabul edilebilirlik: Tat, koku, yapı ve tekstür gibi duyusal özellik parametrelerinin tümünü kapsayan genel kabul edilebilirlik kriterinde panelistler peynir örneklerini; çok beğendim, beğendim, beğenmedim ve hiç beğenmedim şeklinde puanlamışlardır.

Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince “genel kabul edilebilirlik” puan değerlerindeki değişim Çizelge 4.39’da verilmiştir. Beyaz peynir örneklerinde en düşük “genel kabul edilebilirlik” değeri (3.55) depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneğinde, en yüksek (4.92) ise depolamanın 90. gününde BP (Beyaz

peynir) örneğinde belirlenmiştir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama "genel kabul edilebilirlik" değerlerinin 4.15 ile 4.58 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.39. Beyaz peynir örneklerinin 90 gün depolama süresince genel kabul edilebilirlik puan değerlerindeki değişim

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
BP	4.74	4.88	4.70	4.92
LAP	4.68	4.63	4.75	4.63
CBP	3.55	3.72	4.60	4.47
SBP	4.03	4.15	4.27	4.67
CLAP	3.76	3.95	4.33	4.40
SLAP	4.15	4.33	4.30	4.40
EN KÜÇÜK	3.55	3.72	4.27	4.40
EN BÜYÜK	4.74	4.88	4.75	4.92
ORTALAMA	4.15	4.28	4.49	4.58



Şekil 4.34. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince genel kabul edilebilirlik puan değerlerinin değişimi
(BP: Kontrol; LAP: *Lb. acidophilus*; CBP: *C. vulgaris*; SBP: *S. platensis*; CLAP: *C. vulgaris* + *Lb. acidophilus*; SLAP: *S. platensis* + *Lb. acidophilus*)
[a]; Küçük harfler bir depolama süresindeki örnekler arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir (p<0.01)
[A]; Büyük harfler örneklerin her depolama süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir (p<0.01)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince "genel kabul edilebilirlik" değerlerindeki değişimi ve istatistiksel analiz sonuçları Şekil 4.34'de verilmiştir. En düşük genel kabul edilebilirlik puan değeri depolamanın 1., 30. ve 90. günlerde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneklerinde belirlenmiş olup depolamanın 60. gününde ise tüm örnekler aynı grupta yer almıştır. En yüksek değerler ise depolamanın 1. gününde BP (Beyaz peynir) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine ait olup 30. ve 90. günlerde ise sadece BP (Beyaz peynir) örneğinde saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnek çeşidinin örneklerin "genel kabul edilebilirlik" değerleri üzerine etkisinin $p<0.01$ düzeyinde, depolama süresinin $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu ve örnek çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.40). Çeşitler arası ortalama değerlere uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, en yüksek "genel kabul edilebilirlik" değeri (4.82) BP (Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiş olup, bu örneği LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.70) ve SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.36) örnekleri izlemiştir. "Genel kabul edilebilirlik" değerinin en düşük olduğu örnekler ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir; 4.33), CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir; 4.23) ve CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir; 4.22) çeşitleri olarak belirlenmiştir ($p<0.01$). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin depolama süreleri arasında farklılıklar önemli bulunmuş olup, depolamanın 60. ve 90. günlerinde en yüksek (4.48; 4.61), 1. gününde ise en düşük değer (4.15) belirlenmiştir (Çizelge 4.40, $p<0.05$).

Duyusal değerlendirmelere göre panelistler, üretilen peynirlerin tuz oranlarının genel olarak yüksek olduğunu, en fazla ise *C. vulgaris* içeren örneklerde hissedildiğini belirtmiştir. LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinin; Beyaz peynir örneğine göre daha sarımsı ve parlak, tat olarak da daha aromatik olduğu ifade edilmiştir. Probiyotik ilave edilen peynirlerin kokusunun daha belirgin olduğu, tadının daha güzel algılandığı, daha yumuşak ve kremamsı bir yapıya sahip oldukları belirtilmiştir. *S. platensis* içeren peynir örneklerinin renginin güzel olduğu, tipik *Spirulina* rengine (emerald green – zümrüt yeşili) sahip oldukları, *Spirulina* tadının daha keskin hissedildiği ifade edilmiştir. SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinin SLAP (*S. platensis* ile

Lb. acidophilus içeren Beyaz peynir) örneğinden daha iyi bir görünüme sahip olduğu ancak ağızdaki dağılımının daha parçacıklı olduğu, SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinin daha parlak bir görünüşe sahip olurken ağızda macunumsu bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde probiyotik tadın *Spirulina* ile maskelendiği bildirilmiştir.

Doku olarak *S. platensis* içeren örneklerin, *C. vulgaris* içeren örneklere göre daha yeknesak, *C. vulgaris* içeren örneklerin ise mermerimsi görünüşe sahip olduğu belirtilmiştir. *C. vulgaris* içeren peynir örnekleri kendi içerisinde değerlendirildiği zaman ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) örneği, CLAP (*C. vulgaris* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğine göre daha homojen ve parlak bir görünüşte algılanmıştır.

Jeon (2006), %0.5 ve %1 oranında *Chlorella* ilavesi ile üretilen işlenmiş peynirlerin duyusal özelliklerini incelediği çalışmasında, renk ve ağız hissi değerlerinin alg içeren peynirlerde içermeyene göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. %0.5 alg oranının ise %1 ve kontrole göre daha fazla beğenildiğini saptamıştır.

Yapılan çalışmalarda (Becker 2007, Prakash ve Kumari 2011), fermente süt ürünlerine mikroalg ilavesinin istenmeyen duyusal özelliklere neden olabildiği belirtilse de literatürde konu ile ilgili çok fazla bilgi bulunmamaktadır.

Beheshtipour ve ark. (2012) yoğurda *S. platensis* ilavesinin, istenmeyen aromaya ve mavimsi yeşilimsi renge neden olduğu için kontrol ile karşılaştırıldığında panelistler tarafından beğenilmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.40. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince duyusal özelliklerinin değişimine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları

Örnek Çeşidi	N	Renk ve Görünüş	Yapı ve Tekstür	Koku	Tat ve Aroma	Genel Kabul Edilebilirlik
BP	24	4.96^{a}	4.86^{a}	4.91^{a}	4.88^{a}	4.82^{a}
LAP	24	4.73^{ab}	4.72^{ab}	4.76^{ab}	4.75^{ab}	4.70^{ab}
CBP	24	4.39^{b}	4.30^{bc}	4.24^{b}	4.09^{c}	4.23^{b}
SBP	24	4.54^{ab}	4.19^{c}	4.30^{ab}	4.20^{bc}	4.33^{b}
CLAP	24	4.36^{b}	4.32^{bc}	4.22^{b}	4.10^{c}	4.22^{b}
SLAP	24	4.58^{ab}	4.48^{abc}	4.42^{ab}	4.23^{bc}	4.36^{ab}
Depolama Süresi (gün)						
1.gün	12	4.40^{a}	4.18^{b}	4.01^{b}	4.18^{a}	4.15^{b}
30. gün	12	4.51^{a}	4.54^{ab}	4.45^{ab}	4.34^{a}	4.38^{ab}
60. gün	12	4.62^{a}	4.49^{ab}	4.58^{a}	4.36^{a}	4.48^{a}
90. gün	12	4.74^{a}	4.56^{a}	4.63^{a}	4.53^{a}	4.61^{a}
ANOVA						
Örnek Çeşidi		*	**	*	**	**
Depolama Süresi		Önemsiz	*	**	Önemsiz	*
Örnek Çeşidi x Depolama Süresi		Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz

Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$); ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

5. SONUÇ

Günümüzde beslenme modeli sağlık ve güven üzerine kurulmakta ve beslenme-sağlık-güvenilirlik arasındaki ilişkinin kanıtlanması için de klinik uygulamalara ağırlık verilmektedir. Tüketicilerin beslenme ve sağlık arasındaki ilişkiye ait farkındalığının artması sonucu fonksiyonel gıdalara olan ilgi de artmakta ve bu durum ürün çeşitliliği arayışına neden olmaktadır. Mikroalgler, esansiyel amino asitler, çoklu doymamış yağ asitleri, karotenoidler, fikobilinler, polisakkaritler, vitaminler, steroller ve özellikle fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılabilecek antioksidanlar gibi birçok doğal biyoaktif bileşikleri içermektedir. Hem biyolojik hem de ekonomik açıdan önemli olması nedeni ile geleceğin besin bileşenleri olarak gösterilmekte ve gıda, ziraat, farmokoloji, biyoyakıt endüstrisi gibi birçok alanda kullanımları da artmaktadır. Bununla birlikte Dünya genelinde fonksiyonel gıda kategorisinde en fazla tercih edilen ürünler ise probiyotik fermente süt ürünleridir. Bu tez çalışmasında, ülkemizde üretim ve tüketim açısından en önemli peynir olan Beyaz peynirin *Lb. acidophilus* LA-5 adlı ticari probiyotik bakteri ve *S. platensis* ile *C. vulgaris* mikroalgleri kullanılarak üretilmesi sonucu fonksiyonel değerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kontrol Beyaz peynir (BP), probiyotik Beyaz peynir (LAP), *C. vulgaris* içeren Beyaz peynir (CBP), *S. platensis* içeren Beyaz peynir (SBP), *C. vulgaris* ve probiyotik içeren Beyaz peynir (CLAP), *S. platensis* ve probiyotik içeren Beyaz peynir (SLAP) üretilerek; örneklere depolama süresince (1., 30., 60. ve 90. günlerde) mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal analizler yapılmıştır.

Araştırma bulguları doğrultusunda;

- Peynir örneklerine ait en düşük TMAB sayısı (4.48 $\log_{10}$ kob/g) depolamanın 0. gününde CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren probiyotik peynir) örneğinde, en yüksek (8.37 log10 kob/g) ise 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. En düşük LAB sayısı (4.00 $\log_{10}$ kob/g) depolamanın 30. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren probiyotik peynir) örneğinde, en yüksek (7.94 $\log_{10}$ kob/g) ise 30. gününde CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. 90 günlük depolama süresince *Lb. acidophilus* sayısının, SLAP (*S. platensis* ile *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde 7.91-7.28 $\log_{10}$ kob/g; CLAP (*C. vulgaris ve Lb. acidophilus* içeren probiyotik Beyaz peynir) örneğinde 7.82-

6.76 $\log_{10}$ kob/g; LAP (*Lb. acidophilus* içeren probiyotik Beyaz peynir) örneğinde 7.87-6.48 $\log_{10}$ kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Mikroalglerin, özellikle *S. platensis*'in depolama süresince probiyotik bakterinin canlılığı üzerine olumlu etki gösterdiği saptanmıştır. Tüm örneklerde probiyotik bakteri sayısının terapötik etki için önerilen değerlere benzer olduğu tespit edilmiştir.

- Çalışmada en yüksek titrasyon asitliği (%LA) SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde (%0.37), en düşük ise BP (Beyaz peynir) örneğinde (%0.23) saptanmıştır. 90 günlük depolama süresince tuz miktarlarının %5.94 - %6.29 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklerin depolamanın 60. gününde en yüksek (%31.87) kuru madde değeri, 90. gününde ise en düşük (%30.98) kuru madde değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince yağ (%) değerlerinde dalgalanmalar yaşanmış olup genel olarak düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük yağ değerine 90. günde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde (%4.10), en yüksek değere ise 1. günde BP (Beyaz peynir) örneğinde (%12.71) ulaşılmıştır. Depolama süresince protein (%) miktarında azalma saptanmış olup, mikroalg ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir örneklerinin protein (%) değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük SÇA değeri (%0.23) depolamanın 1. gününde CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir) ve 30. gününde BP (Beyaz peynir) örneklerinde, en yüksek (%0.46) depolamanın 90. gününde SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneğinde belirlenmiştir. Örneklerde olgunlaşma derecesinin ise 90 günlük depolama süresince genel olarak arttığı ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir) örneklerinde olgunlaşma derecesinin (%18.93) en yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Mikroalg ile zenginleştirme sonucu Beyaz peynir örneklerinde antioksidan kapasite ve fenolik bileşen değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır. Biyoaktif bileşiklerin bir kaynağı olan *C. vulgaris* ve *S. platensis*'in süt ürünlerinde antioksidan etkiyi zenginleştirmek amacı ile kullanılabileceği tespit edilmiştir.
- Beyaz peynir örneklerinin tekstür parametreleri incelendiğinde, depolama süresince genel olarak sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik değerlerinde azalma saptanırken, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin stabil kaldığı belirlenmiştir. *Lb. acidophilus* ve mikroalg içeren peynir örneklerinin sertlik değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dış yapışkanlık değeri en düşük BP (Beyaz peynir, 30.06 g/sn) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 31.06 g/sn) örneklerinde, en

yüksek ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 59.83 g/sn) örneğinde saptanmıştır. İç yapışkanlık değeri en yüksek SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir) örneğinde (0.18), en düşük ise BP (Beyaz peynir, 0.15), LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 0.15) ve SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir,0.15) örneklerinde saptanmıştır. Esneklik değeri CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 0.76) örneğinde en yüksek, SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 0.54) örneğinde ise en düşük olarak belirlenmiştir. En yüksek sakızımsılık değeri (375.54 g) SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir); çiğnenebilirlik değeri SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 218.45 g) ve CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 214.79 g) örneklerinde; elastikiyet değeri ise SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 0.052) örneğinde belirlenmiştir.

- Depolama süresince yapılan renk analizi sonuçlarına göre, örnekler arasında en yüksek L* değeri, BP (Beyaz peynir, 73.09) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 72.96) örneklerinde saptanırken, bu örnekleri sırasıyla SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 40.28), SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 39.11) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir, 38.35) örnekleri izlemiştir. En düşük a* değeri BP (Beyaz peynir, 1.42) ve LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 0.96) ve en yüksek a* değeri ise SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 6.34), SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 5.39) ve CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir, 6.04) örneklerinde saptanmıştır. Depolama süresince ortalama en düşük b* değerini SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 4.26) ve SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 4.39), ortalama en yüksek b* değerini ise CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir, 9.15) örneğinde belirlenmiştir. h^o değeri depolama süresince azalmış olup en yüksek değer SBP (*S. platensis* içeren Beyaz peynir, 329.96) ve SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 329.20), en düşük değer ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 277.30) örneklerinde belirlenmiştir. Depolama süresinin C* değeri için $p<0.01$ düzeyinde önemsiz olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C* değeri CBP (*C. vulgaris* içeren Beyaz peynir, 11.00), en düşük ise BP (Beyaz peynir, 5.87) örneğinde saptanmıştır. En yüksek ΔE* değeri CLAP (*C. vulgaris* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 35.65), en düşük ise LAP (*Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 3.27) örneğinde belirlenmiştir.

➢ Duyusal analiz sonuçlarına göre peynir örneklerinin renk ve görünüş, tat ve aroma özellikleri üzerinde depolama süresinin önemsiz olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Depolama süresince yapı ve tekstürün iyileştiği ve en çok 60. günde (4.49) beğenildiği tespit edilmiştir. Mikroalg içeren Beyaz peynir örnekleri arasından ise *Lb. acidophilus* içeren peynirlerin yapı ve tekstür özelliklerinin daha çok beğenildiği görülmüştür. Mikroalg içeren peynir örneklerinin kokusu mikroalg içermeyenlere göre daha az beğenilmiştir. Duyusal analiz için mikroalg içeren peynir örnekleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde SLAP (*S. platensis* ve *Lb. acidophilus* içeren Beyaz peynir, 4.36) örneği panelistler tarafından en çok beğenilen peynir örneği olmuştur.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, probiyotik Beyaz peynir üretiminde *S. platensis* ve *C. vulgaris* mikroalglerinin kullanımının ürünün fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerini etkilediği saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre, mikroalg ile zenginleştirilmiş Beyaz peynir örnekleri genel olarak panelistler tarafından beğenilmiştir. Elde edilen bulgular bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir. Mikroalglerin zengin besinsel içeriği ve karakteristik özellikleri nedeni ile süt ürünlerinde kullanımları, fonksiyonel gıdalar içerisinde özel ürün kategorisinin gelişmesine olanak sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

Abd El Baky, H.H., El Baroty, G.S. 2012. Characterization and bioactivity of phycocyanin isolated from *Spirulina maxima* grown under salt stress. *Food & Function*, 3: 381-388.

Abou-Dobara, M.I., Ismail, M.M., Refaat, N.M. 2016. A survey study on chemical, microbiological and sensory properties of industrial rayeb milk produced in egypt. *Journal of Food and Dairy Sciences* 7(2): 119-124.

Aguilar-Toalá, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A.F., Vallejo-Cordoba, B., Hernández-Mendoza A. 2018. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*, 75: 105-114.

Agustini, T.W., Soetrisnanto, D. Ma'ruf, W.F. 2017. Study on chemical, physical, microbiological and sensory of yoghurt enriched by *Spirulina platensis*. *International Food Research Journal,* 24(1): 367-371.

Agustinia, T.W., Marufa, W.F., Widayat, Suzery, M., Hadiyanto, Benjakul S. 2016. Application of *Spirulina platensis* on ice cream and soft cheese with respect to their nutritional and sensory perspective. *Jurnal Teknology*, 78(4–2): 245–251.

Akalın, A.S., Karaman, A.D. 2011. Influence of packaging systems on the biochemical charactersistics and volatile compounds of industrially produced turkish White cheese. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2): 663-680.

Akan, E., Kınık, Ö. 2015. Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler. *CBÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2): 155-166.

Aksay, S., 2016. Total phenolic content and antioxidant properties of various extracts of Myrtle (Myrtus communis L.) Berries. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Der*gisi, 31(2): 43-50.

Aksay, S., Arslan, R. 2018. *Spirulina*'dan (*Spirulina platensis*) klorofil-a ve fikosiyanin pigment. *Akademik Gıda*, 16(3): 307-312.

Aktar, S. ve Cebe G.E. 2010. Alglerin genel özellikleri, kullanım alanları ve eczacılıktaki önemi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Der*gisi, 39 (3): 237-264.

Al-Saif, S.S.A., Abdel-Raouf, N., El-Wazanani, H.A., Aref, I.A. 2014. Antibacterial substances from marine algae isolated from Jeddah coast of Red sea, Saudi Arabia. Saudi *Journal of Biological Sciences*, 21(1): 57-64.

Alslibi, Z.A., 2019. Influence of *Spirulina* and whey protein hydrolysate on growth rate and activity of some probiotic bacteria in Ayran. M.Sc. Thesis, Gaziantep University, In Biochemistry Science And Technology, 96 sf.

Amil-Dias, J., Kolacek, S., Turner, D., Pærregaard, A., Rintala, R., Afzal, N.A., Karolewska-Bochenek, K., Bronsky, J., Chong, S., Fell, J., Hojsa, I., Hugot, J.P., Koletzko, S., Kumar, Lazowska-Przeorek, I., Lillehei, C., Lionetti, P., Martin-de-Carpi, J., Pakarinen, M., Ruemmele, F.M., Shaoul, R., Spray, C., Staiano, A., Sugarman, I., Wilson, D.C., Winter, H., Kolho, K.L. 2017. Surgical Management of Crohn Disease in Children: Guidelines From the Paediatric IBD Porto Group of ESPGHAN. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 64(5): 818-835.

Amor, B.F., Barkallah, M., Elleuch, F., Karkouch, N., Dammak, M., Baréa, B., Villeneuve, P., Abdelkafi, S., Fendri, I. 2017. Cyanobacteria as source of marine bioactive compounds: Molecular specific detection based on Δ9 desaturase gene. *International Journal of Biological Macromolecules,* 105: 1440–1445.

Andersen, A.R. 2005. Algal Culturing Techniques. Elsevier Academic Press.

Angmo, K., Kumari, A., Bhalla, T.C. 2016. Probiotic characterization of lactic acid bacteria isolated from fermented foods and beverage of Ladakh. *LWT-Food Science Technol*ogy, 66: 428-435.

Anjum, N., Maqsood, S., Masud, T., Ahmad, A., Momin, A. 2014. *Lactobacillus acidophilus*: Characterization of the species and application in food production. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(9): 1241-1251.

Anonim 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25).

Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr

Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr

Anonim 2017a. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-6. https://members.wto.org/crnattachments/2016/TBT/TUR/16_0109_00_x.pdf. (Erişim Tarihi: 22.02.2019).

Anonim 2017b. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. Ek-2 Hastalık Riskinin Azaltılmasına, Çocukların Gelişimi ve Sağlığına İlişkin Beyanlar Dışındaki Sağlık Beyanları Listesi. Resmî Gazete Sayı: 29960 (Mükerrer). https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/95841

Anonymous 1987. Milk and milk products enumeration of microorganisms-colony count at 30°C. *International Dairy Federation Standard 100A*, Brussels.

AOAC 1990. Official methods of analysis, 15th Ed.; Association of Official Analysis Chemists: Arlington, VA, USA.

AOAC 2000. Official methods of analysis of AOAC international, Volume I, II 17th ed., Gaithersburg, USA.

AOAC 2005. Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition. Ed: Horwitz, W., Latimer, G.W. AOAC International, Maryland-USA.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981.

Aras, İ. 2015. Süt ve süt ürünleri sektör raporu. 67.

Araujo, E. A., dos Santos Pires, A. C., Pinto, M. S., Jan, G., and Carvalho, A. F. 2012. Probiotics in Dairy Fermented Products. *Rijeja: Intech*, 129–148.

Arısoy, Z. 2019. UF Beyaz peynirde raf ömrü boyunca acılaşmaya neden olan problemlerin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Arslan, R. 2018. Gıda ve gıda katkısı olarak kullanılan *Spirulina platensis* mikroalginden elde edilen protein ve pigmentlerin biyoaktif özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

Arslan, Y. 2020. Fonksiyonel gıdalara yönelik güvenin satın alma isteği üzerindeki etkisi: Genel sağlık ilgileniminin düzenleyici rolü. *Business and Economics Research Journal*, 11(1): 279-291.

Aryana, K. J., Olson, D.W. 2017. A 100-year review: yogurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science*, 100:9987–10013.

Aydemir, O. 2010. Kars kaşar peynirinin karakterizasyonu. *Doktora Tezi,* Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

Aydemir, S. 2019. *Spirulina platensis* katılarak üretilmiş yoğurtların özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Ayehunie, S., Belay, A., Baba, T.W., and Ruprecht, R.M. 1998. Inhibition of HIV1 replication by an aqueous extract of Spirulina platensis (Arthrospira platensis). *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes and Human Retrovirology,* 18(1): 7-12.

Ayichew, T., Belete, A., Alebachew, T., Tsehaye, H., Berhanu, H., Minwuyelet, A. 2017. Bacterial probiotics their importances and limitations: A Review. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 4(2): 202.

Azarnia, S., Ehsani, M.R., Mihradi, S.A. 1997. Evaluation of the physicochemical characteristics of the curd during ripening of Iranian Brine cheese. *International Dairy Journal,* 7: 473-478.

Bagherniya, M., Nobili, V., Blesso, C.N., Sahebkar, A. 2018. Medicinal plants and bioactive natural compounds in the treatment of non-alcoholic fatty liver disease: A clinical review. *Pharmacological Research*, 130: 213-240.

Barka, A., Blecker, C. 2016. Microalgae as a potential source of single-cell proteins. A review. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment,* 20(3): 427-436.

Barkallah, M., Atitallah, A.B., Hentati, F., Dammak M., Hadrich, B., Fendri, I., Ayadi, M.A., Michaud, P., Abdelkafi, S. 2019. Effect of *Spirulina platensis* biomass with high polysaccharides content on quality attributes of common carp (*Cyprinus carpio*) and common barbel (*Barbus barbus*) Fish Burgers. *Appied Science*, 9, 2197.

Barkallah, M., Dammak, M., Louati, I., Hentati, F., Hadrich, B., Mechichi, T., Ayadi, M.A., Fendri, I., Attia, H., Abdelkafi, S. 2017. Effect of *Spirulina platensis* fortification on phsichochemical, textural, antioxidant, and sensory properties of yoghurt during fermentation and storage. *LWT - Food Science and Technology*, 84: 323-330.

Barsanti, L., Gualtieri, P. 2006. Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Baysal, S. 2019. Beyaz peynirde enstrümental tekstür ve duyusal analizler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Beal, P., Mıttal, G.S., 2000. Vibration and compression responses of Cheddar cheese at different fat content and age. *Milchwissenschaft*, 55: 139–142.

Becker, E.W. 1994. Mikroalg: Biyoteknoloji ve mikrobiyoloji , Cambridge University Press , Cambridge, New York.

Becker, E.W. 1995. Microalgae: Biotechnology and microbiology, Cambridge University Press, UK, 293 p.

Becker, E.W. 2004. Microalgae in human and animal nutrition. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology, 312-351.

Becker, E.W. 2007. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25(2): 207-210.

Beheshtipour, H., Mortazavian, A.M., Mohammadi, R., Sohrabvandi, S., Khosravi-Darani, K. 2013. Supplementation of *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* algae into probiotic fermented milks. Comprehensive Reviews in *Food Science and Food Safety*, 12: 144-154.

Beheshtipur, H., Mortazavian, A.M., Haratian, P., Khosravi, K. 2012. Effect of *Chlorella* and *Arthrospira platensis* addition on viability of probiotic bacteria in yoghurt and its biochemical properties. *Euro Food Research and Technol*ogy, 235: 1230- 1239.

Belay, A. 2002. The potential application of *Spirulina* (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *JANA*, 5(2), 27-48.

Bellou, S., Baeshen, M.N., Elazzazy, A.M., Aggeli, D., Sayegh, F., Aggelis, G. 2014. Microalgal lipids biochemistry and biotechnological perspectives. *Biotechnology Advances,* 32: 1476-1493.

Bernaerts, T.M.M., Gheysen, L., FoubertI., Hendrick, M.E., Loey, A.M.V. 2019. The potential of microalgae and their biopolymers as structuring ingredients in food: A review. *Biotechnology Advances*, 37(8).

Betoret, E., Betoret, N., Vidal, D., Fito, P. 2011. Functional foods development: Trends and Technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22(9): 498-508.

Bishop, W. M. ve Zubeck, H. M. 2012. Evaluation of Microalgae for use as Nutraceuticals and Nutritional Supplements. *International Journal of Food Sciences and Nutrition,* 2(5): 147.

Boylston, T.R., Vinderola, C.G., Ghoddusi, H.B. and J.A. Reinheimer. 2004. Incorporation of Bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. *International Dairy Journal,* 14 (5): 375-387.

Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E., Vines. B.K. 1992. Chemical and physical methods. In: Marshall. R.T. (Ed) Standard methods for the

examination of dairy products, 16th Edition. *American Public Health Association*, Washington, D.C., 433–529.

Brandt, S. 2015. Outdoor cultivation of *Chlorella vulgaris* - Assessment of yield influencing parameters and application as biogas substrate. *Doktora Tezi*, Vom Promotionsausschuss der Technischen Universität Hamburg, Harburg.

Bulat, T. 2011. Beyaz peynir üretiminde probiyotik *Enterococcus faecıum*'un ek kültür olarak kullanımı ve bunun oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ve peynir kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Bull, M., Marchesi, J., Mahenthiralingam E. 2013. The life history of Lactobacillus acidophilus as a probiotic: A tale of revisionary taxonomy, misidentification and commercial success. *FEMS Microbiology Letters*, 349: 77–87.

Buono, S., Langellotti, A.L., Martello, A., Rinna, F., Fogliano, V. 2014. Functional ingredients from microalgae. *Food & Function,* 5: 1669-1685.

Camacho, F., Macedo, A., Malcata, F. 2019. Potential ındustrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. *Marine Drugs*, 17: 312; doi:10.3390/md17060312.

Can, A.G. 2019. Mikroalg (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) kullaniminin guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) TAUB.) fidelerinde tuza tolerans üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı, Çankırı.

Chacón-Lee, T.L., González-Mariño, G.E. 2010. Microalgae for "healthy" foods—possibilities and challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,* 9: 655-675.

Chamorro, G., Perez-Albiter, M., Serrano-Garcıa, N., Mares-Samano, J.J., Rojas, P. 2006. *Spirulina maxima* partially protects against 1-methyl-4-phenyl-1.2.3.6-tetrahydropyridine neurotoxicity. *Nutritional Neuroscience*, 9 (5–6): 207–212.

Chavarri, M., Marañón, İ., Villarán, M.C. 2012. Encapsulation technology to protect probiotic bacteria. Encapsulatıon technology to protect probıotıc bacterıa: Probiotics. Ed: Everlon Cid Rigobelo, INTECH, U.K., London, 501-540.

Chen, P., Liu, L., Zhang, X., Bora, E.F.M., Li, X., Zhao, M., Hao, X., Wang, Y. 2019. Antioxidant activity of Cheddar cheese during its ripening time and after simulated

gastrointestinal digestion as affected by probiotic bacteria. *International Journal of Food Properties*, 22(1): 218-229.

Cho, E.J., Nam, E.S., Park, S.I. 2004. Keeping quality and sensory properties of drinkable yoghurt with added *Chlorella* extract. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 17(2): 128-132.

Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., Florou-Paneri, P. 2013. Functional properties of carotenoids originating from algae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 5-11.

Cruz, A.G., Buriti, F.C.A., Souza, C.H.B., Faria, J.S.F. 2009. Probiotic cheese: Health benefits, technological and stability aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 20(8): 344-354.

Çelekli, A., Alslibi, Z.A., Bozkurt, H. 2019. Influence of incorporated *Spirulina platensis* on the growth of microflora and physicochemical properties of ayran as a functional food. *Algal Research*, 44.

Çelik, Ş., Bakırcı, İ., Özdemir, S. 2005. Effect of high heat treatment of milk and brine concentration on the quality of Turkish White cheese. *Milchwissenschaft*, 60: 147-151.

Dabevska-Kostoska, M., Velickova, E., Kuzmanova, S., Winkelhausen, E. 2015. Traditional white brined cheese as a delivery vehicle for probiotic bacterium *Lactobacillus casei. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 34(2): 343.

Dağdemir, E. 2006. Salamura Beyaz peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve seçilen bazı izolatların kültür olarak kullanılabilme imkanları. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Dalay, M.C., İmamoğlu, E., Öncel, S. 2008. Mikroalgal biyokütle üretimi için düşük maliyetli fotobiyoreaktör tasarımı. TÜBİTAK MAG Proje 104M354, 1-102.

Darwish, A.M.I. 2017. Physicochemical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of Kareish cheese fortified with *Spirulina platensis*. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 12(2): 71-78.

Darzins, A., Pienkos, P., Edye, L. 2010. Current status and potential for algal biofuels production. T39-T2, IEA Bioenergy Task 39.

Dasgupta, T., Banejee, S., Yadav, P.K., Rao, A.R. 2001. Chemomodulation of carcinogen metabolizing enzymes, antioxidant profiles and skin and forestomach papillomagenesis by *Spirulina platensis*. *Mollecular Cell Biochemistry,* 226 (1-2): 27-38.

Dayısoylu, K.S., Gezginç Y., Cingöz A. 2014. Fonksiyonel gıda mı, fonksiyonel bileşen mi? *Gıda*, 39 (1): 57-62.

De Caire, G.Z., Parada, J.L., Zaccaro, M.C., de Cano, M.M.S. 2000. Effect of *Spirulina platensis* biomass on the growth of lactic acid bacteria in milk. *World Journal of Microbiology and Biotechnology,* 16: 563–565.

de Morais, M.G., da Silva, Vaz B., de Morais, E.G., Vieira Costa, J.A. 2015. Biologically active metabolites synthesized by microalgae. *BioMed Research International,* 835761.

Demirbaş, A. 2010. Use of algae as biofuel sources. *Journal of Energy Conversion and Management*, 2738-2749.

Deveci, F. 2016. Beyaz peynir üretiminde kullanılan farklı baharat türlerinin olgunlaşmaya etkilerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun.

Doğan, H.B., Tükel, Ç.İ. 2000. Toplam (aerobik mezofilik) bakteri. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Kitabı. İkinci baskı. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti. 2000: 323-328.

Doron, S., Snydman, D. R. 2015. Risk and Safety of Probiotics. CID, 60 (2):129-134.

Ebrahimi-Mameghani, M., Sadeghi, Z., Farhangi, M.A., Vaghef-Mehrabany, E., Aliashrafi, S. 2017. Glucose homeostasis, insulin resistance and inflammatory biomarkers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: beneficial effects of supplementation with microalgae *Chlorella vulgaris*: a double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Clini. Nutr. (Edinburgh, Scotland),* 36 (4): 1001-1006.

EFSA 2016. Update of the list of Qps-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 4: suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2016. EFSA J., 14: e04522.

Ejike, C.E.C.C., Collins, S.A., Balasuriya, N., Swanson, A.K., Mason, B., Udenigwe, C.C. 2017. Prospects of microalgae proteins in producing peptide-based functional foods for promoting cardiovascular health. *Trends in Food Science & Technology*, 59: 30-36.

El-Bakry, M., Beninati, F., Duggan, E., O'Riordan, E.D., O'Sullivan ,M. 2011. Reducing salt in imitation cheese: Effects on manufacture and functional properties. Food *Research International*, 44: 589-596.

El-Sayed, S.M. ve Youssef, A.M. 2019. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon*, 5(6).

El-Sheekh, M, Osman, M.E, Dyab, M., Amer, M.S. 2006. Production and characterization of antimicrobial activ substance from the cyanobacterium Nostoc muscorum. *Environ Toxicol & Pharmacol*. 21: 42-50.

Erkaya, T. 2014. Probiyotik kültürlerle üretilen Beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı kalite özellikleri ve oluşan peptitlerin biyoaktivitesinin belirlenmesi. *Doktora Tezi,* Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Erol, F. 2018. Beyaz peynirlerin bazı fizikokimyasal özelliklerinde depolama sırasında meydana gelen değişimler üzerine süte yüksek hidrostatik basınç, orta ısı ve ultrasound uygulamasının kombine etkisinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Fadaei, V., Mohamadi-Alasti, F., Khosravi-Darani, K. 2013. Influence of *Spirulina platensis* powder on the starter culture viability in probiotic yoghurt containing spinach during cold storage. *European Journal of Experimental Biology*, 3(3): 389-393.

Figueroa González, I., Quijano, G., Ramirez, G., Cruz, Guerrero A. 2011. Probiotics and prebiotics: Perspectives and challenges. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(8): 1341-1348.

Florou-Paneri, P., Christaki, E., Bonos, E. 2012. Lactic acid bacteria as source of functional ingredients. R & D for Food, Health and Livestock Purposes, Chapter: 25, Publisher: Intech, Editors: Kongo J.M., 589-614.

Fontecha, J., Pelaez, C., Juarez, M., requena, T., Gomez, C. 1990. Biochemical and microbiologycal characteristics of Artisanal Hard Goat's Cheese. *Journal of Dairy Science,* 73(5): 1150-1157.

Fox, P.F. 1989. Proyeolysis during cheese manufacture and ripening. *Journal of Dairy Science,* 72: 1379-1400.

Fradique, M., Batista, A.P., Nunes, M.C., Gouveia, L., Bandarra, N.M., Raymundo, A. 2010. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta

products. Part 1: Preparation and evaluation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10): 1656-1664.

Fujisawa, T., Narikawa, R., Okamoto, S., Ehira, S., Yoshimura, H., Suzuki, I., Masuda, T., Mochimaru, M., Takaichi, S., Awai, K., Sekine, M., Horikawa, H., Yashiro, I., Omata, S., Takarada, H, KAtano, Y., KOsugi, H., TAnikawa, S., Ohmori, K., Sato, N., Ikeuchi, M., Fujita, N., Ohmori, M. 2010. Genomic structure of an economically important cyanobacterium, *Arthrospira (Spirulina) platensis* NIES-39. *DNA Research*, 17(2): 85-103.

Fuller, R. 1989. A review: Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66: 365-378.

Galdeanoa, C.M., Cazorla, S.I., Dumita, J.M.L., Véleza, E., Perdigón, G. 2019. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2): 115-124.

Garcia, E.S., van Leeuwen, J., Safi, C., Sijtsma, L., Eppink, M.H.M., Wijffels, R.H., van den Berg, C. 2018. Selective and energy efficient extraction of functional proteins from microalgae for food applications. *Bioresource Technology*, 268: 197-203.

Gatlin III, DM., Peredo, AM. 2012. Prebiotics and probiotics: Definitions and applications. *SRAC Publication* No: 4711: 1-8.

George Kerry, R., Patra, J.K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H.S., Das, G.2018. Benefaction of probiotics for human health: A review. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(3): 927-939.

Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.C., Verbeke, K., Reid, G. 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8): 491-502.

Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412.

Giraffa, G. 2012. Selection and design of lactic acid bacteria probiotic cultures. *Engineering in Life Sciences,* 12, 391-398.

Goldstein, E.J.C., Tyrrell, K.L., Citron, D.M. 2015. Lactobacillus Species: Taxonomic Complexity and Controversial Susceptibilities. *Clinical Infectious Diseases*, 60(2): 98-107.

Golmakani, M.T., Soleimanian-Zad, S., Alavi, N., Nazari, E., Eskandari, M.H. 2019. Effect of *Spirulina (Arthrospira platensis)* powder on probiotic bacteriologically acidified feta-type cheese. *Journal of Applied Phycology*, 31: 1085-1094.

Gómez, C.M., Guerra G., Soria-Mercado, I.E., Ayala N. 2011. Marine Edible Algae as Disease Preventers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64: 29-39.

Goñi, I., Valdivieso, L., Gudiel-Urbano, M. 2002. Capacity of edible edible algaes to modify in vitro starch digestibility of wheat bread. *Molecular Nutrition & Food Research*, 46: 18.

Gourbeyre, P., Denery, S., Bodinier, M. 2011. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: impact on the gut immune system and allergic reactions. *Journal of Leukocyte Biology*., 89(5): 685-695.

Gök, I., Ulu, E.K. 2018. Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutrition & Food Science*, DOI:10.1108/NFS-07-2018-0198.

Gökmen, V. 2019. Güncel eğilimler ışığında gıda ve beslenme iletişiminde medyanın rolü üzerine düşünceler. I. Gıda ve Sağlıklı Beslenme Sempozyumu Raporu "Medyanın Rolü, Beslenme İlkeleri, Kanatlı Eti, Yumurta, Süt ve Süt Ürünleri", Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 30 ISBN: 978-605-2249-33-8, s: 102, Ankara.

Granaci, V. 2007. Achievements in the artificial insemination of swine. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Animal Science and Biotechnologies*, 382-386.

Graça, C., Fradinho, P., Sousa, I., Raymundo, A. 2018. Impact of *Chlorella vulgaris* on the rheology of wheat flour dough and bread texture. *LWT*, 89: 466-474.

Granato D., Nunes, D.S., Barba F.J. 2017. An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62: 13-22.

Granato, D., Barba, F.J., Kovacevic, D.B., Lorenzo, J.M., Cruz, A.G., Putnik, P. 2020. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11: 93-118.

Grattepanche, F., Schwenninger, S.M., Meile, L., Lacroix C. 2008. Recent developments in cheese cultures with protective and probiotic functionalities. *Dairy Science and Technology*, 88(4): 421-444.

Griffiths, M.J., van Hille, R.P., Harrison, S.T.L. 2011. Lipid productivity, settling potential, and fatty acid profile of 11 microalgal species grown under nitrogen replete and limited conditions. *Journal of Applied Phycology*, 24(5): 989-1001.

Guarner, F., Sanders, M.E., Eliakim, R., Fedorak, R., Gangl, A. Garisch, J., Kaufmann, P., Karakan, T., Khan, A.G., Kim, N., De Paula, J.A., Ramakrishna, B., Shanahan, F., Szajewska, H., Thomson, A., Le Mair, A.; World Gastroenterology Organization. 2017. Probiotics and prebiotics. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines, Milwaukee, WI, USA.

Guimarães, J.T., Silva, E.K., Freitas M.Q., Meireles, M.A.A., Cruz A.G. 2018. Non-thermal emerging technologies and their effects on the functional properties of dairy products. *Current Opinion in Food Science*, 22: 62-66.

Guinee, T.P. 2004. Salting and role of salt in cheese. *Int. J. Dairy Technol*. 57: 99**–** 109.

Guinee, T.P., Fox, P.F. 2017. Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects (pp: 257**–**302). In: Fox, P.F. (Ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 1, 4. Edition, Chapman and Hall, London, UK.

Guldas, M., Irkin, R. 2010. Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo,* 60(4): 237-243.

Gupta, S., Gupta, C., Garg, A.P., Prakash, D. 2017. Prebiotic efficiency of blue green algae on probiotics microorganisms. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 4(4).

Gur, J., Mawuntu, M., Martirosyan, D. 2018. FFC's advancement of functional food definition. *Functional Foods in Health and Disease*, 8(7): 385-397.

Gürkan, H. 2019. Bazı mayaların beyaz peynirde uçucu aroma bileşikleri ve proteoliz düzeyine katkısı ile biyoaktif peptit üretme performanslarının belirlenmesi. *Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Gürsoy, O., Kınık, Ö. 2010. Incorporation of adjunct cultures of *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* and *Bifidobacterium bifidum* into white cheese. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (2): 107-112.

Gursoy, O., Gokçe, R., Çon, A.H., Kinik, O. 2014. Survival of *Bifidobacterium longum* and its effect on physicochemical properties and sensorial attributes of white brined cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(7): 1-5.

Gyenis, B., Szigeti, J., Molnar, N., Varga, L. 2005. Use of dried microalgal biomasses to stimulate acid production and growth of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* in milk. *Acta Agraria Kaposvariensis,* 9(2): 53-59.

Halim, R., Danquah, M.K., Webley, P.A., 2012. Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: a review. *Biotechnology Advance,* 30: 709-732.

Haque, S.E., Gilani, K.M. 2005. Effect of Ambroxol Spirulina and Vitamin-E in Naphtalene Induced Cataract in Female Rats. *Indian Journal of Physiology Pharmacology,* 49(1): 57-64.

Hayaloğlu, A.A., Özer, B. 2011. Peynir biliminin temelleri. SİDAS, İzmir, 643.

Hayashi, K., Hayashi, T., Kojima, I. 1996. A natural sulfated polysaccharide, calcium spirulan, isolated from *Spirulina platensis*: in vitro and in vivo evaluation of anti-herpes simplex virus and anti-human immunodeficiency virus activities. *AIDS Research and Human Retroviruses,* 12(15): 1463-1471.

Henrikson, R. 1989, 1994, 1997, 1999, 2009. Earth Food *Spirulina*. P12-13-14-15-25.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., Calder, P.C., Sanders, M.E. 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): 506-514.

Hill, D., Sugrue, I., Tobin, C., Hill, C., Stanton, C., Ross, R.P. 2018. The *Lactobacillus casei* Group: History and health related applications. *Frontiers in Microbiology*, 9: 2107.

Hirahashi, T., Matsumoto, M., Hazeki, K., Saeki, Y., Ui, M., and Seya, T. 2002. Activation of the human innate immune system by Spirulina: augmentation of interferon production and NK cytotoxicity by oral administration of hot water extract of Spirulina platensis. *International Immunopharmacology*, 2(4): 423-34.

Hosseini, S.M., Shahbazizadeh S., Khosravi-Darani, K., Mozafari, M.R. 2013. *Spirulina paltensis*: Food and Function. *Current Nutrition & Food Science*, 9(2).

Hu, Q. 2004. Environmental Effects on Cell Composition. Editor: Amos Richmond. https://doi.org/10.1002/9780470995280.ch5

Huang, C.H., Li, S.W., Huang, L., Watanabe, K. 2018. Identification and Classification for the *Lactobacillus casei* Group. Front. *Microbiol*. 9: 1974.

Iwamoto, T., Hosoda, K., Hirano, R., Kurata, H., Matsumoto, A., Miki, W., Kamiyama, M., Itakura, H., Yamamoto, S., Kondo, K. 2000. Inhibition of low-density lipoproteinoxidation by astaxanthin, *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 7(4): 216-222.

James, R., Sampath, K., Thangarathinam, R., Vasudevan, I. 2008. Effect of dietary *Spirulina* level on growth, fertility, coloration and leucocyte count in red swordtail, *Xiphophorus helleri*. *The Israeli journal of aquaculture,* 58: 97-104.

Jensen, B. 1987. Chlorella: Gem of the Orient. Bernard Jensen, California. 221-227.

Jeon, J.K. 2006. Effect of *Chlorella* addition on the quality of processed cheese. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,* 35(3): 373-377.

Juárez-Oropeza, M.A., Mascher, D., Torres-Durán, P.V., Farias, J.M. 2009. Effects of dietary *Spirulina* on vascular reactivity. *Journal of Medicinal Food* 12(1): 15-20.

Karaca, O.B. 2007. Mikrobiyel kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanımının Beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Karahan, L.E. 2016. Farklı oran ve üretim aşamalarında mikrobiyal transglutaminaz ilavesinin yarım yağlı Beyaz peynirin özellikleri üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.

Karahançer, H. 2018. Üretiminde kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'un Beyaz peynirin bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.

Karakuş, M., Alperden, I. 1992. Beyaz peynirin olgunlaşması sürecinde laktik asit bakterileri. *Gıda*, 17: 363-369.

Karaman Mutlu, S. 2019. Akasya gamı ve pektin ilavesinin siyah havuç katkılı probiyotik yoğurtların fonksiyonel ve teknolojik özelliklerine etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Karimi, R., Mortazavian, A.M., Cruz, A.G. 2011. Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: A review. *Dairy Science & Technology,* 91(3): 283-308.

Karkos, P.D., Leong, S.C., Karkos, C.D., Sivaji, N., Assimakopoulos, D.A. 2011. *Spirulina* in Clinical Practice: Evidence-Based Human Applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,*6. doi: 10.1093/ecam/nen058.

Kasımoğlu, A., Göncüoğlu, M., Akgün, S. 2004. Probiotic White cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *International Dairy Journal,* 14(12): 1067-1073.

Kavas, G., Kavas, N. 2009. Fonksiyonel gıdalarda mikroalglerin nutrasötik olarak kullanılması. *Dünya Gıda Dergisi*, 7: 96-98.

Kavimandan, A. 2015. İncorporation of *Spirulina platensis* into probiotic fermented dairy products. *International Journal of Dairy Science*, 10(1): 1-11.

Kaya, S. 2002. Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short Term Brining. *Journal of Food Engineering*, 52(2): 155-159.

Kayaalp-Özdemir T. 2016. Besinsel lif ilavesinin beyaz peynirin özellikleri üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Kelly, M., Fox P.F., McSweeney, P.L.H. 1996. Effect of salt-in-mosture on proteolysis in cheddar-type-cheeses. *Milchwissenchaft*, 51(9): 498-501.

Khan, M., Shobha, J.C., Mohan, I.K., Rao Naidu, M.U., Prayag, A., Kutala, V.K. 2006. Spirulina Attenuates Cyclosporine-Induced Nephrotoxicity in Rats. *Journal Applied Toxicology,* 26(5): 444-451.

Khan, M., Shobha, J.C., Mohan, I.K., Rao Naidu, M.U., Sundaram, C., Singh, S., Kuppusamy, P., Kutala, V.K. 2005. Protective effect of *Spirulina* against doxorubicin induced cardiotoxicity. *Phytotherapy Research*, 19(12): 1030-1037.

Koçak, A. 2017. Keçi sütünden yardımcı starter kültür kullanılarak üretilen beyaz peynirde ace-inhibitör aktivitesi ve antioksidan kapasitenin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi,* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.

Koçak, C., Aydınoğlu, G., Uslu, K. 1997. Ankara piyasasında satılan dil peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. *Gıda Dergisi*, 22(4): 251-255.

Koller, M., Muhr, A., Braunegg, G. 2014. Microalgae as versatile cellular factories for valued products. *Algal Research*, 6: 52-63.

Koyande, A.K., Chew, K.W., Rambabu, K., Tao, Y., Chu, D.T., Show, P.L. 2019. Microalgae: A potential alternative to health supplementation for humans. *Food Science and Human Wellness*, 8(1): 16-24.

Kumar, T.S., Josephine, A., Sreelatha, T., Dusthackeer, V.N.A., Mahizhaveni, B., Dharani, G., Kirubagaran, R., Kumar, S.R. 2020. Fatty acids-carotenoid complex: An effective anti-TB agent from the chlorella growth factor-extracted spent biomass of *Chlorella vulgaris. Journal of Ethnopharmacology*, 249.

Kumari, D.J., Babitha, B., Jaffar, S.K., Prasad, M.G., İbrahim, M., Khan, M.S.A. 2011. Potential health benefits of *Spirulina platensis*. *An International Journal of Advances In Pharmaceutical Sciences,* 2(2-3).

Kistanova, E., Marchev, Y., Nedeva, R., Kacheva, D., Shumkov, K., Georgiev, B., Shimkus, A. 2009. Effect of the *Spirulina platensis* included in the main diet on the boar sperm quality. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6): 547-557.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 2007. Süt ve mamülleri muayene analiz metotları. *Atatürk Üniersitesi Ziraat Fakültesi Yayınları,* 257.

Kurt, A., Özdemir, S. 1995. Farklı dozlarda hidrojen peroksit ve potasyum sorbat katılarak muhafaza edilmiş koyun sütlerinden yapılan Beyaz peynirlerin randımanı ve bileşimi. *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences,* 19: 51-57.

Lafarga, T. 2019. Effect of microalgal biomass incorporation into foods: Nutritional and sensorial attributes of the end products. *Algal Research,* 41: 101566.

Lam, M.K., Lee, K.T. 2011. Renewable and sustainable bioenergies production from palm oil mill effluent (POME): win–win strategies toward better environmental protection. *Biotechnology Advances*, 29(1): 124-141.

Li, S., Zhao, S., Yan S., Qiu, Y., Song, C., Li, Y., Kitamura, Y. 2019. Food processing wastewater purification by microalgae cultivation associated with high value-added compounds production — A review. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 27(12): 2845-2856.

Linares D.M., Gómez C., Renes E., Fresno J.M., Tornadijo M.E., Ross R.P, Stanton C. 2017. Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria with potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods. *Frontiers in Microbiology*, 8: 846.

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacogn Reviews*, 4(8): 118-126.

Lordan, S., Ross, R.P., Stanton, C. 2011. Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine Drugs,* 9: 1056-1100.

Luo, X., Su, P., Zhang, W. 2015. Advances in microalgae derived phytosterols for functional food and pharmaceutical applications. *Marine Drugs*, 13: 4231-4254.

Ma, X,, James, B., Balaban, M.O., Zhang, L., Emanuelsson-Patterson, E.A.C. 2013. Quantifying blistering and browning properties of mozzarella cheese. Part II: cheese with different salt and moisture contents. *Food Research International*, 54: 917-921.

Mahmoudi, M., Asl, A.K., Zomorodi, S. 2012. The influence of probiotic bacteria on the properties of Iranian White cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65(4): 561-567.

Malashree, L., Angadi, V., Yadav, K.S., Prabha., R. 2019. "Postbiotics" - One step ahead of probiotics. *Internal Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8: 2049-2053.

Mani, U.V., Desai, S., Iyer, U. 2000. Studies on the Long-Term Effect of *Spirulina* Supplementation on Serum Lipid Profile and Glycated Proteins in NIDDM Patients. *Journal of Medical Nutirition And Nutraceuticals*, 2: 25-32.

Marchesini, G., Balzan, S., Segato, S., Novelli, E. 2009. Colour traits in the evaluation of the ripening period of Asiago cheese. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2): 411-413.

Marinho, G.S., Holdt, S.L., Jacobsen, C., Angelidaki, İ. 2015. Lipids and composition of fatty acids of *Saccharina latissima* cultivated year-round in integrated multi-trophic aquaculture. *Marine Drugs,* 13(7): 4357-4374.

Markowiak, P., Śliżewska, K. 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9): 1-30.

Martinovic, A., Brede, M. E., Vegarud, G. E., Østlie, H. M., Narvhus, J., Skeie, S. B. 2016. Survival of lactic acid and propionibacteria in low- and full-fat Dutch-type cheese during human digestion ex vivo. *Journal of & Letters in Applied Microbiology*, 62: 404-410.

Martirosyan, D.M., Singh, J. 2015. A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6): 209-223.

Mascher, D., Paredes-Carvajal, M.C., Torres-Duran, P.V., Zamora Gonzalez, J., Dıaz-Zagoya, J.C., Juarez-Oropeza, M.A. 2005. Ethanolic extract of *Spirulina maxima* alters the vasomotor reactivity of aortic rings form obese rats. *Archives of Medical Research,* 37(1): 50-57.

Masotti, F., Cattaneo, S., Stuknytė, M., Non I. 2018. Status and developments in analogue cheese formulations and functionalities. *Trends in Food Science & Technology*, 74: 158-169.

Matias, N.S., Padilha, M., Bedani, R., Saad, S.M.I. 2016. In vitro gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 in soy and/or milk-based synbiotic apple ice creams. *International Journal of Food Microbiology*, 234(3): 83-93.

Matos, J., Cardoso, C., Bandarra, N. M,. Afonso, C. 2017. Microalgae as healthy ingredients for functional food: a review. *Food Function*, 8: 26-72.

Matos, J., Cardoso, C.L., Fale, P., Afonso, C.M., Bandarra, N.M. 2019. Investigation of nutraceutical potential of the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Arthrospira platensis*. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(1): 303-312.

Mazinani, S., Fadaei, V., Khosravi-Darani, K. 2016. Impact of *Spirulina platensis* on physicochemical properties and viability of *Lactobacillus acidophilus* of probiotic UF Feta cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40: 1318-1324.

McLellan, M.R., Lind, R.L., Kime, R.W. 2007. Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant Hunter L,a,b Data. *Journal of Food Quality,* 18(3): 235-240.

McSweeney, P.L.H. 1997. The flavour of milk and dairy products: III. Cheese: taste. *International Journal of Dairy Technology*, 50(4): 123-128.

Mehanna, N.S., Hassan, F.A.M., El-Messery, T.M., Mohamed, A.G. 2017. Production of functional processed cheese by using tomato juice. *International Journal of Dairy Science,* 12: 155-160.

Mehenktaş, C. 2006. Egzopolisakkarit (EPS) üreten starter kültürlerin yağı azaltılmış beyaz peynirin bazı özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Melilli, C., Barbano, D.M., Licitra, G., Tumino, G., Farina, G., Carpino, S. 2003. Influence of presalting and brine concentration on salt uptake by Ragusano cheese. *Journal of Dairy Science,* 86: 1083-1100.

Mendes, R.L., Fernandes, H.L., Coelho, Reis, J.E.C., Cabral, J.M.S., Novais, J.M., Palavra A.F. 1995. Supercritical CO_2 extraction of carotenoids and other lipids from *Chlorella vulgaris. Food Chemistry*, 53(1): 99-103.

Metzger, L.E., D.M. Barbano, M.A. Rudan, P.S. Kindstedt, M.R. Guo. 2000. Whiteness change during heating and cooling of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science,* 83: 1-10

Öksüz, Ö., Kurultay, S., Şimşek, O. 2001. The effect of *Brevibacterium linens* on some physico-chemical properties and colour intensity of Kashar cheese. *Milchwissenschaft*, 56(2): 82-85.

Meybodi, N.M. ve Mortazavian, A.M. 2017. Probiotic supplements and food products: A comparative approach. *Biochemistry Pharmacology*, 6: 2, doi: 10.4172/2167-0501.1000227.

Mocanu, G.D., Botez, E., Nistor, O.V., Andronoiu, D.G., Vlăsceanu, G. 2013 Influence of *Spirulina platensis* biomass over some starter culture of lactic bacteria. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies,* 19: 474-479.

Mohamed, A.G., Abo-El-Khair B.E., S. M. Samah. 2013. Quality of novel healthy processed cheese analogue enhanced with marine microalgae *Chlorella vulgaris* biomass. *World Applied Sciences Journal*, 23(7): 914-925.

Mohamed, A.G., Shalaby, S.M. 2016. Texture, chemical properties and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with apricot pulp (*Prunus armeniaca* L.). *International Journal of Dairy Science*, 11: 61-68.

Molnar, N., Gyenis, B., Varga, L. 2005. Influence of a powdered *Spirulina platensis* biomass on acid production of lactococci in milk. *Milchwissenschaft,* 60(4): 380-382.

Molnar, N., Sipos-Kozma, Z., Toth, A., Asvanyi, B., Varga, L. 2009. Development of a functional dairy food enriched with *Spirulina* (*Arthrospira platensis*). *Tejgazdasag*, 69(2): 15-22.

Moradi, S., Ziaei, R., Foshati, S., Mohammadi, H., Nachvak, S.M., Rouhani, M.H. 2019. Effects of *Spirulina* supplementation on obesity: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 47.

Morris, H.J., Almarales, A., Carrillo, O., Bermudez, R.C. 2008. Enzimatik protein hidrolizatlarının üretimi için *Chlorella vulgaris* hücre biyokütlesinin kullanımı. *Bioresource Technology*, 99: 7723-7729.

Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Sohrabvandi, S., Reinheimer, J. 2007. Mrs-Bile Agar: Its suitability for the enumeration of mixed probiotic cultures in cultured dairy products. *Milchwissenschaft-milk Science International*, 62(3): 270-272.

Najarian, A., Sharif, S., Griffiths, M.W. 2019. *Lactobacillus acidophilus* La-5'in insan epitel hücrelerinde *Clostridium difficile*'nin toksisitesi ve kolonizasyonu üzerindeki koruyucu etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Anaerob*, 55: 142-151.

O'Sullivan, L., Murphy, B., Mcloughlin, P., Duggan, P., Lawlor, P.G., Hughes, E., Gardiner, G.E. 2010. Prebiotics from marine macro-algae for human. *Marine Drugs,* 8(7): 2038-2064.

Oğur, S., 2016. Kurutulmuş alglerin besin değeri ve gıda olarak kullanımı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 33(1): 67-79.

Oh, N.S., Joung, J.Y., Lee, J.Y., Kim, S.H., Kim, Y. 2016. Characterization of the microbial diversity and chemical composition of Gouda cheese made by potential probiotic strains as an adjunct starter culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 64: 7357-7366.

Okumuş, M. 2019. Kaşar peynirinin fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine manda sütü kullanımının etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.

Ong, L., Shah, N.P. 2009. Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles. *LWT– Food Science and Technology*, 42: 1260-1268.

Otleş, S., Pire, R. 2001. Fatty acid composition of *Chlorella* and *Spirulina* microalgae species. *Journal of AOAC International*, 84(6): 1708-1714.

Öner, Z., Karahan, A. G., Aloğlu, H. 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish White cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 39: 449-454.

Diezhandino, I., Fernández, D., González, L., McSweeney, P.L.H., Fresno, J.M. 2015. Microbiological, physico-chemical and proteolytic changes in a Spanishblue cheese during ripening (Valdeón cheese). *Food Chemistry*, 168: 134-141.

Öner, Z., Şanlıdere Aloğlu, H., 2018. Süt ve süt ürünleri analiz yöntemleri. SİDAS Medya, İzmir.

Özcan, Ö., Özcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayizit, A., Delikanli, B. 2016. The use of prebiotics of plant origin in functional milk products. *Food Science and Technology*, 4(2): 15-22.

Özcan, Y. 2018. İki farklı starter kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirde olgunlaşma sırasında laktoz değişimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Özdemir, N., Erkmen, J., 2013. Yenilenebilir biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8): 89-104.

Paksoy, G. 2016. Bazı baharatların ultrafiltre Beyaz peynir kalitesi üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Panesar, P.S., Panesar, R., Singh, R.S., Kennedy, J.F., Kumar, H. 2006. Microbial production, immobilization and applications of β-D-galactosidase. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology,* 81(4): 530-554.

Parada, J.L., de Caire, G.Z., de Mule, M.C.Z., de Cano, M.M.S. 1998. Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Microbiology,* 45: 225-228.

Park, H.J., Lee, Y.J., Ryu, H.K., Kim, M.H., Chung, H.W., Kim, W.Y. 2008. A randomized double-blind, placebo-controlled study to establish the effects of *Spirulina* in elderly Koreans. *Annals of Nutritional and Metabolism*, 52(4): 322-328.

Parker, R.B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutrition and Health*, 29: 4-8.

Phang, S.M. 1992. Role of algae in livestock-fish integrated farming system. Proceedings of the FAO/IPT Workshop on Integrated Livestock-Fish Production System. Editors: Mukherjee T.K., Moi P.S., Panandam J.M., Yang Y.S. University of Malaya; Kuala Lumpur, Malaysia: 49-56.

Pina-Pérez, M.C., Rivas, A., Martínez, A., Rodrigo, D. 2017. Antimicrobial potential of macro and microalgae against pathogenic and spoilage microorganisms in food. *Food Chemistry*, 235: 34-44.

Plaza, M., Santoyo, S., Jaime, L., Reina, G.G., Herrero, M., Senorans, F.J., Ibanez, E. 2010. Screening for bioactive compounds from algae. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis,* 51: 450-455.

Pradhan, D., Mallappa, R.H., Grover, S. 2020. Comprehensive approaches for assessing the safety of probiotic bacteria. *Food Control*, 108.

Prakash D.R., Kumari, P. 2011. Preparation of low-fat and high-protein frozen yoghurt enriched with papaya pulp and *Spirulina*. *BioScience Trends*, 4(2): 182-184.

Pratt, D.E. 1992. Natural antioxidants from plant material. In: Huang MT, Ho CT, Lee CY, editors. Phenolic Compounds in Food and their Effects on Health. II. *American Chemical Society*, 54-71.

Praveenkumar, R., Kim, B., Choi, E., Lee, K., Park, J.-Y., Lee, J.-S., Lee, Y.-C., Oh, Y.-K., 2014. Improved biomass and lipid production in a mixotrophic culture of *Chlorella* sp. KR-1 with addition of coal-fired flue-gas. *Bioresource Technology*, 171: 500-505.

Prieto, B., Urdiales, R., Franco, I., Fresno, J.M., Carballo, J. 2000. Quesucos de Liebana cheese from cow‟s milk: Biochemical changes during ripening. *Food Chemistry*, 70: 227-233.

Př**ikryl, J., Hájek, T., Švecová, B., Salek, R.N., Černíková, M., Červenka, L., Buňka, F. 2018.** Antioxidant properties and textural characteristics of processed cheese spreads enriched with rutin or quercetin: The effect of processing conditions. *LWT Food Science & Technology*, 87: 266-271.

Priyadarshani, I., Rath, B. 2012. Bioactive compounds from microalgae and cyanobacteria: utility and applications. *International Journal of Pharmaceutical Sciences at Reseach*, 3(11): 4123-4130.

Pulz, O., Gross, W. 2004. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology,* 65: 635-648.

Rakib, M.R.H., Kabir, A., Amanullah, S.M. 2017. Starter cultures used in the production of probiotic dairy products and their potential applications: A review. *Chemical and Biomolecular Engineering*, 2(2): 83-89.

Ramadan, F., Askar, M., İbrahim, Z.K. 2008. Functional bioactive compounds and biological activities of *Spirulina platensis* lipids. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3): 211-222.

Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C., Morais, A.M.M.B. 2013. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae. *Life Sciences*, 93: 479-486.

Reid, G. 2016. Probiotics: definition, scope and mechanisms of action. *Best Practice & Research: Clinical Gastroenterology,* 30(1): 17-25.

Reinehr, C.O. 2001. Estudo do cultivo semicontínuo de microalga *Spirulina platensis* utilizando água da lagoa Mangueira. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Alimentos)- Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

Rodriguez, R.P., Borroto, Y.S., Espinosa, E.A.M., Verhelst, S. 2017. Assessment od diesel engine performance when fueled with biodiesel from algae and microalgae: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69: 833-842.

Rodriguez-Garcia, I., Guil-Guerrero, J.L. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of three microalgal species for use as dietary supplements and in the preservation of foods. *Food Chem*istry, 108: 1023-1026.

Ross, R.P., Hill, C., Morgan, S. 2002. Preservation and fermentation: past, present and future. International Symposium on Frontiers in Microbial Preservation, 79.

Rowney, M.K., Roupas, P., Hickey, M.W., Everett D.W. 2004. Salt-induced structural changes in 1-day old Mozzarella cheese and the impact upon free oil formation. *International Dairy Journal*, 14(9): 809-816.

Rubel, I.A., Pérez, E.E., Manrique, G.D., Genovese, B.D. 2015. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. *Food Structure*, 3: 21-29.

Rupérez, P. 2002. Mineral content of edible marine edible algaes. *Food Chemistry*, 79: 23-26.

Safi, C., Charton, M., Pignolet, O., Silvestre, F., Vaca-Garcia, C., Pontalier, P.Y. 2013. Mikroalg hücre duvarı özelliklerinin protein ekstrakte edilebilirliğine etkisi ve azot-protein dönüşüm faktörlerinin belirlenmesi. *Journal of Applied Psychology*, 25: 523-529.

Safi, C., Zebib, B., Merah, O., Pontalier, P.-Y., Vaca-Garcia, C. 2014. Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella vulgaris*: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35: 265-278.

Sameer B., Ganguly S., Khetra Y., Sabikhi L. 2020. Development and characterization of probiotic Buffalo milk Ricotta cheese. *LWT Food Science & Technology*, 121. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108944.

Sanders, M.E., Veld, J.H. 1999. Bringing a probioticcontaining functional food to the market: microbiological, product, regulatory and labelling issues. *Antonie van Leeenhoek*, 76: 293-315.

Sanders, M.E., Merenstein, D., Merrifield, C.A., Hutkin, R. 2018. Probiotics for human use. *Nutrition Bulletion*, 43: 212-225.

Sankaran, R., Show, P.L., Cheng, Y.S., Tao, Y., Ao, X., Nguyen T.D.P., Quyen, D.V. 2018. Integration process for protein extraction from microalgae using liquid biphasic electric flotation (LBEF) system. *Molecular Biotechnology*, 60: 749-776.

Santhosh, S., Dhandapani, R., Hemalatha, NA. 2016. A Review on potential biotechnological applications of microalgae. *Journal of Applied Pharmaceutical Science,* 6(8): 179-184.

Santos, R.D., Shetty, K., Cecchini, A.L., L.H., da Silva, Maglioranza. 2012. Phenolic compounds and total antioxidant activity determination in rosemary and oregano extracts and its use in cheese spread. *Semina*, 33: 655-666.

Schwenzfeier, A., Helbig, A., Wierenga, P.A., Gruppen, H. 2013. Emulsion properties of algae soluble protein isolate from Tetraselmis sp. *Food Hydrocoll*loids, 30: 258-263.

Scrinis G. 2008. Functional foods or functionally marketed foods? A critique of, and alternatives to, the category of 'functional foods'. *Public Health Nutrition*, 11(5): 541-545.

Servaites, J.C., Faeth, J.L., Sidhu, S.S. 2012. Mikroalgdaki toplam proteinin ölçümü için bir boya bağlama yöntemi. *Analytical Biochemistry*, 421: 75-80.

Settanni, L., Moschetti, G. 2010. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 27(6): 691-697.

Seyfabadi, J., Ramezanpour, Z., Khoeyi, Z.A. 2011. *Chlorella vulgaris*'in farklı ışık rejimleri altındaki protein, yağ asidi ve pigment içeriği. *Journal of Applied Psychology*, 23: 721-726.

Seyidoglu, N., Inan, S., Aydin C. 2017. A prominent superfood: *Spirulina platensis*. In: Superfood and functional food - The Development of Superfoods and Their Roles as Medicine. *IntechOpen*, Rijeka, pp. 1-28..

Shah, N.P. 2001. Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technology,* 55(11): 46-53.

Shalaby, S. 2013. Quality of novel healthy processed cheese analogue enhanced with marine microalgae *Chlorella vulgaris* biomass. *World Applied Sciences Journal*, 23(7): 914-925.

Sharma, M., Shukla, G. 2016. Metabiotics: one step ahead of porobiotics; an insight into mechanism involved in anticarcinogenic effect in colorectal cancer. *Frontier in Microbiology,* 7: 1940.

Shrivastava, S., Goyal, S., Goyal, G.K. 2013. Effect of modified atmosphere packaging on Ccolour profile of paneer stored at 3±1ºC. *Journal of Agriculture and Sustainability*, 3(2): 195-204.

Silva, S.C., Fernandes, I.P., Barros, L., Fernandes, A., Alves, M.J., Calhelhaa, R.C., Pereira, C., Barreira, J.C.M., Manrique, Y., Collac, E., Ferreira, I.C.F.R., Barreiro, M.F. 2019. Spray-dried *Spirulina platensis* as an effective ingredient to improve yogurt formulations: Testing different encapsulating solutions. *Journal of Functional Foods*, 60, 103427.

Simpore, J., Zongo, F., Kabore, F., Dansou, D., Bere, A., Nikiema, J.B., Pignatelli, S., Biondi, D.M., Ruberto, G., Musumeci, S. 2005. Nutrition rehabilitation of HIV-infected and HIV-negative undernourished children utilizing *Spirulina*. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 49(6): 373-380.

Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R., Dhaka, N. 2013. Potential applications of antioxidants. *Journal of Pharmacy Research*, 7: 828- 835.

Singh, A. 1998. Perinatal influence of *Chlorella vulgaris* (E-25) on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation. *Anticancer Research*, 18(3A): 1509-1514.

Singh, R.P., Murthy, K.N.C., Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 50: 81-86.

Sinha, S., Patro, N., Patro, I.K. 2018. Maternal protein malnutrition: current and Future perspectives of *Spirulina* supplementation in neuroprotection. *Frontiers in Neuroscience*, 12: 966.

Smit, A.J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of edible algae natural products: A review. *Journal of Applied Phycology*, 16: 245-262.

Sudhakar, M.P., Kumar, B.R., Mathimani, T., Arunkumar, K. 2019. A review on bioenergy and bioactive compounds from microalgae and macroalgae-sustainable energy perspective. *Journal of Cleaner Production*, 228: 1320-1333.

Sun, Z., Harris, H. M., Mccann, A., Guo, C., Argimon, S., Zhang, W., Xianwei Yang, X., Jeffery, I.B., Cooney, J.C., Kagawa, T.D., Liu, W., Song, Y., Salvetti, E., Wrobel,

A., Rasinkangas, P., Parkhill J., Rea, M.C., O'Sullivan, O., Ritari, J., Douillard, F.P., Ross, R.P., Yang, R., Briner, A.E., Felis, G.E., de Vos, W.M., Rodolphe Barrangou, Todd R. Klaenhammer, Page W. Caufield, Yujun Cui, Zhang, H., O'Toole, P.W. 2015. Expanding the biotechnology potential of *Lactobacilli* through comparative genomics of 213 strains and associated genera. 6:8322. doi: 10.1038/ncomms9322.

Şahingil, D. 2012. Beyaz peynir üretiminde kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin proteoliz, ACE-inhibisyon aktivitesi ve aroma oluşumuna etkilerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

Tabasco, R., García-Cayuela, T., Peláez, C., Requena, T. 2009. *Lactobacillus acidophilus* La-5 increases lactacin B production when it senses live target bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 132(2-3): 109-116.

Taher, H., Al-Zuhair, S., Al-Marzouqi, A.H., Haik, Y., Farid, M.M. 2011. A review of enzymatic transesterification of microalgal oil-based biodiesel using supercritical technology. *Enzyme Research*, 468292.

Taibi, A., Comelli, E.M. 2014. Practical approaches to probiotics use. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism,* 39(8): 980-986.

Tamime, A.Y., Saarela, M., Korslund-Sondergaard, A., Mistry, V.V., Shah, N.P. 2005. Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products: Probiotic Dairy Products, Ed.: Tamime, A.Y., London, Blackwell Publishing Ltd., 39-97.

Tarakçı, Z., Akyüz, N. 2009. Effects of packaging materials and filling methods on selected characteristics of Otlu (Herby) cheese. *International Journal of Food Properties,* 12(3): 496-511.

Timón, M.L., Andrés, A.I., Otte, J., Petrón, M.J. 2019. Antioxidant peptides (<3kDa) identified on hard cow milk cheese with rennet from different origin. *Food Research International,* 120: 643-649.

Tohamy, M.M., Ali M.A., Shaaban H.A.G., Mohamad A.G., Hasanain A.M. 2018. Production of functional spreadable processed cheese using *Chlorella vulgaris*. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria,* 17(4): 347-358.

Tomar O., Akarca G., Beykaya M., Caglar A. 2018. Some characteristics of Erzincan Tulum cheese produced using different probiotic cultures and packaging material. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 24(5): 647-653.

Tompkins, T.A., Mainville, I., Arcand, Y. 2011. The impact of meals on a probiotic during transit through a model of the human upper gastrointestinal tract. *Benefical Microbes*, 2(4): 295-303.

Tripathi, M.K., Giri, S.K. 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9(1): 225-241.

Tsilingiri, K., Rescigno, M. 2013. Postbiotics: What else? *Beneficial microbes*, 4(1): 101-107.

Uğur, A. 2001. Muğla halk pazarında satışa sunulan ev yapımı peynirlerin mikrobiyolojik özellikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(40): 3-8.

Uraz, T., Özer, B.H. 1999. Moulds employed in food processing. Encyclopedia of Food Microbiology. Editors: Robinson, R.K., Batt, C., Patel, P., Academic Press, 3 Cilt, Londra.

Uraz, T., Şimşek, O. 1998. Ankara piyasasında satılan Beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda*, 12(3): 371-375.

Ursu, A., Marcati, A., Sayd, T., Sante-Lhoutellier, V., Djelveh, G., Michaud, P. 2014. Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae *Chlorella vulgaris*. *Bioresource Technology*, 157: 134-139.

Usharani, G., Srinivasan, G., Sivasakthi, S., Saranraj P. 2015. Antimicrobial activity of *Spirulina platensis* solvent extracts against pathogenic bacteria and fungi. *Biological Research*, 9(5): 292-298.

Usta, B., Yılmaz-Ersan, L. 2013. Sütün antioksidan enzimleri ve biyolojik etkileri. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 123-130.

Üçüncü, M. 2008. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık. İzmir. 1236

Varga, L., Szigeti, J., Kovacs, R., Foldes, T., Buti, S. 2002. Influence of *Spirulina platensis* biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage. *Journal of Dairy Science,* 85: 1031-1038.

Varga, L., Szigeti, J., Ordög, V. 1999. Effect of a *Spirulina platensis* biomass and that of its active components on single strains of dairy starter cultures. *Milchwissenschaft,* 54: 187-190.

Vasconcelos F.M., Silva H.L., Poso S.M., Barroso M.V., Lanzetti M., Rocha R.S. 2019. Probiotic Prato cheese attenuates cigarette smoke-induced injuries in mice. *Food Research International*, 123: 697-703.

Vijayavel, K., Anbuselvam, C., Balasubramanian, M. P. 2007. Antioxidant effect of the marine algae *Chlorella vulgaris* against naphthalene- induced oxidative stress in the albino rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 303: 39-44.

Vural-Yıldız, K. 2019. Çiğ sütten üretilen yağı azaltılmış Beyaz peynirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine ışınlamanın etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.

Wadhwani, R. 2011. Investigating the strategies to improve the quality of low-fat Mozzarella and Cheddar cheeses. PhD Theses, Utah State Unıversity, Nutrition and Food Sciences, 198 s.

Wan, M.L., Forsythe, S.J., El-Nezami, H. 2018. Probiotics interaction with foodborne pathogens: a potential alternative to antibiotics and future challenges. *Critical Reviewes Food Science Nutrition*, doi:10.1080/10408398.2018.1490885.

Wang, H.M., Pan, J.L., Chen, C.Y., Chiu, C.C., Yang, M.H., Chang, H.W., Chang, J.S. 2010. Identification of anti-lung cancer extract from *Chlorella vulgaris* C-C by antioxidant property using supercritical carbon dioxide extraction. *Process Biochemistry*, 45 (12): 1865-1872.

Wang, J., Zhang, M., Fang, Z. 2019. Recent development in efficient processing technology for edible algae: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 88: 251-259.

Wang, Y., Chang, C., Chou, J., Chen, H.L., Deng, X., Harvey, B.K., Caded, J.L., Bickford, P.C. 2005. Dietary supplementation with blueberries, Spinach, or *Spirulina* reduces ischemic brain damage. *Experimental Neurology*, 193: 75-84.

Watanabe, F., Takenaka S., Kittaka-Katsura, H., Ebara, S. 2002. Characterization and bioavailability of vitamin B12-compounds from edible algae. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 48(5): 325-331.

Wells, M.L., Potin, P., Craigie J.S., Raven J.A., Merchant S.S., Helliwell K.E., Smith A.G., Camire M.E., Brawley S.H. 2017. Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Psychology*, 29(2):949-982.

Wood, B.J.B. 1992. The lactic acid bacteria in health and disease. London, England: Elsevier Applied Science.

Wu, L.C., Ho, J.A., Shieh, M.C., Lu, I.W. 2005. Antioxidant and antiproliferative activities of *Spirulina* and *Chlorella* water extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 53(10): 4207-4212.

Xiong K., Zhou L., Wang J., Ma A., Fang D., Xiong L., Sun Q. 2020. Construction of food-grade pH-sensitive nanoparticles for delivering functional food ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 96: 102-113.

Yakhdansaz N. 2015. *Spirulina platensis* ile çeşitli boyaların renk giderimlerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

Yalçın Duygu, D. 2017. *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck] (Chlorophyta) suşlarının kesikli kültür sisteminde yığın kültürlerinin üretimi üzerine bir çalışma. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 3(2): 61-67.

Yamamoto, M., Fujishita, M., Hirata, A., Kawano, S. 2004. Regeneration and maturation of daughter cell walls in the autospore-forming green alga *Chlorella vulgaris* (*Chlorophyta*, *Trebouxiophyceae*). *Journal of Plant Research*, 117(4): 257-64.

Yangılar, F. 2010. Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen Beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Yanmaz, B. 2019. Tuz konsantrasyonu ve salamurada bekleme süresinin Beyaz peynirin bazı kalite kriterleri üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.

Ye, Q., Georges, N., Selomulya, S. 2018. Microencapsulation of active ingredients in functional foods: From research stage to commercial food products. *Trends in Food Science & Technology*, 78: 167-179.

Yeung, A.W.K., Mocan, A., Atanasov, A.G. 2018. Let food be thymedicine and medicine be thy food: a bibliometric analysis of the most cited papers focusing on nutraceuticals and functional foods. *Food Chemistry*, 269: 455-465.

Yıldırım, G. 2017. *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* türlerinin manda ve inek sütünden elde edilmiş Mozzarella peynirlerinin kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Yılmaz, H.K., Duru, M.G. 2011. Syanobakteri *Spirulina platensis*'in besin kimyası ve mikrobiyolojisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1): 31-43.

Yılmaz-Ersan, L., Kurdal, E. 2014. The production of set-type-bio-yoghurt with commercial probiotic culture. *International Journal of Chemical Engineering and Applications,* 5(5): 402-408.

Yılmaztekin, M. 2001. Beyaz peynir üretiminde *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dan yararlanma olanakları üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

Yilmaz-Ersan L., Ozcan, T., Akpınar, A., Sahin, S. 2016. The antioxidative capacity of kefir produced from goat milk. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(1).

Yoldaş, M. 2017. Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş Armola peyniri üretimi. *Yüksek Lisans Tezi,* Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yun, H., Kim, I., Kwon, S., Kang, J., Om, A. 2011. Protective effect of *Chlorella vulgaris* against lead-induced oxidative stress in rat brains. *Journal and Health Science,* 57(3): 245-254.

Yüksel, Ç. 2018. Farklı oksidatif stres ortamlarında mikroalglerde bulunan karotenoidlerin analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı, Bursa.

Zago, M., Fornasari, M.E., Carminati, D., Burns, P., Suarez, V., Vinderola, G., Reinheimer, J., Giraffa, G. 2011. Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from cheeses. *Food Microbiol*ogy, 28(5): 1033-1040.

Zaheer, A., Wang Y., Cheng, Q., Imran M. 2010. *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin, from production to their application: An overview. *African Journal of Biotechnology*, 9(20): 2843-2850.

Zemke-White, L.W., Ohno, M. 1999. World seaweed utilization: end-of century summary. *Journal of Applied Phycology*, 11(4): 369-376.

Zomorodi, S., Asl, K.A., Rohani, S.M.R., Miraghaei, S. 2011. Survival of *Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium bifidum* in free and microencapsulated forms on Iranian white cheese produced by ultrafiltration. *International Journal of Dairy Technology*, 64(1): 84-91.

Zorriehzahra, M.J., Delshad, S.T., Adel, M., Tiwari, R., Karthik, K., Dhama K., Lazado C.C. 2016. Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: an update on their multiple modes of action: a review. *Veterinary Quarterly*, 36(4): 228-241.