

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* VE
BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM'UN BEYAZ PEYNİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hilal KARAHANÇER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* VE
BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM'UN BEYAZ PEYNİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Hilal KARAHANÇER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* VE
BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM'UN BEYAZ PEYNİRİN BAZI
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hilal KARAHANÇER
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2016-1783 nolu proje ile desteklenmiştir.)**

HAZİRAN 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* VE
BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM UN BEYAZ PEYNİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

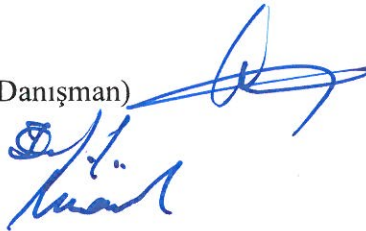
Hilal KARAHANÇER
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez ²⁶/06/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Zafer ALPKENT

Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL



ÖZET

ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* VE *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM*'UN BEYAZ PEYNİRİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Hilal KARAHANÇER

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Haziran 2018; 96 sayfa

Bu çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 ve *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 olmak üzere iki farklı probiyotik bakteri suşu kullanılarak üretilen beyaz peynirler, salamura içinde ve vakum ambalajda 4°C'de 90 gün süresince depolanmıştır. Depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde beyaz peynirlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin yanı sıra beyaz peynirlerin uçucu bileşik ve yağ asidi profilleri de incelenmiştir. Çalışmada probiyotik bakterilerin, üretiminde kullanılan beyaz peynirin bazı kalite özelliklerine etkisi ile salamurada ve vakum paket içerisinde depolanan beyaz peynirlerdeki probiyotik bakterilerin canlılıkları araştırılmıştır.

Depolama süresince, *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının, *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerindeki *B. bifidum* sayısından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Vakum paketlenmiş beyaz peynirlerin daha yüksek sayıda probiyotik bakteri içerdiği belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda probiyotik peynirlerin tamamında belirlenen probiyotik bakteri sayısının 10^8 kob/g üzerinde olduğu saptanmıştır. Beyaz peynir örneklerinde depolama sırasında probiyotik bakteri sayısında azalma meydana gelmesine rağmen, 90 gün sonunda elde edilen değerlerin peynirlerin probiyotik olarak kabul edilmesi için gerekli olan en az canlı probiyotik bakteri sayısının (10^6 kob/g) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Probiyotik bakteri içeren beyaz peynirlerin toplam mezofil aerob bakteri sayılarının kontrol grubu beyaz peynirden yüksek olduğu belirlenmiştir. Probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerde tespit edilen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı, kontrol grubu beyaz peynirlerdekine göre düşük bulunmuştur. Vakum ambalajlı peynirlerdeki M17 agarda gelişen bakteri sayısının salamura içindeki peynirlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Vakum ambalajlı beyaz peynirlere ait kurumadde miktarı, titrasyon asitliği değeri, yağ miktarı, protein miktarı, suda çözünür azot oranı ve TCA'da çözünür azot oranının salamura içindeki beyaz peynirlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden yüksek, vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin ise salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresi sonunda belirlenen toplam uçucu bileşenlerin %28.89-%46.99'unu oluşturarak en yüksek seviyede belirlenen uçucu bileşenin 3-hidroksi-2-bütanon olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde tüm beyaz peynir örneklerinde sırasıyla miristik asit, miristoleik asit, pentadekanoik asit, oleik asit, palmitoleik asit, heptedekanoik asit, laurik asit ve kaprik asit en fazla düzeyde tespit edilen yağ asitleri olmuştur. Yapılan duyuşal

analizler sonucunda, depolama süresi sonunda *L. acidophilus* kullanılarak üretilen vakum paketli beyaz peynirin daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında; *L. acidophilus* DSM 20079 ve *B. bifidum* DSM 20456 suşlarının probiyotik beyaz peynir üretiminde kullanılmasının beyaz peynirin bileşimi ve duysal özellikleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Depolanmasında vakum ambalaj kullanılan beyaz peynirlerin tuz oranlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerinkine göre az olduğu ve Türk Gıda Kodeksi'nde verilen limit değerleri açısından sadece vakum ambalajlı beyaz peynirlerin uygun olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; beyaz peynir üretiminde probiyotik bakteri olarak *L. acidophilus* DSM 20079 ve *B. bifidum* DSM 20456 suşlarının kullanılabileceği ve beyaz peynirlerin vakum pakette depolanmasının daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Probiyotik beyaz peynir, vakum ambalaj, *L. acidophilus*, *B. bifidum*.

JÜRİ: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Dr. Öğr. Üyesi Zafer ALPKENT

Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF USING *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* AND *BIFIDOBACTERIUM BIFIDUM* IN THE PRODUCTION ON SOME PROPERTIES OF WHITE PICKLED CHEESE

Hilal KARAHANÇER

MSc. Thesis in FOOD ENGINEERING

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

June 2018; 96 pages

In this study, white pickled cheeses produced by using two different probiotic bacteria strains, which were *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 and *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 were stored in brine and vacuum package at 4 °C for 90 days. On the 1st, 45th and 90th days of the storage, the physicochemical, microbiological and sensorial properties as well as volatile compound and fatty acid profiles of white pickled cheeses have been examined. In the study, effect of probiotic bacteria used in production of white pickled cheese on some quality properties of white pickled cheese and the viability of probiotic bacteria in white pickled cheeses stored in brine and vacuum package were investigated.

During storage, it was determined that the number of *L. acidophilus* in white pickled cheese samples produced using *L. acidophilus* was higher than the number of *B. bifidum* in white pickled cheese samples produced using *B. bifidum*. Vacuum packed white pickled cheeses were found to have a higher number of probiotic bacteria. At the end of the storage period, the number of probiotic bacteria determined in all probiotic cheeses was found to be higher than 10^8 cfu/g. Although the number of probiotic bacteria decreased in white pickled cheese samples during storage, the values obtained at the end of 90 days were determined to be above the minimum number of live probiotic bacteria required (10^6 cfu/g) for the acceptance of cheeses as probiotic. The numbers of total mesophilic aerobic bacteria in white pickled cheese containing probiotic bacteria were determined to be higher in control group white pickled cheese. The number of lactic acid bacteria developed in M17 agar detected in white pickled cheeses produced using probiotic bacteria was found to be lower than that of control group white pickled cheese. It was determined that the number of bacteria developed in the M17 agar in the vacuum packed cheeses was higher than the cheese in the brine. It was determined that the dry matter amount, the titratable acidity values, the fat amount, the protein amount, the water soluble nitrogen ratios and the soluble nitrogen ratios in TCA of the vacuum packed white pickled cheese were higher than those of the white pickled cheese in brine. Hardness values of control group white pickled cheeses were higher than those of white pickled cheeses produced by using probiotic bacteria and hardness values of white pickled cheeses stored in vacuum package were higher than those of white pickled cheeses stored in brine. The highest volatile component in the white pickled cheese samples at the end of the storage period was 3-hydroxy-2-butanone as 28.89%-46.99% of the determined total volatile components. Myristic acid, myristoleic acid, pentadecanoic acid, oleic acid, palmitoleic acid, heptadecanoic acid, lauric acid, capric acid were found, respectively, to

be the most abundant fatty acids in all white pickled cheese samples on the 90th day of the storage. As a result of sensory analysis, at the end of the storage period, it was found that vacuum packed white pickled cheese produced using *L. acidophilus* was more preferred.

When the results of the study are taken into account; the use of *L. acidophilus* DSM 20079 and *B. bifidum* DSM 20456 strains in production of white pickled cheese did not have any adverse effect on the composition and sensory properties of white pickled cheese. It was determined that the salt values of the vacuum packed white pickled cheeses were less than those of the white pickled cheeses stored in the brine, and vacuum packed white pickled cheeses were suitable according to the limit values given in the Turkish Food Codex. As a result, it was evaluated that *L. acidophilus* DSM 20079 and *B. bifidum* DSM 20456 strains could be used as probiotic bacteria in the production of white pickled cheese and vacuum packing was more appropriate for the storage of white pickled cheeses.

KEYWORDS: Probiotic white pickled cheese, vacuum packaging, *L. acidophilus*, *B. bifidum*.

COMMITTEE: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Asst. Prof. Dr. Zafer ALPKENT

Asst. Prof. Dr. İsmail TONTUL

ÖNSÖZ

Besleyici değeri ve sağlık ile ilgili olumlu özellikleri nedeniyle son yıllarda probiyotik süt ürünlerinin tüketimine olan ilgi artmaktadır. Probiyotikler, bağırsaktaki mikrobiyal dengeyi koruması ya da geliştirmesiyle tüketici sağlığına yararlı etkisi olan canlı mikrobiyal gıda katkısıdır. Probiyotik bakterilerin sağlıkla ilgili tedavi edici etkilerinden yararlanmada peynir, yoğurt ve dondurma gibi süt ürünleri kullanılabilir.

Probiyotik ürünlerden arzu edilen yararların sağlanabilmesi için bu ürünlerde en az 10^6 kob/g canlı probiyotik mikroorganizma bulunması gerekmektedir. Ürünün raf ömrü süresince ve insan sindirim sisteminden geçerken probiyotik mikroorganizmaların sayısında önemli bir azalma olmaması istenmektedir. Bu çalışmada *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 ve *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 olmak üzere iki farklı probiyotik bakteri suşu kullanılarak üretilen beyaz peynirler salamura içinde ve vakum ambalajda 4°C’de 90 gün süresince depolanmış olup, üretiminde probiyotik bakteri kullanılmasının beyaz peynirin bazı kalite özelliklerine etkisi ile salamurada ve vakum paket içerisinde depolanan beyaz peynirlerdeki probiyotik bakterilerin canlılıkları araştırılmıştır.

Ülkemizde tüketimi yaygınlaşan probiyotik ürünler arasında kefir, probiyotik yoğurt, probiyotik süt gibi ürünler olmasına rağmen, endüstriyel olarak probiyotik peynir üretimi henüz yapılmamaktadır. Ülkemizde en çok tüketilen peynir çeşidi olan beyaz peynirin, probiyotik bir ürün formuna dönüştürülerek tüketicilere ulaştırılmasında, bu çalışmamızın katkısı olabileceği değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde bana her türlü yardım ve destekte bulunan ve bu konu üzerine çalışma olanağı sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN’e, ayrıca yardımlarından ötürü Dr. Öğr. Üyesi Zafer ALPKENT’e, Arş. Gör. Firuze ERGİN’e, doktora öğrencisi Gizem YILDIZ’a, doktora öğrencisi Emrah EROĞLU’na ve yüksek lisans öğrencisi Merve AL’a teşekkürlerimi sunarım.

Projeyi maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her adımda olduğu gibi tez çalışmam sırasında da gösterdikleri sonsuz sevgi, fedakarlık ve destekleriyle bana her daim güç veren annem, babam, kardeşim ve nişanlım Oğuz Alper GÖKTÜRK’e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Peynirin Tanımı	3
2.2. Probiyotikler	4
2.2.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	7
2.2.2. <i>Bifidobacterium bifidum</i>	7
2.3. Probiyotik Peynir	8
3. MATERYAL VE METOT.....	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Süt	12
3.1.2. Starter kültür.....	12
3.1.3. Probiyotik bakteriler.....	12
3.1.4. Peynir mayası	12
3.1.5. Salamura	12
3.1.6. Ambalaj materyali.....	12
3.1.7. Üretimde kullanılan alet ve ekipmanlar	12
3.2. Metot.....	13
3.2.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılmak üzere probiyotik bakterilerin hazırlanması	13
3.2.2. Beyaz peynir üretimi	13
3.3. Analizler	14
3.3.1. Fizikokimyasal analiz yöntemleri	14
3.3.1.1. Beyaz peynire işlenen süte yapılan analizler	14
3.3.1.2. Beyaz peynir örneklerinde uygulanan analizler.....	15

3.3.2. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri	17
3.3.2.1. Seri dilüsyonların hazırlanması	17
3.3.2.2. Toplam mezofil aerob bakteri sayımı	18
3.3.2.3. M17’de gelişen laktik asit bakteri sayımı	18
3.3.2.4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı	18
3.3.2.5. <i>Bifidobacterium bifidum</i> sayımı.....	18
3.3.3. Beyaz peynir örneklerinde yağ asitlerinin gaz kromatografisi (GC) yöntemiyle belirlenmesi	18
3.3.4. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler	19
3.3.5. Sertlik analizi	20
3.3.6. Duyusal analizler	20
3.3.7. İstatistiksel analizler.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları.....	22
4.1.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün fizikokimyasal analiz sonuçları	22
4.1.2. Beyaz peynir örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları.....	22
4.1.2.1. Kurumadde oranı (%)	23
4.1.2.2. Titrasyon asitliği değerleri (%)	25
4.1.2.3. pH değerleri	27
4.1.2.4. Tuz oranı (%)	29
4.1.2.5. Yağ oranı (%).....	32
4.1.2.6. Protein oranı (%).....	35
4.1.2.7. Suda çözünür azot oranı (WSN) (%)	38
4.1.2.8. Olgunlaşma derecesinin belirlenmesi	42
4.1.2.9. %12’lik Trikloroasetik asitte çözünür azot oranı (TCA) (%)	44
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	47
4.2.1. Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	47
4.2.2. M17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı sonuçları	50
4.2.3. <i>Lactobacillus acidophilus</i> ve <i>Bifidobacterium bifidum</i> sayım sonuçları.....	54
4.3. Beyaz Peynir Örneklerinde Belirlenen Uçucu Bileşikler	58
4.4. Beyaz Peynir Örneklerinde Yağ Asitleri Miktarı	62
4.5. Sertlik Değeri.....	71
4.6. Duyusal Analiz Sonuçları	74

4.6.1. Görünüş.....	74
4.6.2. Kitle ve yapı.....	76
4.6.3. Koku.....	77
4.6.4. Tat.....	79
5. SONUÇLAR.....	84
6. KAYNAKLAR.....	87
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Üretiminde Kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*’un Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

26/06/2018

Hilal KARAHANÇER



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm : Santimetre

cm³ : Santimetreküp

dk : Dakika

g : Gram

kg : Kilogram

L : Litre

m : Metre

N : Normalite

mbar : Milibar

ml : Mililitre

mm : Milimetre

N : Newton

rpm : Reverse per minute (Dakikadaki devir sayısı)

s : Saniye

kob : Koloni oluşturan birim

Tezde ondalık ayırıcı olarak “,” kullanılmıştır.

Kısaltmalar

GC : Gaz Kromatografisi

WSN : Suda Çözünür Azot Oranı

TCA : Trikloroasetik Asit

TPA : Tekstür Profil Analiz

TMAB: Toplam Mezofil Aerob Bakteri

NNLP : Neomycin sulfate- Nalidix acid- Lithium chloride- Paramomcyn sulfate

FAO : Gıda ve Tarım Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Beyaz peynir üretim akış şeması	14
Şekil 4.1. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları (%)	36
Şekil 4.2. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen suda çözünür azot oranı değerleri (%).....	39
Şekil 4.3. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen olgunlaşma dereceleri (%).....	42
Şekil 4.4. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen TCA’da çözünür azot oranı değerleri (%).....	45
Şekil 4.5. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayısı (log kob/g).....	48
Şekil 4.6. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/g)	51
Şekil 4.7. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen probiyotik bakteri sayıları (log kob/g).....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yağ asitleri analizi için GC-MS çalışma şartları	19
Çizelge 3.2. Uçucu bileşiklerin analizi için GC-MS çalışma şartları	20
Çizelge 3.3. Beyaz peynir örneklerinin duyusal değerlendirme formu	21
Çizelge 4.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütlerin fizikokimyasal özellikleri.....	22
Çizelge 4.2. Beyaz peynir örneklerinin bazı fizikokimyasal analiz sonuçları	23
Çizelge 4.3. Beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.4. Beyaz peynir örneklerinin kurumadde değerlerine (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	24
Çizelge 4.5. Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.6. Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	26
Çizelge 4.7. Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.8. Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	28
Çizelge 4.9. Beyaz peynir örneklerinin tuz oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.10. Beyaz peynir örneklerinin tuz oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	30
Çizelge 4.11. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ortalama kurumadde tuz (%) değerleri.....	32
Çizelge 4.12. Beyaz peynir örneklerinin yağ oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.13. Beyaz peynir örneklerinin yağ oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	34
Çizelge 4.14. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ortalama kurumadde yağ (%) değerleri	35
Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları	36
Çizelge 4.16. Beyaz peynir örneklerinin protein oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinin protein oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	37
Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen suda çözünür azot (%) oranları.....	39
Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	41
Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen olgunlaşma dereceleri	43
Çizelge 4.22. Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecesi (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecesi (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	44
Çizelge 4.24. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TCA'da çözünür azot oranı (%) değerleri.....	45
Çizelge 4.25. Beyaz peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.26. Beyaz peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	46
Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayıları	47
Çizelge 4.28. Beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.29. Beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	49
Çizelge 4.30. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayıları	51
Çizelge 4.31. Beyaz peynir örneklerinin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.32. Beyaz peynir örneklerinin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	52
Çizelge 4.33. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen probiyotik bakteri sayıları	55
Çizelge 4.34. Beyaz peynir örneklerinin probiyotik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	55

Çizelge 4.35. Beyaz peynir örneklerinin probiyotik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	57
Çizelge 4.36. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşiklere ait Kovats alıkonma indeksi değerleri	60
Çizelge 4.37. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler	61
Çizelge 4.38. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen yüzde yağ asitleri.....	63
Çizelge 4.39. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam yüzde yağ asitleri	69
Çizelge 4.40. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen sertlik değerleri.....	72
Çizelge 4.41. Beyaz peynir örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.42. Beyaz peynir örneklerinin sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.43. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen görünüş puanları.....	74
Çizelge 4.44. Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait varyans analiz sonuçları	75
Çizelge 4.45. Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	75
Çizelge 4.46. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince belirlenen kitle ve yapı puanları.....	76
Çizelge 4.47. Beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanlarına ait varyans analiz sonuçları	76
Çizelge 4.48. Beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanları puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	77
Çizelge 4.49. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen koku puanları	78
Çizelge 4.50. Beyaz peynir örneklerinin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları .	78
Çizelge 4.51. Beyaz peynir örneklerinin koku puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	79
Çizelge 4.52. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen tat puanları ...	80
Çizelge 4.53. Beyaz peynir örneklerinin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları	80

Çizelge 4.54. Beyaz peynir örneklerinin tat puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.55. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama genel beğeni puanları.....	82
Çizelge 4.56. Beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanlarına ait varyans analiz sonuçları	82
Çizelge 4.57. Beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	83



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak gıda maddelerine duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Beslenme için gerekli olan besin öğelerinin büyük bir kısmını içermeleri nedeniyle süt ve süt ürünleri, gıda maddeleri arasında önemli paya sahiptir (Demirci 1991).

Süt; içerdiği esansiyel aminoasitler, yağ, laktoz, mineral maddeler ve vitaminler bakımından insanların ve memeli hayvanların yavrularının beslenmesinde önemli yeri olan bir gıdadır. Sütün vücutta en iyi değerlendirilme şekli içme sütü olarak tüketilmesidir; ancak içme sütü alışkanlığımızın olmayışı, sütün hacimli ve çabuk bozulabilen bir gıda olması, üretilen sütün büyük bir kısmının süt ürünlerine işlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte gelişmiş ülkelerde tüketicilerin süt ve süt ürünlerine olan ilgisinin daha da artırılması, süt ve süt ürünleri tüketiminin daha cazip hale getirilmesi ve süt ürünleri teknolojisinde yeni ürünlerin geliştirilmesi ve üretilmesi amacıyla yararlanılan yöntemlerden biri fermentasyon işlemidir. Sütün laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmesi sonucunda farklı yapı, görünüş, tat ve aromaya sahip fermente ürünler üretilmektedir. Bu ürünlerden biri olan peynir, yıllardan beri beğeni ile tüketilen bir süt ürünüdür (Demirci ve Şimşek 1997; Üçüncü 2012).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2016 yılı itibari ile toplanan inek sütü miktarı 9.213.188 ton olarak belirlenmiştir. En çok üretilen süt ürününün 1.173.577 ton ile yoğurt, ikinci sırada ise 638.684 ton ile peynir olduğu belirtilmiştir (Anonim 2017a). Ülkemizde üretilen birçok peynir çeşidi, Ortadoğu ülkeleri başta olmak üzere ihraç edilmektedir. Dünya peynir ihracatçıları arasında Türkiye 24. sırada olup, ülkemizin 2016 yılı toplam peynir ihracatı 45.732.343 kg'dır (Anonim 2017b). Dünyada 2000'den fazla peynir çeşidinin olduğu bilinmektedir. Fransa'da 350, İtalya'da 200, İspanya'da 50, İsviçre'de 20, Hollanda'da 15 ve Türkiye'de 130'dan fazla peynir çeşidi bulunmaktadır (Kamber 2015). Bu çeşitlilik; peynir yapımında kullanılan sütün elde edildiği hayvan türü (inek, koyun vs. sütlerinden üretilen peynirler), sütün ısıtma işlemi görüp görmemesi (çiğ veya ısıtma işlemi görmüş sütün üretilen peynir), yağ oranı (tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı ve yağsız peynir), pıhtı oluşturma yöntemi (asit ile, enzim ile), peynirin fiziksel yapısı (çok sert, sert ve yumuşak peynir), tuz oranı (tuzlu ve tuzsuz peynir), katkı maddeleri (çeşitli ot ve baharatlar, eritici tuzlar kullanılarak ve küf gelişimi desteklenerek üretilen peynirler) ve olgunlaşma süreleri (taze, yarı olgun ve olgun peynir) gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Üçüncü 2004; Durlu-Özkaya ve Gün 2007). Ülkemizde başta beyaz peynir, kaşar peyniri ve tulum peyniri olmak üzere birçok peynir çeşidi üretilmekte olup, bunlar arasında en çok beyaz peynir üretilip tüketilmektedir.

Peynirin tek başına beslenme değeri yüksek bir süt ürünü olmanın ötesinde fonksiyonel bir gıda formuna dönüştürülmesine yönelik bilimsel ve teknolojik girişimlerde artış kaydedilmektedir (Özer ve Hayaloğlu 2011). Konu ile ilgili araştırmalar yüksek kalitede peynir üretiminden ziyade daha çok peynirin fonksiyonel gıda olarak ticarileşmesine dayanmaktadır. Hazır gıdaları yoğun olarak tüketen bireylerin sağlıklarını kontrol altında tutma isteklerinden dolayı, dünyanın en hızlı gelişen pazarlarından biri fonksiyonel gıda pazarı olmuştur (Akalin 2011).

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin öğelerini karşılayan yanı sıra insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle

hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Güven ve Gülmez 2006). Üretiminde probiyotik mikroorganizmaların kullanıldığı gıdalar, fonksiyonel gıda kategorisinde yer almaktadır. Fonksiyonel gıda bileşenleri olarak değerlendirilen probiyotik mikroorganizmaların insan mide-bağırsak sistemi açısından önemli olumlu etkileri bulunmaktadır. Probiyotiklerin sağlığa yararlı etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar, probiyotik bakterilerin farklı nedenlere bağlı bağırsak rahatsızlıkları, *Helicobacter pylori* kaynaklı mide rahatsızlıkları, laktoz intolerans, kolon kanseri, alerjik reaksiyonlar ve yüksek kolesterol seviyeleri gibi çeşitli rahatsızlıklar üzerinde iyileştirici etkilere sahip olduklarını ortaya koymuştur (Alp ve Aslım 2009; Gürsoy ve Kınık 2006).

Süt ve süt ürünleri, probiyotik mikroorganizmaların bağırsak sistemine taşınması için uygun ortam sağlayabilen gıda maddeleridir. Laktobasiller ve Bifidobakteriler probiyotik süt ve süt ürünleri pazarında en çok kullanılan mikroorganizmalardır (Seçkin ve Baladura 2011). Probiyotik süt ürünleri üzerine yapılan çalışmalar, daha çok yoğurt gibi fermente ürünler üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak bu ürünler kısa raf ömürlüdür. Söz konusu ürünlere kıyasla raf ömrü daha uzun olan peynirin probiyotik mikroorganizmalarla özellikle de probiyotik bakterilerle zenginleştirilmesi konusu, peynirin kalitesinin ve sağlık üzerine olumlu etkilerinin geliştirilmesi için potansiyel sağlamaktadır (Gürsoy ve Kınık 2005). Bununla birlikte peynir üretiminde kullanılacak probiyotik mikroorganizmalar; peynirin kalite özellikleri üzerine olumsuz etki göstermemeli ve peynirin raf ömrü süresince canlılıklarını yeterli düzeyde korumalıdır (Gürsoy ve Kınık 2006).

Konu ile ilgili yapılan literatür taraması sonucu elde edinilen bilgiler ışığında değerlendirme yapılarak planlanan bu tez çalışmasında; probiyotik bakterilerin, üretiminde kullanılan beyaz peynirin bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması ve aynı zamanda salamurada ve vakum paket içerisinde depolanan beyaz peynirlerdeki probiyotik bakterilerin canlılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Peynirin Tanımı

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne (Tebliğ No:2015/6) göre peynir; “Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünlerini ifade eder.” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 2015).

Temel süt ürünlerinden olan peynir, sağlık üzerine önemli katkılarından dolayı sağlıklı bir diyetin vazgeçilmez unsurları arasında yer almaktadır (Akalin 2011). Peynirin beslenme fizyolojisi açısından asıl önemi, biyolojik değeri son derece yüksek protein içeriğinden kaynaklanmaktadır. Çeşidine göre değişmekle birlikte, özellikle az yağlı sert ve yarı sert peynirlerin protein miktarları (%10-35), et (~%20) ve yumurtanın (~%13) protein miktarlarından belirgin düzeyde yüksektir. Bu nedenle peynir, proteince zengin gıdalar arasında önemli yere sahiptir (Üçüncü 2004).

Peynirin önemini arttıran bir diğer besin ögesi de süt yağıdır. Esansiyel yağ asitlerini ve yağda çözünen vitaminleri içermesi, peynirin yapısını düzeltici rol oynaması ve lezzetini geliştirmesi de süt yağının önemini arttırmaktadır (Üçüncü 2004; Çelik ve Uysal 2009).

Peynirde bulunan mineral maddeler açısından kalsiyum ve fosfor önem arz etmektedir. Peynirin A vitamini ve başta B₁₂ vitamini olmak üzere B grubu vitaminleri açısından önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir (Üçüncü 2004).

Türkiye’de 130’den daha fazla peynir çeşidi bulunmakta olup, bunlar arasında en fazla üretimi ve tüketimi olan peynir çeşidi beyaz peynirdir (Üçüncü 2004; Kamber 2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre beyaz peynir, “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 (Anonim 2015). Ayrıca beyaz peynir; Teneke peyniri, Edirne peyniri ve salamura peyniri olarak da bilinmektedir (Kamber 2015). Beyaz peynir benzeri ürünler Yunanistan’da Feta, Bulgaristan’da Bjalo Salamureno Sirene, Romanya’da Teleme, Mısır’da Domiati, İsrail’de Brinza ve Amerika Birleşik Devletleri’nde Ouesto Blanco gibi dünyanın birçok ülkesinde farklı isimlerle üretilip tüketilmektedir (Hayaloğlu vd. 2002).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre kurumaddede yağ oranı bakımından beyaz peynir; tam yağlı (kurumaddede en az %45), yağlı (kurumaddede %30-44), yarım yağlı (kurumaddede %20-29 yağ), yağsız (kurumaddede <%20 yağ) peynir olmak üzere 4 farklı sınıfa ayrılmıştır. Ayrıca söz konusu tebliğde beyaz peynirde kurumaddede tuz

oranı en fazla %7.5, nem miktarının ise en çok %60 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2015).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde en fazla tercih edilen süt ürünlerinden biri olması ve yüksek beslenme değeri nedenleriyle peynir üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmı peynirin fonksiyonel bir gıda haline dönüştürülmesine yönelik olmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin yanında insan sağlığına yararlı gıdalar olarak kabul edilmektedir. Fonksiyonel gıdalar içerisinde kritik öneme sahip olan fonksiyonel süt ürünlerinin önemli bir kısmını probiyotik süt ürünleri oluşturmaktadır (Akalın 2011).

2.2. Probiyotikler

Yunanca kökenli olup “yaşam için” anlamına gelen ‘Probiyotik’ terimini ilk olarak 1954 yılında Ferdinand Vergin, antibiyotiklerin ve diğer antimikrobiyal maddelerin flora üzerindeki zararlı etkileri ile patojen olmayan bakterilerin (Probiotika) faydalı etkilerini karşılaştırdığı “Anti-und Probiotika” başlıklı makalesinde kullanmıştır (Gomes vd. 1999; Corthier 2004). Probiyotikler hakkında birbirine benzeyen birçok tanım bulunmaktadır. Probiyotiklerin en çok kabul gören tanımı Roy Fuller tarafından 1989 yılında “tüketici sağlığına, bireylerin bağırsak mikrobiyal dengesini koruyarak veya geliştirerek yararlı olan canlı mikrobiyal gıda katkılarıdır” şeklinde yapılmıştır (Fuller 1989). Bu tanım daha sonraki zamanlarda “insan ve hayvanların sağlığını geliştirmek için tasarlanan gıda, yem ya da besinsel katkılardaki canlı mikrobiyal preparatlar” olarak değiştirilmiş olup günümüzde de geçerliliğini korumaktadır (Ouweland vd. 2002). Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü (FAO) ise bu terimi “Yeterli miktarda verildiğinde, konakçıya sağlık açısından yarar sağlayan canlı mikroorganizmalar” şeklinde belirtmiştir (Corthier 2004). Türk Gıda Kodeksi’nde probiyotik bakteri, “Besinlerle alınan ve belirli miktarda alındığında bağırsak florasını dengeleyip konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2006b).

Probiyotiklere olan ilgi 20. yüzyılın başlarında Rus bilim adamı Metchnikoff’un daha uzun bir yaşam için laktobasilleri içeren fermente süt ürünlerinin tüketimini tavsiye etmesiyle başlamıştır (Bakırcı ve Kavaz 2006). Metchnikoff, Bulgar köylülerinin sağlıklı ve uzun ömürlü olmalarını yoğurt tüketmeleri sonucu aldıkları laktik asit bakterileri ile ilişkilendirmiş ve faydalı mikroorganizmalara dikkat çekerek ilk kez probiyotik kavramını öne sürmüştür (Vural ve Çelen 2005).

Yaşamları boyunca bireylerin bağırsağında birtakım mikrobiyal değişiklikler olmaktadır. Yeni doğan bebeklerin bağırsakları tamamen sterildir; ancak doğumdan hemen sonra çeşitli mikroorganizmaların kolonizasyonu başlamaktadır. Doğumdan sonraki birinci ve ikinci günlerde bebeklerin dışkılarında koliformlar, enterokoklar, klostridialar ve laktobasiller mevcut iken; üç veya dört gün içinde, bifidobakteriler kolonileşmeye başlamakta ve beşinci günde baskın hale gelmektedir (Araújo vd. 2012). Mikrofloranın bileşimi stres, yaşlanma, hastalıklar, antimikrobiyal maddelerin varlığı ve kötü beslenme gibi faktörlerin etkisiyle değişmektedir ve bu durum yararlı bakterilerin azalmasına, potansiyel olarak zararlı bakterilerin artmasına neden olabilmektedir. Bağırsaklardaki bu dengenin bozulması sonucunda hazımsızlık, gastrit, ülser, kabızlık, ishal ve bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi birçok rahatsızlık meydana gelmektedir (Holzapfel vd. 1998).

Bireylerin sağlık durumları mide-bağırsak florası ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle bağırsak florasının dengesinin düzenlenmesine yardımcı olmak, yararlı mikroorganizmaların sayısının artmasını teşvik etmek, zararlı bakterileri azaltmak ve vücudun doğal savunma mekanizmalarını güçlendirmek için probiyotik mikroorganizmalar insan diyetine eklenebilmektedir (Araújo vd. 2012). Probiyotik mikroorganizmalar ürettikleri maddeler yardımıyla gıdaların sindirimine, vücutta vitamin üretimine ve zararlı mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların önlenmesine yardımcı olmakta, böylece bağırsak florasının doğal dengesini korumaktadır (Holzapfel vd. 1998).

Çeşitli gıdaların üretiminde probiyotik mikroorganizmalar kullanılmakta ve bu probiyotik gıdaların tüketilmesi ile gastrointestinal dengenin korunarak bağırsak sağlığının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Probiyotik gıdalar arasında probiyotik süt ürünleri önemli bir yer tutmaktadır. Probiyotik mikroorganizmalar kullanılarak fonksiyonel bir fermente süt ürününün üretilmiş olduğundan bahsedilebilmesi için probiyotik özellikleri kanıtlanmış, toksin üretmeyen ve vücuda alındıklarında sağlığa zarar vermeyen, GRAS (Generally Regarded As Safe- Genel olarak güvenilir ve zararsız kabul edilen) statüsündeki mikroorganizmaların kullanılması gerekmektedir (Stanton vd. 1998).

Probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmalarda bulunması gereken özellikler:

- Söz konusu mikroorganizma bilimsel literatürde rapor edilmiş olmalıdır.
- Tüketilmesi güvenli olmalıdır, insan ve hayvanda yan etki oluşturmamalıdır.
- Gastrointestinal sisteminde probiyotik etkinin oluşabilmesi için kullanılan suşlar mide asitliğine ve safra tuzlarına karşı dirençli olmalıdır.
- Gastrointestinal bölgede kolonize olarak bu bölgede mikroorganizmaların dengesini yönetici role sahip olmalıdır.
- Doğal antibiyotik etkisine sahip olarak patojenleri inhibe etmelidir.
- Ticari üretimde kullanılmaya elverişli olmalıdır.
- Sağlığı destekleyici olduğuna dair açık ve net kanıtlar olmalıdır.
- Antibiyotiklere dirençli olmalıdır.
- Antimikrobiyal madde üretebilmelidir.
- Son tüketim tarihine kadar ve kullanım süresince canlılığını koruyabilmelidir.
- Üretiminde kullanıldığı üründe, ürünün bileşimi, tekstürü ve duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilememesi gerekmektedir (Özden 2005; Gürsoy ve Kınık 2006; Ceyhan ve Alıç 2012).

Probiyotik mikroorganizmaların etki mekanizmalarının; antimikrobiyal bileşikler üretilen besin elementleri ve kolonizasyon bölgesi için rekabet ederek patojen ve zararlı mikroorganizmaların sayılarını azaltmak, sindirim sistemini teşvik eden enzimlerin üretimi (örneğin; laktaz), amonyak, amin veya toksik enzimlerin üretiminin azaltılması ve bağırsak duvarının fonksiyonlarının iyileştirilmesi ile mikrobiyal metabolizmayı (enzimatik aktiviteyi) değiştirmek, antikor düzeyinin ve makrofaj aktivitesinin artırılması ile bağışıklık sistemini iyileştirmek olduğu ifade edilmektedir (Alp ve Aslım 2009). Probiyotiklerin bağırsak fizyolojisi üzerine doğrudan veya dolaylı etkide bulunarak bağışıklık sistemini uyardığı ve konakçının ağız ve sindirim sistemi dahil üst solunum yolu ve ürogenital sistem mukozal yüzeyini etkileyerek sağlığı geliştirici ve hastalık riskini azaltıcı potansiyel etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Alp ve Aslım 2009; Yeşilova vd. 2010).

Probiyotik mikroorganizmaların, laktoz intoleransı ve kabızlık semptomlarının hafifletilmesi, çeşitli tip diyarelerin önlenmesi ve tedavisi, immün sistemin düzenlenmesi, antitümör ve antikanserojen etkisi, enterik patojenlere karşı direnç, alerjik semptomlarının azaltılması, kan lipidleri ve kalp hastalıkları tedavisi, hipertansiyonu önleyici etkisi gibi özellikleri bulunduğu ve ürogenital enfeksiyonlar, *Helicobacter pylori* kaynaklı enfeksiyonlar ve hepatik ensefalopati gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde yararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Karahan ve Güvener 1999; Yeşilova vd. 2010; Ceyhan ve Alıç 2012).

Probiyotiklerin sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmesi için, üretiminde kullanılan ürünün tüketimi sırasında probiyotik mikroorganizmaların yeterli miktarda vücuda alınması, canlılıklarını koruması ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olması gerekmektedir (Gürsoy ve Kınık 2006). Ancak bazen probiyotik gıdaların tüketimi sırasında vücuda yeterli sayıda canlı probiyotik mikroorganizma alınamamaktadır. Probiyotik gıdanın üretimi ve depolanması sırasında probiyotik mikroorganizma türü, ortamın pH'sı, hidrojen peroksit ve çözünmüş oksijen varlığı, laktik asit ve asetik asit gibi bazı metabolitlerin konsantrasyonu, aşılama miktarı, inkübasyon sıcaklığı, fermantasyon süresi ve depolama sıcaklığı gibi çeşitli faktörler probiyotik mikroorganizmaların canlılıklarını etkilemektedir (Donkor vd. 2006; Akan ve Kınık 2015). Probiyotiklerin fizyolojik etkinliği doza bağlı olduğundan satışa sunulacak ürünlerde canlı probiyotik mikroorganizma sayısı özel önem gerektiren bir husus olup ürünlerde probiyotik bakterilerin en az 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde bulunması gerektiği belirtilmektedir (Gürsoy ve Kınık 2006). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne göre probiyotik gıda, içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda (10^6 kob/g) canlı probiyotik mikroorganizma bulundurmak zorundadır (Anonim 2006b). Bu bakımdan probiyotik mikroorganizmaların gıdanın depolama ya da olgunlaşma periyodu boyunca canlılıklarını sürdürebilmeleri önemlidir. Tüketici üzerindeki beklenen yararlı etkiyi gösterebilmeleri için günlük probiyotik mikroorganizmaların minimum dozu 10^8 - 10^9 probiyotik kob/ml veya kob/g olarak kabul edilmekte olup, bu da günde 10^6 - 10^7 kob/ml veya kob/g içeren 100 g'lık bir ürünün alımına karşılık gelmektedir (Gomes ve Malcata 1999; Lourens-Hattingh ve Viljoen 2001).

Günümüzde mevcut olan probiyotik ürünler bir ya da birden fazla probiyotik mikroorganizma içerebilmektedir (Barrett vd. 2011). Probiyotik olarak en yaygın kullanılan mikroorganizmalar *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*,

Pediococcus ve *Bifidobacterium*'dur. Bunların dışında probiyotik olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar ise *Bacillus*, *Saccharomyces* ve *Aspergillus*'tur (Tannock 1997). Süt ürünlerinin üretiminde birçok probiyotik mikroorganizma kullanılmakla birlikte *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* fermente süt ürünleri üretiminde en çok kullanılan probiyotik bakterilerdir (Özden 2005).

2.2.1. *Lactobacillus acidophilus*

L. acidophilus, 1900 yılında Moro isimli bir araştırmacı tarafından anne sütüyle beslenen bebeklerin dışkılarından izole edilmiş olup, Orla-Jensen ve Winther tarafından 1936'da "*Thermobacterium intestinale*" olarak adlandırılmıştır. *L. acidophilus* olarak ise Hansen ve Morquot tarafından 1970 yılında resmen kabul edilmiştir (Kılıç 2008).

L. acidophilus; gram pozitif, katalaz negatif, spor oluşturmeyen, çubuk veya kokobasil şekilli, anaerob veya fakültatif anaerob, hareketsiz bir bakteridir (Gomes ve Malcata 1999). Optimum gelişme sıcaklığı 35-38°C olan *L. acidophilus*, 45-48°C üzerindeki ve 15-22°C altındaki sıcaklık değerlerinde gelişmemektedir. Optimum pH aralığı 5.5-6.0 arasındadır. Homofermantatif bir bakteri olup, konakçı sağlığı açısından potansiyel ve besinsel yararı olan laktik asidi (DL formunda) %0.3-1.9 oranlarında üretebilmektedir. Bu bakteri gelişimi için düşük oksijene, fermente edilebilir karbonhidratlara, proteinlere ve parçalanma ürünlerine, çok sayıda B vitamini kompleksine, nükleik asitlere, doymamış yağ asitlerine ve magnezyum, demir ve manganez gibi mineral maddelere ihtiyaç duymaktadır (Gomes ve Malcata 1999). *L. acidophilus*; amigdalın, sellobiyoz, früktoz, laktoz, salisin, glukoz, galaktoz, mannoz, trehaloz, sukroz, esculin ve maltozu fermente edebilmektedir (Özbaş 1993).

L. acidophilus; üretmiş olduğu organik asitler (laktik asit, asetik asit vb.), H₂O₂ ve antibiyotik maddelerden (lactocidin, acidofilin, acidolin, lactosin B) dolayı antimikrobiyal etkiye sahiptir. Bu özelliği nedeniyle bağırsak enfeksiyonu ve hastalıkları kontrol altına alınabilmekte ve antibiyotik tedavisi sonrası ortaya çıkabilecek olumsuzluklar giderilebilmektedir. *L. acidophilus* safra asitlerine karşı dirençli olup, fekal *Escherichia coli* suşları ile diğer bağırsak patojenlerine karşı kuvvetli bir antimikrobiyal etki göstermektedir (Uzun 2006).

2.2.2. *Bifidobacterium bifidum*

Bifidobakteriler, ilk olarak 1899-1900 yılları arasında Henry Tissier adlı araştırmacı tarafından anne sütüyle beslenen bebeklerin dışkılarından izole edilmiş olup, *Bacillus bifidus communis* olarak isimlendirilmiştir. Castellini ve Chalmers 1919 yılında *Bacterium bifidus* olarak isimlendirilmiş olup, bu isim sonraki yıllarda *Lactobacillus bifidus* olarak değiştirilmiştir. Denhart tarafından yapılan çalışmalar sonucunda laktobasillerden farklı oldukları belirlenmiş ve bu bakteriler *Bifidobacterium* spp. olarak kabul edilmiştir (Kılıç 2008).

Çubuk şeklinde, gaz üretmeyen ve anaerobik olan bifidobakteriler; kısa, kıvrık çubuklar ve çatallı Y-şekilli çubuklar gibi çeşitli şekillere sahiptir. *Bifidobacterium* cinsinin 30 civarında türü mevcut olup, bunlardan *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium catenulatum*, *Bifidobacterium breva* ve *Bifidobacterium*

pseudocatenulatum'un da araların yer aldığı 10 kadar türü insan kaynaklıdır. Diğer türleri ise hayvan bağırsak sistemi, rumen, atık su ve fermente sütlerden izole edilmiştir (Gomes ve Malcata 1999). Bifidobakteriler; gram pozitif, spor oluşturmeyen, hareket etmeyen, sakarolitik ve zorunlu anaeroblardır. Bu bakteriler gastrointestinal sistem geçişi sırasında bireyler tarafından sindirilemeyen karmaşık karbonhidrat dizisinden yararlanabilmektedir (Barrett vd. 2011). Bifidobakterilerin optimum gelişme sıcaklıkları 37-41°C olup, 43-45°C üzerindeki ve 25-28°C altındaki sıcaklık değerlerinde gelişmemektedir. Bu bakterilerin gelişimleri için gerekli optimum pH aralığı 6.0–7.0 arasındadır ve pH 4.5-5.0 veya altındaki pH değerlerinde ve pH 8.0-8.5 veya üzerindeki pH değerlerinde gelişimleri yavaşlamaktadır (Gomes ve Malcata 1999).

Yapılan çalışmalarda probiyotik bakterilerin *Salmonella typhimurium*, *Clostridium difficile*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* ve *Shigella* spp. gibi patojen bakteriler üzerinde inhibisyon etkisine sahip olduğu belirlenmiştir. Bifidobakterilerin antimikrobiyal etkisi, üretmiş oldukları asetik asit ve laktik asitten kaynaklanmaktadır. Asetik asit, laktik aside oranla gram negatif bakterilere karşı daha güçlü antagonistik etkiye sahiptir. Bifidobakteriler asetik asit ve laktik asit üreterek bağırsak içi pH'sını da kontrol altında tutarak patojenlerin kolonizasyonunu engellemektedir (Uzun 2006; Alp ve Aslım 2009). Ayrıca bifidobakterilerin; bağışıklık sisteminin ve antibiyotik tedavisi sonrası bağırsak florasının düzenlenmesi, farklı nedenlere bağlı diyarelerin hafifletilmesi, kolesterol düzeylerinin azaltılması, vitaminlerin üretilmesi ve laktoz intoleransının hafifletilmesi gibi birçok etkisinin olduğu bilinmektedir. Belirlenen bu olumlu etkilerinden dolayı bifidobakteriler çeşitli fonksiyonel gıdaların özellikle de fermente sütleri, dondurma, yoğurt dondurması ve peynir gibi birçok süt ürününün üretilmesinde kullanılmaktadır (Mc Brearty vd. 2001; Özden 2005).

Fermente gıdalardaki bifidobakterilerin canlılığını etkileyen faktörler temel olarak; asitlik, pH, depolama sıcaklığı, oksijen içeriği ve laktik asit ve asetik asit konsantrasyonlarıdır. Genellikle, bifidobakteriler fermente süt ürünlerinde zayıf bir yaşama kabiliyetine sahiptir. Çoğalmaları için optimum şartlar dikkate alındığında, bifidobakterilerin gelişmesi için peynir, diğer süt ürünlerinden daha uygun bir ortam oluşturmaktadır (Mc Brearty vd. 2001).

2.3. Probiyotik Peynir

Probiyotik mikroorganizmaların taşıyıcısı olarak kullanılan en popüler gıda grubu, yoğurt ve benzeri fermente süt ürünleri gibi gıdalar ya da yeterli sayıda canlı probiyotik mikroorganizma içeren fermente olmayan gıdalardır (Gürsoy ve Kınık 2005). Peynir, probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılığını koruyabilmesi açısından uygun bir taşıyıcı olarak değerlendirilmektedir. Peynir diğer süt ürünlerine göre daha düşük oksijen seviyesi, daha yüksek pH değeri ve yağ içeriğine sahip olup, probiyotik mikroorganizmaların sindirim sistemi boyunca geçişi sırasında koruyucu bir matriks olarak görev yapmaktadır (Kasımoğlu vd. 2004; Kalavrouzioti vd. 2005; Karimi 2011).

Peynir üretiminde kullanılan probiyotik bakterilerin etkinliği; üretimlerde kullanılan probiyotik bakterilerinin türü ve aktivitesi, peynir bileşimi, üretim ve olgunlaşma koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Gürsoy ve Kınık 2005). Konu ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda, probiyotik bakterilerin birçok peynir çeşidinin üretiminde başarıyla kullanılabileceği gösterilmiştir.

Peynir üretiminde probiyotik starter kültürlerin kullanılması, sadece peynirin sağlık üzerine olumlu etkisini arttırmak ve kalitesini iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda probiyotik ürünlerin çeşitliliğini de artıracak potansiyel sağlamaktadır (Araújo vd. 2012).

Yılmaztekin vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, *Bifidobacterium bifidum* BB-02 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 probiyotik bakterilerinin üretiminde kullanıldığı salamura beyaz peynirin 90 günlük depolama süresince mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Üretimde %2.5 ve %5.0 olmak üzere iki farklı oranda probiyotik bakteri kullanılarak üretilen peynirler ile probiyotik bakteri ilave edilmeden üretilen kontrol peynirin bazı özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre %5 oranında probiyotik bakteri içeren peynirde proteoliz olayının daha hızlı gerçekleştiği ve bu peynirin suda çözünür azot, protein olmayan azot, proteoz-pepton azotu ve tirozin değerlerinin kontrol peyniri ve %2.5 oranında probiyotik bakteri içeren peynir örneğine göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Depolama periyodu sonundaki olgunlaşma değerleri; %5 oranında probiyotik bakteri içeren peynirde %28.3, %2.5 oranında probiyotik bakteri içeren peynirde %24.9 ve kontrol peynirinde %23.6 olarak saptanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre %2.5 ve %5.0 oranında *L. acidophilus* LA-5 içeren peynirlerin probiyotik bakteri sayısı depolamanın 1. gününde sırasıyla 4.4×10^8 ve 9.8×10^8 kob/g iken, 90. günün sonunda peynirlerde probiyotik bakteri sayısının sırasıyla 2.0×10^6 ve 9.0×10^6 kob/g değerlerine ulaştığı; %2.5 ve %5.0 oranında *B. bifidum* BB-02 içeren peynirlerin probiyotik bakteri sayısı depolamanın 1. gününde sırasıyla 7.0×10^8 ve 1.2×10^9 kob/g iken, 90. günün sonunda peynirlerde probiyotik bakteri sayısının sırasıyla 4.0×10^6 ve 1.1×10^6 kob/g değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Kasımoğlu vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada salamurada ve vakum paket içerisinde depolanan peynirlerdeki *Lactobacillus acidophilus* 593N'nin canlılığı ve *L. acidophilus* 593N'nin beyaz peynirinin kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* içeren kontrol grubu peynir ve *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ile *L. acidophilus* 593N içeren probiyotik peynir üretilmiş olup, peynir örnekleri vakum pakette ve %13 NaCl içeren salamura ile birlikte teneke kutularda 4°C'de 90 gün boyunca depolanmıştır. Vakum paket içerisinde ve salamura içerisinde depolanan probiyotik peynirlerin içerdiği *L. acidophilus* 593N sayısının depolamanın 7. gününde 10^9 - 10^{10} kob/g iken, depolama süresinin sonunda 1.0×10^6 kob/g'ın altına düşmediği gözlemlenmiştir. Vakum paketli probiyotik peynirde bulunan *L. acidophilus* 593N sayısının, salamura içerisinde depolanan peynirde bulunan *L. acidophilus* 593N sayısından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre probiyotik peynirler arasında vakum paketli peynirlerin kabul edilebilirlik derecesinin salamura ile birlikte teneke kutularda depolanan peynirlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda probiyotik beyaz peynir üretiminde *L. acidophilus* 593N kullanımının uygun olduğu, probiyotik peynir üretiminde kısa olgunlaşma süresi ve vakum paketlemenin tercih edilebileceği değerlendirilmiştir.

Kılıç vd. (2009) *Lactobacillus fermentum* AB5-18, *Lactobacillus fermentum* AK4-120, *Lactobacillus plantarum* AB16-65 ve *Lactobacillus plantarum* AC18-82 suşlarını kullanarak beyaz peynir üretilen peynir örneklerinde probiyotik bakterilerin canlılıklarını araştırmışlardır. Çalışmada birinci grup peynir örnekleri *L. fermentum* AB5-18, *L. fermentum* AK4-120, *L. plantarum* AB16-65 ve *L. plantarum*

AC18-82'den oluşan probiyotik bakteri karışımı kullanılarak; ikinci grup (kontrol grubu) peynir örnekleri *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* bakterileri kullanılarak, üçüncü grup peynir örnekleri ise eşit miktarlarda probiyotik bakteri karışımı ve *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* bakterileri kullanılarak üretilmiştir. Peynirler 4°C'de 120 gün süresince depolanmış ve depolamanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde peynir örneklerinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Birinci grup peynir örneklerinde bulunan laktobasil sayısı depolamanın 1. gününde 1.0×10^8 kob/g iken, depolamanın 120. gününde 7.4×10^7 kob/g; laktokok sayısı depolamanın 1. gününde 1.0×10^8 kob/g iken, depolama süresi sonunda 1.60×10^8 kob/g olarak belirlenmiştir. Üçüncü grup peynir örneklerinde bulunan laktobasil sayısının 90 gün boyunca 1.0×10^8 kob/g seviyelerinde olduğu, 90 günden sonra azalış göstererek 120. günde 5.0×10^5 kob/g değerine düştüğü; laktokok sayısının ise depolamanın ilk gününde 1.0×10^8 kob/g ve depolama süresi sonunda 1.81×10^8 kob/g olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışmadaki probiyotik bakterilerin, kalitesine olumsuz etki etmeden peynir üretiminde kullanılabildiği değerlendirilmiştir.

Yangılar ve Özdemir (2013) tarafından yapılan bir çalışmada; beyaz peynir üretiminde A grubu peynir *Lactococcus lactis* ve *Lactococcus cremoris*'den oluşan ticari peynir starter kültürü kullanılarak, B grubu peynir *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ve ticari peynir starter kültürü kullanılarak, C grubu peynir *Bifidobacterium bifidum* BB-12, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve ticari peynir starter kültür kullanılarak, D grubu peynir *B. bifidum* BB-12 ve ticari peynir starter kültür kullanılarak ve E grubu peynir *Bifidobacterium longum* ve ticari peynir starter kültür kullanılarak olmak üzere beş farklı grup peynir üretilmiştir. Peynirler 4°C'de 60 gün süresince depolanmış ve peynirlerde depolamanın 2., 15., 30. ve 60. günlerinde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Peynirlerin üretimi sırasında probiyotik bakterilerin canlılığını yeterli düzeyde koruyabildiği, depolama sonunda peynirlerde probiyotik bakteri sayısının 1.0×10^6 kob/g'dan yüksek olduğu; ancak peynir örneklerindeki bifidobakteri sayısında 1 log, C grubu peynirlerdeki *L. acidophilus* LA-5'in sayısında ise 3 log azalma olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, probiyotik bakterilerin tek başlarına ya da ticari peynir starter kültürleri ile birlikte beyaz peynir üretiminde başarıyla kullanılabileceği belirtilmiştir.

Gürsoy vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada peynir starter kültürü ile *Bifidobacterium longum* kullanılarak beyaz peynir üretilmiş ve 4°C'de 90 gün depolama süresince beyaz peynirin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre peynir örneklerinde 90 günlük depolama sonunda *B. longum* sayısının 1.0×10^7 kob/g'dan yüksek olduğu saptanmıştır. *B. longum*'un canlılığını sürdürmesinde beyaz peynirin uygun bir gıda olduğu ve bu bakterinin peynir bileşimi üzerine olumsuz etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir.

Cárdenas vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada insan sütünden izole edilen *Lactobacillus salivarius* CECT5713 ve *Lactobacillus salivarius* PS2 suşları kullanılarak peynir üretilmiş ve 4°C'de 28 gün depolama periyodu süresince peynirde *L. salivarius*'un canlılığı ile peynirin uçucu bileşik profili, tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Peynir örneklerinde üretim sonrası *L. salivarius* CECT5713 ve *L. salivarius* PS2 sayıları sırasıyla 8.1 ve 7.9 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 21. gününden sonra peynir örneklerindeki probiyotik bakterilerin her ikisinin de sayısında azalma olduğu, depolamanın 28. günü sonunda ise peynirlerde bulunan *L. salivarius* CECT5713 ve *L.*

salivarius PS2 sayılarının sırasıyla 6.7 ve 6.6 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. *L. salivarius* suşlarının peynirin bileşimi, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine olumsuz etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Chaves ve Gigante (2016) tarafından yapılan bir çalışmada üretimlerinde sadece peynir starter kültürü kullanılan kontrol grubu peynirler ve üretimlerinde peynir starter kültürü ile *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium bacterium* BB-12 suşlarının birlikte ve ayrı ayrı kullanıldığı peynirler olmak üzere dört farklı peynir üretilmiş, 12°C’de 60 gün depolama süresince peynirlerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Üretiminde peynir starter kültürü ile ayrı ayrı ve birlikte probiyotik bakteri suşlarının kullanılmasının peynirin karakteristik özelliklerini etkilemediği saptanmıştır. Probiyotik bakterilerin peynirde depolama süresince proteoliz düzeyinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yapılan mikrobiyolojik sayım sonuçlarına göre üretiminde probiyotik bakteri kullanılan örneklerin 1.0×10^6 kob/g’den daha yüksek sayıda probiyotik bakteri içerdiği bulunmuştur.

Cuffia vd. (2017) 10^7 kob/g’den daha yüksek seviyede probiyotik bakteri içeren pasta filata tipi peynir (Fior di Latte) elde edebilmek amacıyla yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus rhamnosus* GG kullanılarak probiyotik peynir ve probiyotik bakteri içermeyen kontrol grubu peynir olmak üzere iki grup peynir üreterek, vakum paket içinde 4°C’de 15 gün depolamışlardır. Depolama süresince ve gastrointestinal sistem boyunca *L. rhamnosus* GG’nin canlılığı incelenmiştir. Probiyotik peynirlerde probiyotik bakteri sayısının depolama süresi boyunca 3×10^7 kob/g’ın üzerinde olduğu belirlenmiş ve probiyotik peynirdeki probiyotik bakterinin gastrointestinal sistem şartlarına %60 oranında direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda probiyotik Fior di Latte peynirinin üretilmesinin, fonksiyonel gıda pazarının genişletilmesine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada üretiminde probiyotik bakteri kullanılmayan kontrol peyniri, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, *Lactobacillus rhamnosus* LRB 10 kullanılarak üretilen probiyotik peynir olmak üzere üç farklı Boursin tipi keçi sütü peyniri üretilerek 35 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın ilk ve 35. günlerinde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 kullanılarak üretilen probiyotik peynirlerde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayıları sırasıyla 8.5 log kob/g ve 6.9 log kob/g iken, *L. rhamnosus* LRB 10 kullanılarak üretilen probiyotik peynirlerde *L. rhamnosus* LRB 10 sayıları sırasıyla 8.5 log kob/g ve 8.1 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda Boursin tipi keçi sütü peynirinde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *L. rhamnosus* LRB 10 probiyotik bakterilerinin sayıları 7 log kob/g’den yüksek bulunmuş ve gastrointestinal sistem şartlarında *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12’in *L. rhamnosus* LRB 10’den daha dirençli olduğu saptanmıştır (Martins vd. 2018).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Beyaz peynirlerin üretiminde Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne bağlı Sığır Çiftliği'nden temin edilen inek sütü kullanılmıştır.

3.1.2. Starter kültür

Beyaz peynir starter kültürü (Danisco Choozit RA LYO 50 DCU, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* bakterilerini içermekte) Türker End. Tek. Mak. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye)'den satın alınmıştır.

3.1.3. Probiyotik bakteriler

Lactobacillus acidophilus (DSM 20079) ve *Bifidobacterium bifidum* (DSM 20456) Münih Teknik Üniversitesi Bakteriyoloji Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

3.1.4. Peynir mayası

Peynir mayası olarak %100 kimozen içerikli Maysa Fermente Peynir Mayası (Maysa Gıda San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

3.1.5. Salamura

Beyaz peynirlerin salamurasının hazırlanmasında kullanılan ticari rafine tuz piyasadan temin edilmiştir. Ön olgunlaştırma için %12 (g/L) NaCl ve 2 g/L CaCl₂ içeren salamura, depolama için ise %10 (g/L) NaCl ve 2 g/L CaCl₂ içeren salamura hazırlanmıştır. Salamuralar 85°C de 15 dk pastörize edildikten sonra kullanılmıştır.

3.1.6. Ambalaj materyali

Ambalaj materyali olarak salamura peynirler için Peykap Plastik Ambalaj (Konya, Türkiye)'dan temin edilen, Pyk:500 kodlu, 420 ml'lik polipropilen kaplar kullanılmıştır. Vakum paketler KV-600 model MAP Ünitesinde (Livopak Makine İmalat ve Ticareti, Adapazarı, Türkiye) yapılmıştır. Vakum paketlerin oluşturulmasında poliamid (15µm) ve polietilen (65µm) karışımından oluşan ve oksijen geçirgenliği 8.52 ml/m²/gün ve su buharı geçirgenliği 0.031 (g.mm)/(sa.kPa.m²) olarak belirlenen film kullanılmıştır. Eşit büyüklükte kesilen filmler üst üste konulup cihaza yerleştirilerek dört tarafına, 140°C yapıştırma sıcaklığı ve 5 saniye yapıştırma süresi uygulanmıştır. Filmler, kullanım öncesi steril kabin içerisinde UV sterilizasyona tabi tutulmuştur. Oluşturulan paketlerin bir kenarı kesilerek içerisine peynir kalıbı konulduktan sonra, paket içindeki hava alınarak vakum oluşturulmuş ve tekrar yapıştırma işlemi uygulanmıştır.

3.1.7. Üretimde kullanılan alet ve ekipmanlar

Üretim ve analizler, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

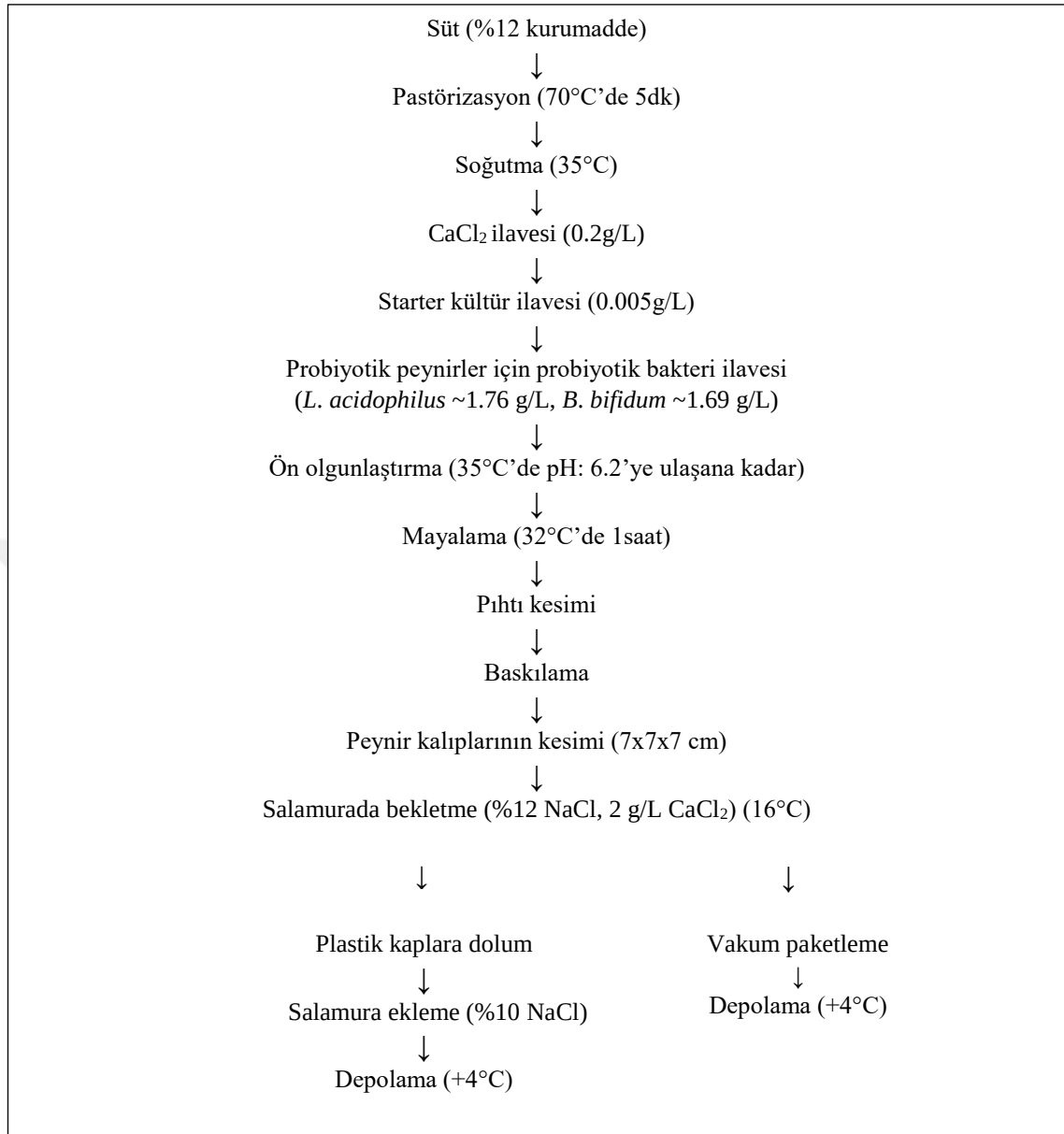
3.2.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılmak üzere probiyotik bakterilerin hazırlanması

Orijinal ampullerinde bulunan saf probiyotik bakteriler (*Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 ve *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456) steril koşullar altında 1'er ml MRS sıvı besiyeri eklenip karıştırıldıktan sonra 250 ml MRS sıvı besiyerine inoküle edilerek 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde karışım, santrifüj (6000 rpm, 5°C, 5 dk) edilmiştir. Santrifüj sonrası santrifüj tüplerinde üstte kalan sıvı kısım döküldükten sonra çöken kısımların üzerine 5 ml Nutrient sıvı besiyeri-gliserin karışımı (0.8 g Nutrient sıvı besiyeri + 30 ml gliserin + 70 ml saf su) ilave edilerek eppendorf tüplerine (1.5 ml'lik) 1 ml olacak şekilde konulmuş ve beyaz peynir üretiminde kullanılmak üzere -80°C'de depolanmıştır.

3.2.2. Beyaz peynir üretimi

Beyaz peynir üretiminde probiyotik bakteri olarak *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ayrı ayrı kullanılmıştır. Çalışmanın kontrol grubunu ise probiyotik bakteri içermeyecek şekilde üretilen beyaz peynir örnekleri oluşturmuştur. Peynir üretim aşamaları Şekil 3.1'de verilmiştir.

Beyaz peynir üretiminde kullanılmak üzere çiğ süt, yağsız süt kurumaddesi süt tozu kullanılarak %12'ye ve yağ oranı %3'e standardize edilerek 70°C'de 5 dakika ısıtma işlemi tabi tutulduktan sonra 35°C'ye soğutulmuştur. CaCl₂, %40'lık sulu çözeltisi hazırlandıktan sonra 20 g CaCl₂/100 litre süt hesabı ile soğutulan süte ilave edilmiştir. Ardından %0.5 (w/v) oranında beyaz peynir starter kültürü eklenmiştir. Probiyotik peynirler için, beyaz peynir starter kültürü ilavesini takiben depolamanın ilk gününde peynirde probiyotik bakteri sayısı en az 10⁸ kob/g olacak şekilde ön denemelerle belirlenen miktarda *L. acidophilus* (~1.76 g/L) ve *B. bifidum* (~1.69 g/L) aşılanan peynir sütü, pH'sı 6.2'ye ulaşınca kadar 35°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda peynir mayası ile 32°C'de 1-1.5 saatte pıhtılaşacak şekilde mayalanmıştır. Oluşan pıhtı, steril pıhtı kesme bıçakları ile 1 cm³ ebadında kesilmiş ve 10-15 dakika kendi haline bırakılmıştır. Kesilen pıhtı, baskı kalıplarının içine yerleştirilen steril cendere bezlerine aktararak baskıya alınmıştır. Baskılama için paslanmaz metalden yapılmış her biri 800 g olan ağırlıklar kullanılmıştır. Toplam 2 saat süresince 30'ar dk aralıklarla ağırlık sayıları arttırılmış ve sonuçta her bir kalıp için 4 ağırlık (4 x 800 g = 3200 g) kullanılmıştır. Her bir kalıp 12 saat baskıda bekletilmiştir. Baskılama işleminden sonra oluşan peynir, steril bıçaklarla 7x7x7 cm ebadında kesilerek 2 g/L CaCl₂ ve %12 (w/v) tuz içeren pastörize salamura içerisinde 16°C'de 3 saat bekletildikten sonra 2 g/L CaCl₂ (w/v) içeren %10 tuz konsantrasyonuna sahip salamura içeren plastik kaplarda ve salamurasız şekilde vakum paket içinde olmak üzere, iki farklı ambalajlama yöntemi kullanılarak 4°C'de 90 gün süresince depolanmıştır. Her bir peynir üretimi için 30 litre süt kullanılmıştır. Çalışma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Beyaz peynir üretim akış şeması

3.3. Analizler

3.3.1. Fizikokimyasal analiz yöntemleri

3.3.1.1. Beyaz peynire işlenen süte yapılan analizler

Üretimlerde kullanılan sütlerin toplam kurumadde değeri ve yağ içeriği Metin (2008)'e göre, protein içeriği ise Anonymous (1990)'da belirtilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Kül içeriği (%) gravimetrik yöntem (Kurt vd. 1993) ile tespit edilmiştir. Süt örneklerinin pH değerleri pH metre (Thermo Scientific Orion 2-Star, Bremen, Germany) kullanılarak, titrasyon asitliği (%) TS 1018 Çiğ Süt Standardında verilen referans metotta belirtilen Soxhlet-Henkel yöntemi (Anonim 2002) ile belirlenmiştir.

3.3.1.2. Beyaz peynir örneklerinde uygulanan analizler

Peynir örneklerinde fizikokimyasal analizler 4°C’de depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde yapılmıştır.

Kurumadde tayini

İçerisinde bir miktar HCl ile yıkanmış kurutulmuş kum ve baget konulan kurutma kapları kapakları yarı açık olarak 102±2°C’de etüvde 1 saat tutulduktan sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir. Darası tespit edildikten sonra kurutma kaplarına homojen hale getirilmiş örneklerden 2-3 g alınıp baget yardımıyla kumla karıştırılarak kabın içinde yayılması sağlanmıştır. Kurutma kapları ağzı açık olacak şekilde 100±2°C’de 1.5-2 saat kadar tutulmuş ve ardından desikatörde soğutularak tartımı alındıktan sonra tekrar etüve yerleştirilmiştir. Toplam 1 saatlik kurutma işleminin ardından kaplar soğutularak tekrar tartılmış ve iki tartım arasındaki fark 0.5 mg oluncaya kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Örneklerin kurumadde oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Anonymous 1982).

$$\text{Kurumadde (\%)} = [(M_1 - M_0) / (M - M_0)] \times 100$$

M_0 = Kap ve kumun kütlesi (dara), g

M = Kurutmadan önceki örnek ile birlikte kabın kütlesi, g

M_1 = Kurutmadan sonra örnek ile kabın kütlesi, g.

Titrasyon asitliği

100 ml hacmindeki erlen içerisine homojen hale getirilmiş örnekten 10 g tartılıp üzerine 40°C’de 105 ml saf su eklenmiştir. Örnek baget yardımıyla iyice ezildikten sonra filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 25 ml alınarak üzerine 2-3 damla %1’lik fenolfitaleyn belirteç çözeltisinden ilave edildikten sonra 0.1 N NaOH çözeltisi ile kaybolmayan hafif pembe renk meydana gelinceye kadar titre edilmiştir. Peynir örneğinin titre edilebilir asitlik derecesi % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Metin 2008).

$$\% \text{ laktik asit} = [(V \times 0.009 \times F) / m] \times 100$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarını (ml)

m = Kullanılan peynir örneği miktarını (g),

F = NaOH’in faktörünü simgelemektedir.

pH tayini

Beyaz peynir örneklerinin pH değeri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 2006a).

Tuz tayini

Peynir örneği (5 g) 60-70°C'deki bir miktar sıcak su yardımıyla iyice ezilerek beyaz peynirdeki tuzun suya geçmesi sağlanmıştır. Sulu kısım balon jojeye aktarılmış, bu işlem 5-6 kez tekrar edilmiştir. Daha sonra balon joje damıtık su ile 500 ml çizgisine tamamlanmıştır. Balon joje içeriği, filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden 25 ml alınarak erlene aktarılmıştır. Süzöntü 0.1 N NaOH ile nötralize edilmiştir. Nötralize edilen süzöntü üzerine 0.5 ml %5'lik potasyum kromat indikatör çözeltisi ilave edilip, 0.1 N gümüş nitrat çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir (Metin 2008).

$$\text{Tuz içeriği (\%)} = [(F \times (V_1 - V_2) \times 0.585) / m]$$

V_1 : Peynir örneği için yapılan titrasyonda harcanan gümüş nitrat çözeltisi miktarı, ml

V_2 : Tanık çözelti için harcanan gümüş nitrat çözeltisi miktarı, ml

F: AgNO_3 çözeltisinin faktörü

m: Titre edilen peynir miktarı, g.

Yağ tayini

Bütirometre beherciğine 0.005 g duyarlılıkta 3 g beyaz peynir örneği tartılarak bütirometrenin alt kısmına yerleştirilmiştir. Üst kısmından yoğunluğu 1.52 g/ml olan H_2SO_4 'ten 10 ml konulduktan sonra bütirometre yaklaşık 65-70°C'lik su banyosunda ara sıra alt üst edilerek beyaz peynirin tamamen erimesi sağlanmıştır. Beyaz peynir tamamen eridikten sonra 1 ml amil alkol eklenip, hafifçe çalkalanmıştır. Daha sonra bütirometrenin boynundaki skalada 35 çizgisine kadar H_2SO_4 ilave edilip ve bütirometre 65-70°C'deki su banyosunda 5 dk daha bekletilmiştir. Bütirometreler karşılıklı gelecek şekilde santrifüje yerleştirilip 10 dakika 1000-1200 devir/dakika santrifüj edilmiştir. İşlem sonunda bütirometreler 65-70°C'deki su banyosuna alınıp 4-5 dakika bekletildikten sonra bütirometre skalasından direkt olarak % yağ oranı okunmuştur (Kurt 1993).

Protein içeriği

Toplam protein miktarının belirlenmesi için Kjeldahl yakma tüplerine 1 g örnek tartılıp üzerine 10 ml H_2SO_4 ve 1 adet bileşiminde 3.5 g K_2SO_4 ve 0.0035 g selenyum içeren katalizör tablet ilave edilmiştir. Tüpler Kjeldahl yakma düzeneğine yerleştirilerek kademeli olarak yakılmıştır. Bu amaçla yakma ünitesinin sıcaklığı 120°C'ye çıkartılıp 30 dakika bekletildikten sonra sıcaklık 250°C'ye yükseltilerek 30 dakika daha tutulmuştur. Son olarak yakma ünitesinin sıcaklığı 400°C'ye çıkartılarak örnekler saydam hale gelinceye kadar yakılmıştır. Yanmış örnekler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra üzerine 50 ml destile su eklenip Kjeldahl distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Distilasyon ünitesinde örneğin üzerine 40 ml %40'lık NaOH ilave edilip 20 ml borik asit-indikatör karışımına (A) distilatın toplanması sağlanmıştır. Daha sonra distilat 0.1 N H_2SO_4 ile titre edilmiştir. Kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanan azot miktarını belirlemek amacıyla, aynı işlemler şahit deneme için de uygulanmıştır. Toplam azotlu madde miktarı

aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır. Belirlenen toplam azotlu bileşik miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak örneklerin protein miktarı tespit edilmiştir (Anonymous 1990).

$$\% \text{ Toplam azotlu madde} = [(S - K) \times 0.0014 \times 100] / m$$

S: Örnek titrasyonu için harcanan H₂SO₄ miktarı, ml

K: Şahit titrasyonu için harcanan H₂SO₄ miktarı, ml

m: Peynir numunesinin miktarı, g

A'nın hazırlanması: 1 litrelik ölçü balonunda %2'lik H₃BO₃ içine 20 ml %1'lik brom krezol yeşili ve 14 ml %1'lik metil kırmızısı ilave edilerek hazırlanmıştır.

Suda çözünen azot tayini

Beyaz peynir örneği (20 g) üzerine 40 ml su ilave edildikten sonra 5 dk stomacherde (Laboratory blender stomacher 80, Seward Medical London, UK) karıştırılmıştır. Homojen hale gelen karışım 40°C'de 1 saat bekletilmiş olup, daha sonra 4°C'de 3000g'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerin üst kısmındaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırılıp, kalan sıvı kısım Whatman no:113 filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak standart Kjeldahl metodu ile suda çözünen azot oranı belirlenmiştir (Ardö ve Polychroniadou 1999).

Olgunlaşma derecesi tayini

Olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (Metin 2008).

$$\text{Olgunlaşma derecesi (\%)} = (\text{suda çözünen azot} / \text{toplam azot}) \times 100$$

%12'lik Trikloroasetik asitte (TCA) çözünen azot tayini

Suda çözünen azot analizinde hazırlanmış olan filtrattan 25 ml alınıp eşit hacimde %24 (w/v) TCA ile karıştırılmıştır. Karışım (TCA konsantrasyonu %12 olacak şekilde) +4°C'de bir gece bekletildikten sonra Whatman No: 113 filtre kağıdından geçirilmiş ve filtrattan 10 ml alınarak standart Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir (Ardö ve Polychroniadou 1999).

3.3.2. Mikrobiyolojik analiz yöntemleri

3.3.2.1. Seri dilüsyonların hazırlanması

Mikrobiyolojik analizler beyaz peynir örneklerinde depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde yapılmıştır. Seri dilüsyonlar, 10 g beyaz peynir örneğinin aseptik şartlarda steril stomacher poşetine tartılarak ve üzerine 90 ml steril ringer çözeltisi ilave edildikten sonra stomacherde 2 dk homojenize edilmesiyle hazırlanmıştır (Anonymous 2001).

3.3.2.2. Toplam mezofil aerob bakteri sayımı

Plate Count Agar besi ortamı olarak kullanılarak dökme plak yöntemi ile sayım yapılmıştır. İnkübasyon aerobik ortamda 30°C’de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1987).

3.3.2.3. M17’de gelişen laktik asit bakteri sayımı

Lactococcus lactis subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (beyaz peynir starter kültüründe bulunan laktokoklar)’in belirlenmesinde M-17 Agar besi ortamı kullanılarak dökme plak yöntemi ile sayım yapılmıştır. İnkübasyon aerobik ortamda 30°C’de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Yangılar 2010).

3.3.2.4. *Lactobacillus acidophilus* sayımı

L. acidophilus dışındaki mikroorganizmaların gelişimini durdurmak amacıyla 10 ml %10’luk (w/v) steril D-sorbitol çözeltisi içeren MRS agar kullanılarak dökme plak yöntemi ile sayım yapılmıştır. İnkübasyon anaerobik ortamda 37°C’de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Ong vd. 2006).

3.3.2.5. *Bifidobacterium bifidum* sayımı

B. bifidum dışındaki mikroorganizmaların gelişimini durdurmak amacıyla Neomycin sulfate (100 mg/L), Nalidixic acid (50 mg/L), Lithium chloride (3000 mg/L) ve Paramomycin sulfate (200 mg/L) içeren NNLP karışımı hazırlanmıştır. 0.05 mg/ml L-sistein içeren MRS agar içerisine 20 mg/L oranında NNLP karışımı ilave edilmiş olup, dökme plak yöntemi ile sayım yapılmıştır. İnkübasyon anaerobik ortamda 37°C’de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Yılmaztekin vd. 2004).

3.3.3. Beyaz peynir örneklerinde yağ asitlerinin gaz kromatografisi (GC) yöntemiyle belirlenmesi

Ekstraksiyon metodu: 25 g beyaz peynir örneği üzerine 20 ml etanol ve 5 ml amonyum çözeltileri ilave edilerek hızlıca çalkalanmıştır. Üzerine 25 ml dietileter eklenerek çalkalama işlemine devam edilmiştir. Daha sonra faz ayrımı için beklenmiş, faz ayrımı gerçekleştikten sonra alttaki tabaka ayrılmış ve üstteki faza 25 ml n-hekzan ilave edilerek yavaşça karıştırılmıştır. İkinci faz ayrımı beklenmiş ve alttaki faz alındıktan sonra üst fazın üzerine 25 ml sodyum sülfat çözeltisi ilave edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra üçüncü faz ayrımı için beklenmiştir. Alttaki faz ayrıldıktan sonra kalan faza tekrar 25 ml sodyum sülfat çözeltisi eklenip hızlıca çalkalanmıştır. Faz ayrımı için beklenmiş ve alt faz ayrıldıktan sonra kalan faz 5 g Na₂SO₄ ile karıştırılıp 10 dk bekletilmiştir. Çözelti kaba filtre kağıdından süzülerek balonlara aktarılmıştır. Rotary evaporatörde (60°C sıcaklıkta, 60 rpm dönüş hızında, 200 mbar basınçta) hekzan uçurulmuş ve balonlarda yağların toplanması sağlanmıştır (Anonymous 1995).

Metillendirme işlemi: 100 mg yağ örneği tartılmış ve üzerine 5 ml n-hekzan ilave edilerek karıştırılmıştır. Karışımın üzerine 0.2 ml potasyum metaoksit eklenerek karıştırılmıştır. Elde edilen yeni karışım oda sıcaklığında 5 dk, 5000 rpm santrifüj edilip üst faz viallere konulmuş ve analize kadar -80°C’de depolanmıştır (Anonymous 1999).

Yağ asitlerinin belirlenmesinde Thermo scientific-Trace 1310 GC ve Thermo scientific-ISQ single Quadrupole MS (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA) kullanılmıştır. Cihazın çalışma şartları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Sonuçlar mg yağ asidi/100 g peynir olarak verilmiştir. Piklerin tanısı; standardı bulunan bileşikler için standart çözelti (FAME miksi [Supelco 47885-U]) enjekte edilerek, standardı bulunmayan bileşikler için kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki yağ asidi kütüphanelerindeki (Wiley 9.9 NIST) kütle spektrumlarıyla karşılaştırılarak yapılmış olup, 40-400 m/z kütle aralığında tanımlama gerçekleştirilmiştir. Piklerin tanımlanmasından sonra yağ asitlerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Yağ asitleri analizi için GC-MS çalışma şartları

Enjeksiyon Parametreleri			
Enjeksiyon hacmi	1 µl	İnlet sıcaklığı	250°C
Splitless süresi	2dk	Split akışı	25ml/dk
Purge akışı	5ml/dk		
Kolon özellikleri			
Kapiler kolon	Supelco analytical SP-2380 Fused Silica Capillary Column (60 m x 0.25 mm x 0.2 µm)		
Taşıyıcı gaz	Helyum		
Taşıyıcı gaz akış hızı	5 ml/dk		
MS			
Solvent bekleme süresi	5 dk	Transfer Hattı	260°C
Çalışma süresi	22 dk	İyon kaynağı	230°C
FIRIN SICAKLIĞI			
	Oran (°C/dk)	Sıcaklık (°C)	Tutma süresi (dk)
Başlangıç		50	0.75
1	40	155	1.00
2	6	210	1.00
3	15	250	6.00

3.3.4. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler

Beyaz peynir örneklerinin uçucu bileşik analizi için Thermo scientific-Trace 1310 GC ve Thermo scientific-ISQ single Quadrupole MS (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA) kullanılmıştır. Analiz, Kılıç vd. (2009)’un belirttiği yöntem temel alınarak bazı modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. Parçalanmış beyaz peynir örneklerinden 2’şer g alınarak 20 ml’lik headspace viallerine konulmuştur. Her bir vial su banyosunda 80°C’de 15 dk bekletilmiştir. Viallerin tepe boşluğundan 1 ml gaz çekilip, 0.5 ml geri verilmiş, kalan 0.5 ml ise manuel enjeksiyon ile cihaza verilmiştir. 30 dk süresince devam eden analiz sonucunda elde edilen kromatogramdaki pikler, cihaz kütüphanesinde taratılmış ve tanımlanmıştır. Cihazın çalışma şartları Çizelge 3.2’de belirtilmiştir. Sonuçlar % pik alanı cinsinden verilmiştir.

Çizelge 3.2. Uçucu bileşiklerin analizi için GC-MS çalışma şartları

Enjeksiyon Parametreleri			
Enjeksiyon hacmi	2µl	İnlet sıcaklığı	40°C
Split oranı	10	Split akışı	10 ml/dk
Kolon özellikleri			
Kapiler kolon	Thermo Sci. Trace TR-5MS 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm		
Taşıyıcı gaz	Helyum		
Taşıyıcı gaz akış hızı	1 ml/dk		
MS			
İyonizasyon modu	El	Transfer Hattı	280°C
Çalışma süresi	30 dk	İyon kaynağı	230°C
FIRIN SICAKLIĞI			
	Oran (°C/dk)	Sıcaklık (°C)	Tutma süresi (dk)
Başlangıç		40	2.00
1	8.0	250	8.00

3.3.5. Sertlik analizi

Tekstür Analiz Cihazı (TA-XT plus Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) kullanılarak, beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma süresince sertlik (hardness) değerleri belirlenmiştir (Topçu ve Saldamlı 2006). Peynir örnekleri 20 mm'lik küpler halinde kesilerek analiz edilmiştir. Analiz şartları: P/2 alüminyum silindir prob (25 mm çapında), test hızı 1 mm/s, ilk test hızı 10 mm/s, son test hızı 1 mm/s, baskılama oranı % 30, tutma zamanı 5 s'dir. Tekstür Analiz Cihazının 25 mm çapındaki silindir probunun hızı 0.5 mm/s'ye ayarlanmıştır.

3.3.6. Duyusal analizler

Duyusal analizler Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü bünyesinde oluşturulan 10 kişilik panelist grup tarafından Çizelge 3.3.'de verilen değerlendirme kriterlerine göre yapılmıştır. Beyaz peynir örneklerinde duyusal analiz depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. İstatistiksel analizler

Çalışma 2 tekerrürlü yapılmış olup analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutularak farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd. 1987).

Çizelge 3.3. Beyaz peynir örneklerinin duyusal değerlendirme formu (Anonim 2006a).

NİTELİK	PUAN
GÖRÜNÜŞ	
Kendine özgü parlak beyaz, homojen ve düzgün prizmatik görünümlü bozulmamış kalıp	20
Mat, soluk beyaz renk	15
Kesit yüzeyinde birkaç delik ve gözenek	15
Uyumsuz renk dağılımı ve esmerimsi renk	10
Küflü görünüm, yarık ve çatlak oluşumu	10
Dzgün olmayan prizmatik görünüm, bozulmuş kalıp	10
Kesit yüzeyinde çok sayılı delik ve gözenek	5
Parçalanmış kalıp	5
KİTLE VE YAPI	
Düzgün, pürüzsüz, lekesiz, homojen kesit, fazla sert veya fazla yumuşak olmayan	35
Lekli kesit, kuru sert yapı, kaygan yapı	25
Kumlu yapı	20
Kesitte yarık ve çatlak oluşumu, elastiki yapı, yumuşak ve ıslak yapı	10
Dağılabilen yapı, erimiş yapı	5
KOKU	
Kendine özgü koku	30
Mayamsı koku	25
Ekşimsi koku	20
Hayvansal koku, yem kokusu	10
Küfumsü koku	5
TAT	
Kendine özgü tat	20
Maya tadı	15
Pişmiş tat, ekşi tat, tatlımsı tat, yavan tat	10
Tuzlu tat	10
Metalik tat, küflü tat, acı tat	5

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün fizikokimyasal analiz sonuçları

Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütlere ait ortalama kurumadde, yağ, protein, kül, pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütlerin fizikokimyasal özellikleri

	Çiğ süt
Yağsız kurumadde (%)	12.02±0.07*
Yağ (%)	3.08±0.04
Protein (%)	4.47±0.04
Kül (%)	0.63±0.03
pH	6.73±0.01
Titrasyon asitliği (%)	0.14±0.00

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı’na göre inek sütlerinde yağsız kurumadde miktarının en az %8.5, protein miktarının en az %2.8 ve titrasyon asitliği değerinin ise laktik asit cinsinden %0.135-%0.2 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2002). Beyaz peynir üretiminde kullanılan sütlerin fizikokimyasal özelliklerinin söz konusu standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.2. Beyaz peynir örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Salamura ve vakum paket içinde 90 gün boyunca +4°C’de depolanan beyaz peynirlerde depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde yapılan bazı fizikokimyasal analiz (kurumadde, titrasyon asitliği, pH değeri, tuz tayini ve yağ tayini) sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Beyaz peynir örneklerinin bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Beyaz peynir grupları	Depolama süresi (gün)	KM (%)	Titrasyon Asitliği (%)	pH	Tuz (%)	Yağ (%)
KV	1	42.93±2.71*	0.57±0.00	4.69±0.01	1.99±0.12	16.50±0.00
	45	42.03±1.22	0.81±0.02	4.81±0.01	2.69±0.12	17.75±0.25
	90	41.39±1.40	0.81±0.05	4.66±0.02	3.63±0.35	18.63±0.38
KS	1	37.98±0.54	0.49±0.00	4.73±0.01	3.74±0.00	13.00±0.00
	45	35.83±0.98	0.68±0.00	4.77±0.00	4.33±0.35	14.75±0.25
	90	34.38±0.19	0.61±0.00	4.80±0.08	5.62±0.23	15.75±0.25
BV	1	41.31±1.91	0.79±0.00	4.70±0.02	1.64±0.00	15.25±0.25
	45	40.55±2.00	1.09±0.02	4.77±0.02	1.52±0.12	17.75±0.25
	90	37.81±0.35	1.43±0.00	4.60±0.04	2.81±0.23	18.25±0.52
BS	1	38.37±0.20	0.71±0.00	4.75±0.00	2.93±0.12	13.00±1.00
	45	34.42±0.64	0.72±0.00	4.83±0.01	3.39±0.35	13.50±0.50
	90	33.17±1.65	0.82±0.00	4.74±0.02	4.91±0.00	14.50±0.50
LV	1	41.51±2.86	1.01±0.05	4.83±0.01	2.22±0.12	17.75±0.25
	45	39.74±0.55	0.99±0.02	4.81±0.00	1.76±0.12	17.50±1.00
	90	39.35±2.94	1.18±0.04	4.65±0.01	2.57±0.00	17.75±0.25
LS	1	34.08±0.21	0.55±0.02	4.86±0.01	1.40±0.00	11.25±0.25
	45	32.59±1.19	0.73±0.02	4.98±0.01	4.21±0.23	12.50±0.50
	90	31.57±0.07	0.59±0.02	4.83±0.01	5.03±0.12	14.25±0.25

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.1.2.1. Kurumadde oranı (%)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince kurumadde değerlerine ait değişimler Çizelge 4.2’de görülmektedir. Depolama süresince üç farklı zamanda yapılan kurumadde analizlerinde beyaz peynir örneklerinde belirlenen kurumadde değerleri depolamanın 1. günü sonunda %34.08-%42.93, 45. günü sonunda %32.59-%42.03, 90. günü sonunda ise %31.57-%41.39 arasında değişmiştir.

Varyasyon kaynaklarının beyaz peynir örneklerinin ortalama kurumadde değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Beyaz peynirlerin kurumadde oranı üzerine bakteri çeşidinin $P<0.05$ düzeyinde, ambalajlama çeşidinin $P<0.001$ düzeyinde ve depolama süresinin $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Beyaz peynir örneklerinin kurumadde oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kurumadde (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	20.6668583	4.47*
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	327.0069444	70.72***
Depolama Süresi (DS)	2	28.0378583	6.06**
BÇ X AÇ	2	6.2296694	1.35
BÇ X DS	4	1.5204167	0.33
AÇ X DS	2	1.9483528	0.42
BÇ X AÇ X DS	4	1.0944778	0.24
Hata	18	4.6238556	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneğine ait kurumadde değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Beyaz peynir örneklerinin kurumadde değerlerine (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Kurumadde (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	39.09±3.53a
<i>B. bifidum</i>	37.60±3.26ba
<i>L. acidophilus</i>	36.47±4.24b
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	40.74±2.47a
Salamura	34.71±2.32b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	39.47±3.45a
45. gün	37.46±3.61b
90. gün	36.34±3.86b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çizelge 4.4 incelendiğinde kontrol grubu beyaz peynirlerin, üretiminde probiyotik bakteri kullanılan beyaz peynirlere göre daha yüksek kurumadde değerine sahip olduğu ($P < 0.05$), *B. bifidum* içeren beyaz peynirlerin kurumadde değerlerinin *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneklerinin kurumadde değerlerinden yüksek olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir. Farklı ambalaj çeşidi kullanılarak depolanan beyaz peynirlerin ortalama kurumadde değerleri incelendiğinde; vakum paket ile depolanan beyaz peynirlere ait kurumadde değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Depolama süresi boyunca beyaz peynirlerin ortalama kurumadde değerlerinde azalış gözlenmiştir.

Erkaya ve Şengül (2015) yaptıkları çalışmada vakum paket ile salamura içinde 90 gün depoladıkları beyaz peynir örneklerinin kurumadde değerlerinin %37.21-%48.97 arasında değiştiğini ve vakum paket içindeki beyaz peynirlerin kurumadde değerinin salamura içindeki beyaz peynirin kurumadde değerinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda da salamura içindeki beyaz peynirlerin kurumadde değerinin vakum paketli beyaz peynirlerin kurumadde değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Akalın ve Karaman (2010) beyaz peynirde, Hayaloglu vd. (2012) ise Mihaliç peynirinde yaptıkları araştırmalarda vakumda olgunlaştırdıkları peynirlerin kurumadde değerlerinin salamurada olgunlaştırdıkları peynirlerin kurumadde değerlerine göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Depolama süresince özellikle salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin kurumadde değerlerinde azalma tespit edilmiş olup, söz konusu azalmanın peptit bağlarının parçalanması sonucu peynire su geçişini sağlayan yeni iyonik grupların açığa çıkmasından ve düşük depolama sıcaklığının proteinlerin su bağlama kapasitelerini arttırmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Erkaya 2014).

Peynir salamuraya konulduğunda, peynir içindeki su ile tuzlu su arasındaki ozmotik basınç farkından dolayı salamuraadaki Na^+ ve Cl^- , salamuraadan peynire geçmektedir. Sonuç olarak, asitler ve mineral maddeler (kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, vb.) gibi çözülmüş maddeleri içeren peynirdeki su, ozmotik basınç dengesini sağlamak için yaklaşık olarak NaCl'nin iki katı olan bir akı ile peynir matriksi boyunca dışarı yayılmaktadır. Ayrıca depolama süresince meydana gelen proteoliz olayı sonucu ortaya çıkan suda çözünür protein ve peptitlerin salamuraya geçişi de kurumaddede azalmaya sebep olabilmektedir (Akalın ve Karaman 2011).

Yılmaztekin vd. (2004) ve Kılıç vd. (2009) probiyotik kültür kullanarak ürettikleri beyaz peynir örneklerinde depolama süresince kurumadde miktarlarının azalış gösterdiğini ve kurumadde değerlerinin sırasıyla %39.86-%41.19 ve %31.85-%45.05 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda beyaz peynirlerde belirlenen kurumadde değerleri söz konusu çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

4.1.2.2. Titrasyon asitliği değerleri (%)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerlerine ait değişimler Çizelge 4.2'de görülmekte olup, 90 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde beyaz peynir örneklerinde belirlenen değerler 1. gün sonunda %0.49-%1.01, 45. gün sonunda %0.68-%1.09 ve 90. gün sonunda ise %0.59-%1.43 arasında değişmiştir.

Depolama süresince beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde düzensiz değişimler olduğu, genel olarak depolamanın 45. gününe kadar beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin arttığı, depolamanın 90. gününde ise azaldığı tespit edilmiştir. Bakteri çeşidi, ambalaj çeşidi ve depolama süresinin beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde tüm ana varyasyon kaynakları ile tüm interaksiyonların titrasyon asitliği değerleri üzerindeki etkisinin $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Titrasyon asitliği (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.22300278	232.70***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.84946944	886.40***
Depolama Süresi (DS)	2	0.15133611	157.92***
BÇ X AÇ	2	0.07303611	76.21***
BÇ X DS	4	0.02754861	28.75***
AÇ X DS	2	0.05850278	61.05***
BÇ X AÇ X DS	4	0.02275694	23.75***
Hata	18	0.00095833	

*** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde kontrol grubu beyaz peynir, *B. bifidum* ve *L. acidophilus* suşları kullanılarak üretilmiş olan beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0.05$), *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynirin titrasyon asitliği değerinin diğer beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte *B. bifidum* veya *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirin titrasyon asitliği değerlerinin kontrol grubu beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Dabevska vd. (2015), probiyotik bakteri içeren ve içermeyen salamura beyaz peynirlerin 40 günlük depolama süreleri boyunca titrasyon asitliği değerlerinin %0.97-%1.68 arasında değiştiğini ve probiyotik bakteri içeren beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun probiyotiklerin ortam şartlarına bağlı olarak farklı aktivite göstermelerinden ve değişik düzeylerde laktik asit üretmelerinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Yılmaztekin 2001).

Çizelge 4.6. Beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	0.66±0.12c
<i>B. bifidum</i>	0.93±0.26a
<i>L. acidophilus</i>	0.84±0.24b
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	0.96±0.24a
Salamura	0.66±0.10b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	0.69±0.18c
45. gün	0.84±0.15b
90. gün	0.91±0.31a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çizelge 4.6'ya göre vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen artış istatistiksel açıdan ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Benzer şekilde Akalın ve Karaman (2011), Hayaloğlu vd. (2012) ve Erkaya (2014) da yapmış oldukları çalışmalarda salamurada depolanan beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerini vakum paket içindeki peynirlere göre daha düşük bulmuşlar ve depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde genel olarak artış olduğunu tespit etmişlerdir. Salamurada depolanan beyaz peynirlerin tuz oranının vakum paket içindeki beyaz peynirlere göre daha yüksek olmasından dolayı artan tuz miktarının kullanılan starter kültür ve probiyotik bakterilerin faaliyetlerini kısıtlaması, buna ek olarak oluşan asidin bir kısmının salamuraya geçmesi sebebiyle salamuradaki peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin vakum paketli beyaz peynirlerden daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Yılmaztekin (2001), peynirin olgunlaşması sırasında proteoliz ve lipoliz sonucu ortaya çıkan parçalanma ürünlerinin titrasyon asitliğini etkilediğini bildirmiştir. Depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde bazı dalgalanmalar olması da yine olgunlaşma sırasında proteolize bağlı oluşan ürünlerden ve kurumadde miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği belirtilmektedir (Wishah 2007).

Kılıç vd. (2009) çalışmalarında, 120 günlük depolama süresi boyunca beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin %0.74-%1.78 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kasımoğlu vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada salamura ve vakum paket içindeki beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin %1.82-%2.36 arasında değiştiği, vakum ambalajlı beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin salamura beyaz peynirden daha yüksek olduğu; ancak bu farklılığın istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu belirtilmiştir.

4.1.2.3. pH değerleri

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince pH değerlerine ait değişimler Çizelge 4.2'de görülmektedir. Depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde beyaz peynir örneklerinde belirlenen değerler 1. gün sonunda 4.69-4.86, 45. gün sonunda 4.77-4.98 ve 90. gün sonunda 4.60-4.83 arasında değişmiştir.

Bakteri çeşidi, ambalaj çeşidi ve depolama süresinin beyaz peynir örneklerinin pH değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Tüm ana varyasyon kaynaklarının beyaz peynirin pH değeri üzerinde $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Bakteri çeşidi x ambalaj çeşidi, bakteri çeşidi x depolama süresi ile bakteri çeşidi x ambalaj çeşidi x depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin beyaz peynirin pH değeri üzerinde $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu, ambalaj çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH değeri		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.3050278	28.08***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.07022500	64.66***
Depolama Süresi (DS)	2	0.04255278	39.18***
BÇ X AÇ	2	0.00530833	4.89*
BÇ X DS	4	0.00439028	4.04*
AÇ X DS	2	0.01125833	10.37**
BÇ X AÇ X DS	4	0.00362917	3.34*
Hata	18	0.00108611	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde üretiminde *L. acidophilus* kullanılan beyaz peynirlerin pH değerinin *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerinin ve kontrol grubu beyaz peynir örneklerinin pH değerlerinden yüksek olduğu ve söz konusu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	pH
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	4.74±0.06b
<i>B. bifidum</i>	4.73±0.08b
<i>L. acidophilus</i>	4.82±0.10a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	4.72±0.08b
Salamura	4.81±0.08a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	4.76±0.06b
45. gün	4.83±0.07a
90. gün	4.71±0.09c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin pH değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca pH değerlerinde meydana gelen değişim istatistiksel açıdan ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur. Akalın ve Karaman (2011) hem paketleme çeşidinin hem de depolama süresinin peynirin asiditesi ve pH değeri üzerinde önemli etkisinin olduğunu ($P < 0.05$), organik asitlerin (özellikle laktik asit) üretilmesiyle beraber depolama süresince peynirlerde laktik asit içeriğinin arttığını ve pH değerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Akalın ve Karaman (2011) 90 gün depoladıkları vakum ve salamura beyaz peynirlerin pH değerlerinin 4.44-4.90 arasında, Kılıç vd. (2009) ise 120 gün depoladıkları

probiyotik ve kontrol grubu salamura beyaz peynirlerin pH değerlerinin 4.42-5.41 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda beyaz peynirlerde belirlenen pH değerleri, konu ile ilgili yukarıda belirtilen diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.2’de verilen titrasyon asitliği ve pH değerleri incelendiğinde, depolama süresince, özellikle vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin arttığı, pH değerinin ise azaldığı görülmektedir. Salamura içindeki beyaz peynirlerde pH değerinin titrasyon asitliği değerinden farklı olarak artıp azalmadığı görülmektedir. Bu durumun peynirde olgunlaşmanın ilerlemesiyle proteinlerdeki parçalanma sonucu ortaya çıkan bazik karakterli bileşiklerin asitliği nötrlemesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Sousa ve Malcata 1996). Ayrıca salamura içindeki beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince oluşan asidin bir kısmının salamuraya geçmesinden dolayı peynirin pH değerinin daha az etkilenebileceği düşünülmektedir.

4.1.2.4. Tuz oranı (%)

Tuz; peynirin tat ve aroma gelişimini sağlamak, istenmeyen tatları maskelemek, higroskopik özelliği ve salamuranın oluşturduğu ozmotik basınç ile kütledeki suyun ayrılmasını kolaylaştırmak, peynirin istenilen sertliğe ulaşmasını sağlamak, peyniraltı suyu oranını ve bu bağlamda asitliği ayarlamak, doğrudan ya da su aktivitesini düşürmek suretiyle mikroorganizma faaliyetini kontrol altına alarak olgunlaşmayı düzenlemek ve randımanı arttırmak gibi birçok önemli role sahiptir (Kesenkaş 2005). Tuz oranı; olgunlaşma sırasında peynirde meydana gelen para-kazein hidrolizasyonu, lipoliz, proteoliz ve glikoliz gibi biyokimyasal değişimler, enzimatik aktiviteler, mikrobiyel gelişmeler ve peynir bileşimi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, tuz oranı peynirin aromasını, reolojisini, tekstürel özelliklerini ve toplam kalitesini önemli oranda etkilemektedir (Guinee 2004).

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince tuz oranı değerlerine ait değişimler Çizelge 4.2’de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere 90 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan tuz analizlerinde beyaz peynir örneklerinde belirlenen değerler 1. gün sonunda %1.40-%3.74, 45. gün sonunda %1.52-%4.33 ve 90. gün sonunda ise %2.57-%5.62 arasında değişmiştir.

Tüm ana varyasyon kaynaklarının beyaz peynirin tuz oranı üzerine etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ambalajlama çeşidi x depolama süresi interaksyonu ile bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi x depolama süresi interaksyonunun beyaz peynirin tuz oranı üzerine etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Beyaz peynirin tuz oranı üzerine bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi ve bakteri çeşidi x depolama süresi interaksyonlarının etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Beyaz peynir örneklerinin tuz oranı değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kontrol grubu beyaz peynirlerin tuz oranının, üretiminde probiyotik bakteri kullanılan beyaz peynirlerin tuz oranı değerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.9. Beyaz peynir örneklerinin tuz oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Tuz oranı (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	2.56266944	36.58***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	24.10810000	344.16***
Depolama Süresi (DS)	2	9.63364444	137.53***
BÇ X AÇ	2	0.16715833	2.39
BÇ X DS	4	0.25284861	3.61
AÇ X DS	2	1.85053333	26.42***
BÇ X AÇ X DS	4	0.97795417	13.96***
Hata	18	0.07005000	

*** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Salamura içinde depolanan beyaz peynirlerdeki tuz oranlarının, vakum pakette depolanan beyaz peynir örneklerinin tuz oranlarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca beyaz peynirlerin tuz oranlarının arttığı ve söz konusu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Bu durumun depolama süresinin uzaması ile peynire tuz geçişinin artmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.10. Beyaz peynir örneklerinin tuz oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Tuz oranı (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	3.67±1.18a
<i>B. bifidum</i>	2.87±1.15b
<i>L. acidophilus</i>	2.87±1.32b
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	2.31±0.66b
Salamura	3.95±1.22a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	2.32±0.80c
45. gün	2.98±1.12b
90. gün	4.10±1.18a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Akalın ve Karaman (2011); salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin tuz miktarının depolamanın ilk 30 gününde artış gösterdiğini, 30 günlük depolama süresinden sonra değişmediğini belirtmişlerdir. Çalışmada depolama süresince salamura içindeki beyaz peynirlerin ve vakum paketteki beyaz peynirlerin tuz miktarları sırasıyla %2.17-%3.40 ve %0.90-%1.38 arasında değişmiştir. Salamura beyaz peynirlerin tuz içeriği, vakum paket içindeki beyaz peynirlerin tuz içeriğinden daha yüksek bulunmuş olup bu durum çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca vakum

paket içinde depolanan beyaz peynirlerdeki tuz oranının düşük olması probiyotik bakterilerin gelişimi için avantajlı bir durumdur (Erkaya 2014).

Gürsoy vd. (2014) salamura içinde 90 gün depoladıkları beyaz peynirlerin tuz oranının depolama süresince arttığını ve bu artışın depolamanın ilk 30 gününde daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar depolama süresince tuz miktarlarının %4.72-%7.49 arasında değiştiğini ve üretimde probiyotik bakteri kullanılmasının beyaz peynirin tuz miktarı üzerine etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Yapılan farklı bir çalışmada 60 gün depolanan probiyotik salamura beyaz peynirlerin tuz miktarlarının %4.15-%7.05 arasında değiştiği belirtilmiştir. Beyaz peynirlerin tuz oranları üzerinde depolama süresi ile üretimde probiyotik bakteri kullanılmasının etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Yangılar 2010).

Erkaya (2014) salamurada depolanan beyaz peynir örneklerinin tuz oranlarının depolama süresince arttığını ve %3.45-%5.03 arasında değiştiğini, vakum paketli peynirlerin tuz oranlarının ise %2.33-%2.63 arasında değiştiğini belirtmiştir. Yılmaztekin vd. (2004) ve Kılıç vd. (2009) yapmış oldukları çalışmalarda beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tuz miktarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Depolama süresince beyaz peynirlerde görülen tuz miktarı artışı, salamura ile peynir kütlesi arasındaki engellenmiş difüzyon ile açıklanabilmektedir. Salamuradan peynire tuz geçişini etkileyen peynirin boyutu, şekli, asitliği, yağ ve su içeriği, salamura asitliği, sıcaklığı ve içerdiği tuz miktarı, depolama süresi ve sıcaklığı gibi birçok faktör bulunmaktadır (Gahun 1978).

Peynir tuzlu suya konulduğunda, NaCl molekülleri, peynirin su içeriği ile tuzlu su arasındaki ozmotik basınç farkının bir sonucu olarak tuzlu sudan peynire hareket etmektedir. Sonuç olarak, peynirdeki su ozmotik basınç dengesini geri kazanmak için peynir matriksinden dışarı doğru yayılmaktadır. Peynir blokları salamuradan çıkarıldıktan sonra peynirde tuz ve su difüzyonu devam etmektedir (Payne ve Morison 1999). Salamurada bekletildikten sonra vakum paketlenen beyaz peynirlerin tuz oranlarının artmasının difüzyon olayının devam etmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Beyaz Peynir Tebliği (Tebliğ No:2015/6)'ya göre salamura beyaz peynirlerin kurumaddede tuz oranı en çok %7.5 olmalıdır. Çizelge 4.11'de beyaz peynirlere ait ortalama kurumaddede tuz değerleri verilmiştir. Depolama süresi sonundaki değerler incelendiğinde salamurada depolanan tüm beyaz peynirlerin kurumaddede tuz değerlerinin tebliğde belirlenen değeri aştığı görülmektedir. Vakum pakette depolanan kontrol grubu beyaz peynirlerin kurumaddede tuz değerlerinin ise depolamanın 45. gününde %7.5'in altında olduğu, depolama süresince artış göstererek 90. günde %8.80 değerine ulaştığı belirlenmiştir. Sadece probiyotik bakteri kullanılarak üretilip vakumda paketlenen beyaz peynirlerin kurumaddede tuz oranlarının depolama sonunda %7.5 değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Yangılar (2010) da farklı probiyotik bakteri kullanarak ürettiği salamura içindeki beyaz peynirlerin kurumadde tuz değerlerinin 60 günlük depolama süresince %10.26-%13.63 arasında değiştiğini ve tüm örneklerde belirlenen kurumadde tuz değerlerinin %7.5 üzerinde olduğu belirtmiştir.

Çizelge 4.11. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ortalama kurumadde tuz (%) değerleri

Beyaz peynir grupları	Depolama süresi (gün)	Kurumaddede tuz (%)
KV	1	4.67±0.57*
	45	6.40±0.09
	90	8.80±1.15
KS	1	9.86±0.14
	45	12.12±1.31
	90	16.33±0.59
BV	1	3.97±0.18
	45	3.77±0.47
	90	7.43±0.69
BS	1	7.62±0.27
	45	9.84±0.84
	90	14.85±0.74
LV	1	5.40±0.65
	45	4.46±0.24
	90	6.51±0.48
LS	1	4.12±0.03
	45	12.97±1.19
	90	15.93±0.41

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Yılmaztekin (2001) salamura içinde 90 gün depoladığı beyaz peynirlerin kurumadde tuz içeriğinin, depolamanın 1. gününde %8.96-%9.37, 90. gününde %13.01-%13.85 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Erkaya (2014) 120 günlük depolama süresi sonunda, salamurada depolanan beyaz peynirlerin kurumadde tuz oranlarını %12.61-%13.52, vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin kurumadde tuz oranlarını ise %5.08-%5.12 aralığında olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin yukarıda belirtilen çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.5. Yağ oranı (%)

Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince yağ oranı değerlerine (%) ait değişimler Çizelge 4.2’de görülmektedir. Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere 90 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan yağ analizlerinde beyaz peynir örneklerinde belirlenen değerler 1. gün sonunda %11.25-%17.75, 45. gün sonunda %12.50-%17.75 ve 90. gün sonunda %14.25-%18.63 arasında değişmiştir.

Beyaz peynir örneklerine ait ortalama yağ oranı değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından ambalajlama çeşidi ve depolama süresinin beyaz peynirin yağ oranı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu; bakteri çeşidi, bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi interaksyonunun etkisinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi x depolama süresi interaksyonunun etkisinin beyaz peynirin yağ oranı üzerinde $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu; bakteri çeşidi x depolama süresi ve ambalaj çeşidi x depolama süresi interaksyonlarının beyaz peynirin yağ oranı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Beyaz peynir örneklerinin yağ oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Yağ oranı (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	2.6371528	6.75**
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	133.2100694	341.02***
Depolama Süresi (DS)	2	12.8350694	32.86***
BÇ X AÇ	2	3.0538194	7.82**
BÇ X DS	4	0.3975694	1.02
AÇ X DS	2	0.5017361	1.28
BÇ X AÇ X DS	4	1.4704861	3.76*
Hata	18	0.3906250	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, ** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin yağ oranı değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir. Kontrol grubu beyaz peynirlerin yağ oranının, üretiminde probiyotik bakteri kullanılan beyaz peynirlerin yağ oranı değerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir ($P<0.05$). Farklı ambalajlama çeşidi kullanılan beyaz peynir örneklerinin ortalama yağ oranları incelendiğinde, vakum ambalajlı beyaz peynirlerin yağ oranlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin yağ oranlarından daha yüksek olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Depolama süresi boyunca beyaz peynir örneklerinin yağ oranlarında $P<0.05$ düzeyinde önemli bir artış tespit edilmiştir. Benzer şekilde Yangılar (2010), farklı probiyotik kültür kullanarak ürettikleri beyaz peynir örneklerinde depolama süresince yağ miktarlarının arttığını belirlemiştir. Diğer taraftan Gürsoy ve Kınık (2010), probiyotik salamura beyaz peynir örneklerinin yağ oranlarının %25.08-%19.42 arasında değiştiğini ve depolama süresince azaldığını saptamıştır. Erkaya (2014); depolama süresince peynir örneklerindeki yağ miktarının azaldığını tespit etmiş olup, peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi, kullanılan starter kültür farklılığı, üretim yöntemi ve olgunlaşma şartlarının farklı olmasının, konu ile ilgili çalışmalara ait sonuçlar arasında farklılıklara neden olduğu değerlendirilmiştir.

Salamura peynirlerde, su içeriğinin değişken olmasına bağlı olarak peynirin yağ oranlarında artış ya da azalışlar meydana gelebilmektedir. Probiyotik bakteriler ve starter kültürlerde yer alan bakteriler süt yağını kullanmadıkları ve yağ sentezleme mekanizmaları bulunmadığından, peynirlerin yağ içeriklerinde belirlenen farklılıklar

peynirlerin kurumadde içeriklerindeki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır (Yılmaztekin 2001).

Çizelge 4.13. Beyaz peynir örneklerinin yağ oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Yağ oranı (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	16.06±1.88a
<i>B. bifidum</i>	15.38±2.06b
<i>L. acidophilus</i>	15.17±2.70b
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	17.46±1.03a
Salamura	13.61±1.36b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	14.46±2.29c
45. gün	15.63±2.21b
90. gün	16.52±1.80a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Kurumaddede yağ oranları incelendiğinde (Çizelge 4.14), depolama boyunca değerlerin artış gösterdiği ve %33.02-%48.27 arasında değiştiği belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (Tebliğ No:2015/6)'ya göre kurumaddede yağ oranı bakımından beyaz peynir; tam yağlı (kurumaddede en az %45), yağlı (kurumaddede %30-%44), yarım yağlı (kurumaddede %20-%29 yağ), yağsız (kurumaddede <%20 yağ) peynir olmak üzere 4 farklı sınıfa ayrılmıştır (Anonim 2015). Çizelge 4.14'e göre tüm beyaz peynirlerde depolamanın ilk 45 gününde belirlenen değerlerin %30-%44 aralığında olup ve peynirlerin yağlı peynir sınıfında yer aldığı, depolama süresi sonunda ise *B.bifidum* içeren salamurada depolanan beyaz peynir örneği hariç tüm beyaz peynir gruplarının tam yağlı peynir sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Çalışmamız sonucunda elde edilen sonuçlara benzer şekilde konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da beyaz peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği saptanmış olup, beyaz peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinin Akalın ve Karaman (2011) tarafından yapılan çalışmada %54.65-%64.92 arasında, Yılmaztekin (2001) tarafından yapılan çalışmada %41.02-%45.37 arasında ve Dabevska-Kostoska vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise %42.86-%52.35 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen ortalama kurumaddede yağ (%) değerleri

Beyaz peynir grupları	Depolama süresi (gün)	Kurumaddede yağ (%)
KV	1	38.48±2.44*
	45	42.29±1.82
	90	45.02±0.62
KS	1	34.23±0.49
	45	41.18±0.42
	90	45.82±0.98
BV	1	39.96±1.11
	45	43.85±1.54
	90	48.27±0.21
BS	1	33.87±2.43
	45	39.21±0.72
	90	43.75±0.67
LV	1	42.92±2.35
	45	44.53±3.16
	90	44.95±3.95
LS	1	33.02±0.94
	45	38.46±2.94
	90	45.13±0.89

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

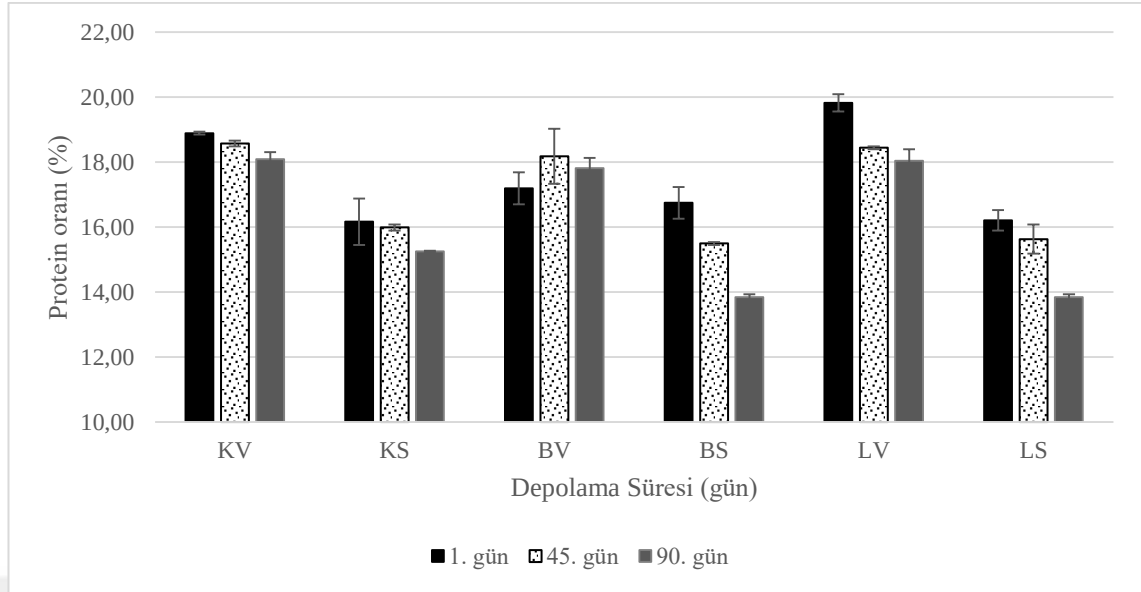
LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.1.2.6. Protein oranı (%)

Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.15 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Peynir örneklerine ait protein oranlarının 1. gün sonunda %16.17-%19.83, 45. gün sonunda %15.50-%18.58 ve 90. gün sonunda %13.84-%18.09 arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları (%)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Çizelge 4.15. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları (%)

Peynir örnekleri	Protein oranı (%)		
	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	18.89±0.04*	18.58±0.09	18.09±0.22
KS	16.17±0.71	15.99±0.09	15.25±0.02
BV	17.19±0.49	18.18±0.85	17.82±0.31
BS	16.75±0.49	15.50±0.04	13.84±0.09
LV	19.83±0.27	18.44±0.04	18.04±0.36
LS	16.21±0.31	15.63±0.45	13.84±0.09

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.16'da görülen varyans analizi sonuçlarına göre ambalaj çeşidi ve depolama süresinin etkisinin beyaz peynirlerin protein değerleri üzerinde $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Bakteri çeşidi, bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi, ambalajlama çeşidi x depolama süresi ve bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi x depolama süresi etkileşimlerinin beyaz peynirlerin protein oranları üzerinde etkisinin

$P < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, bakteri çeşidi x depolama süresi interaksyonunun ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Beyaz peynir örneklerinin protein oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Protein oranı (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	1.21457778	4.55*
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	74.50566944	279.37***
Depolama Süresi (DS)	2	5.74525278	21.54***
BÇ X AÇ	2	1.09521111	4.11*
BÇ X DS	4	0.45323194	1.70
AÇ X DS	2	1.55386944	5.83*
BÇ X AÇ X DS	4	1.06772361	4.00*
Hata	18	2.666917	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin protein oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Beyaz peynir örneklerinin protein oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Protein oranı (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	17.16±1.44a
<i>B. bifidum</i>	16.55±1.55b
<i>L. acidophilus</i>	17.00±2.01a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	18.34±0.79a
Salamura	15.46±1.02b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	17.51±1.45a
45. gün	17.05±1.42b
90. gün	16.15±1.91c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

B. bifidum kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait ortalama protein değerleri, kontrol grubu ve *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait protein değerlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Söz konusu farklılığın *B. bifidum*’un proteolitik aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin protein oranları salamura içinde depolanan beyaz peynirlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, konu ile ilgili yapılan diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Erkaya ve Şengül (2015) salamurada ve vakum ambalaj içinde olmak üzere iki farklı şekilde depoladığı beyaz peynir örneklerine ait protein değerlerini kıyaslamışlar ve salamura içinde depolanan beyaz peynirlere ait protein değerlerinin vakum paket içindeki

peynirlerin protein değerlerinden daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Akalın ve Karaman (2011) vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlere ait protein değerlerinin salamura içinde depolanan beyaz peynirlere ait protein değerlerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

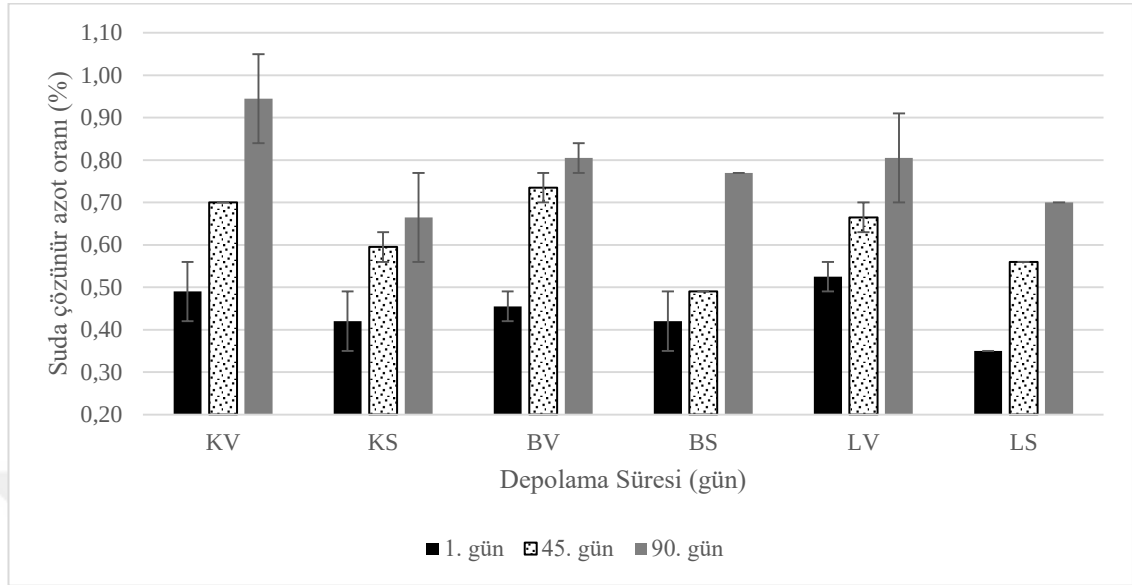
Depolama süresi boyunca beyaz peynirlere ait ortalama protein değerlerinde azalma görülmüştür. Protein oranlarındaki bu azalış, peynire katılan pıhtılaştırıcı enzim, starter ve starter olmayan bakterilerin ürettikleri enzimler gibi çeşitli enzimlerle kazeinin parçalanması sonucu suda çözünür özellikteki bileşiklerin artması ve bunların peynir salamurasına geçmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Hayaloğlu 2003). Beyaz peynir üzerine yapılan birçok çalışmada protein miktarının depolama süresince azaldığı, bu durumun proteoliz nedeniyle proteinin suda çözünür kısımlarının artmasından ve yeni oluşan bileşenlerin peynir salamurasına geçmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Kesenkaş (2005) starter kültüre ek olarak *Yarrowia lipolytica*, *Debaryomyces hansenii* ve *Kluyveromyces marxianus* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin protein oranlarının %11.02-13.93 arasında değiştiğini ve depolama süresince protein değerlerinde azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Yangılar (2010) tarafından yapılan çalışmada, farklı probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen peynirlerin protein oranlarının 60 günlük depolama süresince %13.44-%16.14 arasında değiştiği bulunmuştur. Hayaloğlu (2003) farklı starter kültürler kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde protein oranının %12.78-%17.27 değerleri arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar konu ile ilgili yukarıda bahsedilen çalışmalara ait sonuçlarla uyumluluk göstermiştir.

4.1.2.7. Suda çözünür azot oranı (WSN) (%)

Peynir biyokimyasal açıdan dinamik bir üründür ve olgunlaşma süresince önemli değişiklikler geçirmektedir. Proteoliz; peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen önemli bir biyokimyasal olay olup, peynir pıhtısındaki tekstürel değişimlerde etkili peptit ve serbest aminoasitlerin oluşumuna neden olarak peynirin lezzetini doğrudan etkilemektedir (Fox vd. 1995). Olgunlaşma sırasında peynirde meydana gelen proteoliz olayı; süt pıhtılaştırıcı enzimler, süt proteinazları (özellikle plazmin), starter olan ve olmayan mikroorganizmalar ile olgunlaşmayı hızlandırmak için kullanılan eksojen proteinazlar ve sekonder mikroorganizmaların salgıladıkları enzimler tarafından katalize edilmektedir (McSweeney ve Sousa 2000). Kazeinin hidrolizi sonucunda suda çözünmeyen büyük molekül ağırlıklı peptidler ve suda çözünebilen orta büyüklükteki peptidler oluşmaktadır. İlerleyen zamanda bu peptidler, ortamda bulunan starter ya da starter olmayan bakterilerin proteolitik enzimleriyle daha düşük molekül ağırlıklı peptidlere ve aminoasitlere parçalanmaktadır. Suda çözünen azot fraksiyonu, serum proteinlerini, düşük molekül ağırlıklı peptidleri ve serbest aminoasitleri içermektedir (McSweeney ve Fox 1997). Suda çözünür azotlu maddeler olgunlaşma sürecinde proteolize bağlı olarak gelişen peynirin tekstürü, tadı, kokusu ve yapısı açısından önemli bileşiklerdir (Fox vd. 1995).

Çizelge 4.18 ve Şekil 4.2’de beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen suda çözünür azot oranları gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca en düşük suda çözünür azot oranı (%0.35) depolamanın 1. gününde *L. acidophilus* içeren salamura beyaz peynirde, en yüksek suda çözünür azot oranı (%0.95) ise depolamanın son gününde kontrol grubu vakum paketli beyaz peynirlerde tespit edilmiştir. Suda çözünen azot

oranları beyaz peynirlerin tümünde depolamanın 90. gününde en yüksek değerlerini almıştır.



Şekil 4.2. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen suda çözünür azot oranı değerleri (%)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Çizelge 4.18. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen suda çözünür azot (%) oranları

Peynir örnekleri	Suda çözünür azot oranı (%)		
	Depolama süresi (gün)		
	1	45	90
KV	0.49±0.07*	0.70±0.00	0.95±0.11
KS	0.42±0.07	0.60±0.04	0.67±0.11
BV	0.46±0.04	0.74±0.04	0.81±0.04
BS	0.42±0.07	0.49±0.00	0.77±0.00
LV	0.53±0.04	0.67±0.04	0.81±0.11
LS	0.35±0.00	0.56±0.00	0.70±0.00

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarının beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranı değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Beyaz peynirlere ait suda çözünür azot oranı

değerleri üzerinde; farklı ambalajlama çeşidi kullanımının etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli iken, depolama süresinin etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın kullanılan bakteri çeşidinin beyaz peynir örneklerinin suda çözünen azot değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).

Çizelge 4.19. Beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Suda çözünür azot oranı (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.00381111	0.62
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.14822500	24.20**
Depolama Süresi (DS)	2	0.34395278	56.16***
BÇ X AÇ	2	0.00163333	0.27
BÇ X DS	4	0.00054444	0.09
AÇ X DS	2	0.002858833	0.47
BÇ X AÇ X DS	4	0.01306667	2.13
Hata	18	0.00612500	

** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.20’de gösterilen Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre vakum ambalajlı beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranları, salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranlarından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Gomes vd. (1998) peynirde yüksek tuz konsantrasyonlarının starter mikroorganizmaların, *Bifidobacterium lactis* ve *L. acidophilus* suşlarının gelişimlerini ve enzimatik aktivitelerini olumsuz etkilediğini saptamışlardır. Benzer şekilde Yılmaztekin vd. (2004) peynirde probiyotik suşların canlılığının tuz varlığından olumsuz etkilendiğini tespit etmişlerdir. Akalın ve Karaman (2011) vakum ambalajda depoladıkları beyaz peynirlerin suda çözünen azot oranlarının, salamura içinde depolanan beyaz peynirlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Vakum paketli beyaz peynirlerde suda çözünen azot oranının salamura içindeki beyaz peynirlere göre daha yüksek oluşunun, vakum paketli peynirlerin daha az tuz içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Çakmakçı ve Kurt (1993), %14 ve %17 olmak üzere farklı oranlarda tuz içeren iki ayrı salamurada 90 gün boyunca depoladıkları beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranlarını karşılaştırmışlar ve depolama süresi sonunda %14’lük salamurada olgunlaşan beyaz peynirlere ait tuz değerlerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar peynirde tuz oranı yükseldikçe laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin yavaşladığını, tuz oranı az olan peynirlerde protein parçalanmasının daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.20. Beyaz peynir örneklerinin suda çözünür azot oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Suda çözünürün azot oranı (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	0.64±0.18a
<i>B. bifidum</i>	0.61±0.16a
<i>L. acidophilus</i>	0.60±0.15a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	0.68±0.17a
Salamura	0.55±0.14b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	0.44±0.08c
45. gün	0.62±0.09b
90. gün	0.78±0.12a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Çizelge 4.20’de de görüleceği üzere depolama süresinin beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranları üzerindeki etkisinin önemli olduğu ve depolama süresince suda çözünür azot oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Hayaloğlu (2003) depolama süresi boyunca beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranlarında artış olduğunu saptamıştır. Araştırmacı, depolama süresince devam eden proteoliz olayı sonucu büyük moleküllü peptidlerin küçük moleküllü peptidlere ve aminoasitlere parçalanıp peptidlerin hidrofilik özelliklerinin artmasının suda çözünür azot miktarında artışa sebep olduğunu belirtmiştir.

Yılmaztekin vd. (2004) %2.5 ve %5.0 oranlarında probiyotik bakteri aşılansarak üretilen beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranlarının depolama süresince sırasıyla %0.33-%0.49 ve %0.36-%0.53 arasında, üretiminde probiyotik bakteri kullanılmayan kontrol grubu peynirlerde suda çözünür azot oranlarının ise %0.32-%0.49 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kontrol grubu peynirler ile %2.5 probiyotik bakteri aşılansarak üretilen peynirlerin suda çözünür azot oranları arasında önemli bir farklılık bulunmadığını, artan aşılama miktarıyla peynirlerin suda çözünür azot oranlarında artış meydana geldiğini saptamışlardır. Ayrıca üretimde probiyotik bakteri olarak kullanılan *B. bifidum* ve *L. acidophilus*’un peynirde zayıf bir proteolitik aktivite gösterdikleri, bu yüzden suda çözünür azot değerleri üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu; ancak artan aşılama miktarıyla proteolizin hızlandığı belirtilmiştir. Lynch vd. (1999) Cheddar peynirinde, Michaelidou vd. (2003) ise Feta peynirinde yaptıkları çalışmalarda üretimde ilave olarak probiyotik bakteri kullanılmasının peynirin suda çözünür azot oranları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Karakuş ve Alperden (1995) beyaz peynirde farklı starter kültür kullanımının beyaz peynirin suda çözünür azot değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını; ancak depolama süresince suda çözünür azot değerlerinde artış meydana geldiğini belirtmişlerdir.

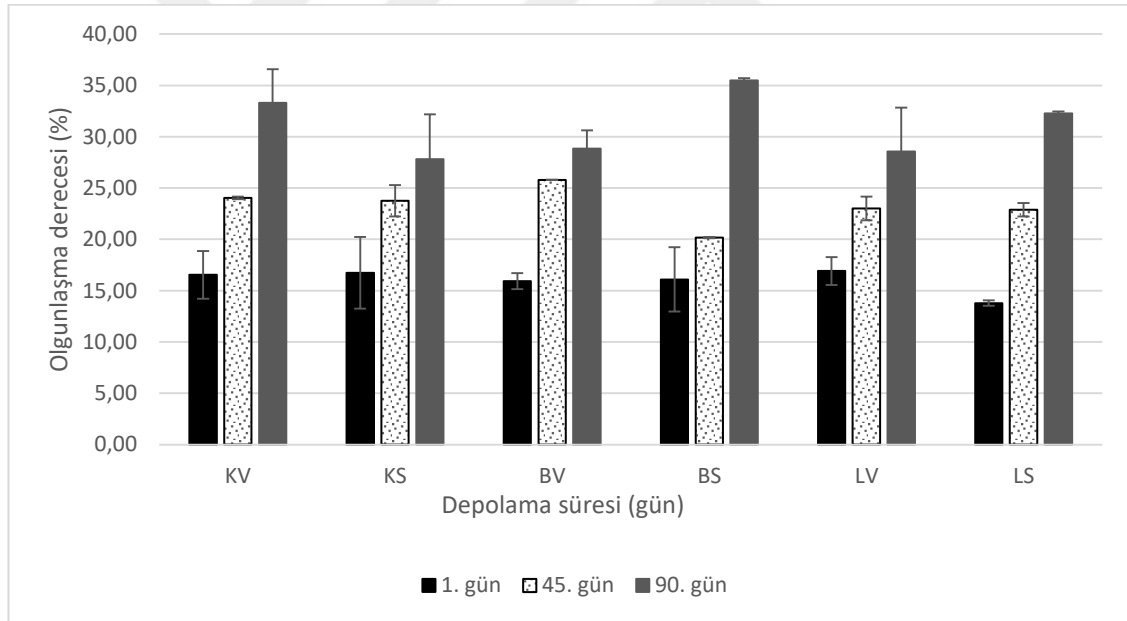
Tosun (2009), 90 gün depoladığı salamura beyaz peynirlere ait suda çözünür azot oranlarının depolama süresince artarak %0.26-%1.28 arasında değiştiğini belirtmiştir. Karaca (2007), farklı oranlarda proteolitik ve lipolitik enzim ilave ederek ürettiği ve 90

gün depoladığı beyaz peynirlerin suda çözünen azot oranlarının %0.19-%0.46 arasında değiştiğini ve depolama süresince suda çözünen azotlu madde oranlarında artış meydana geldiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Katsiari vd. (2000a), Michaelidou vd. (2003) ve Akan ve Kınık (2018) de yaptıkları çalışmalarda peynirlerde depolama süresince suda çözünen azot değerlerinde artış meydana geldiğini saptamışlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, konu ile ilgili bahsedilen çalışmalara ait sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

4.1.2.8. Olgunlaşma derecesinin belirlenmesi

Peynirin protein ve su içerikleri farklılık gösterebileceğinden dolayı suda çözünür azot genellikle toplam azota oranlanarak suda çözünür azota göre olgunlaşma indeksi hesaplanmaktadır. Peynir örneklerinde olgunlaşma derecesi, suda çözünen protein miktarının toplam protein miktarına oranı ile tespit edilmektedir.

Suda çözünür azota göre belirlenen olgunlaşma indeksi değerleri Çizelge 4.21 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Belirlenen en düşük olgunlaşma indeksi değeri (%13.78), salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde depolamanın 1. gününde; en yüksek olgunlaşma indeksi değeri (%35.49) ise depolamanın 90. gününde salamurada depolanan *B. bifidum* içeren beyaz peynir örneğinde belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen olgunlaşma dereceleri (%)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* i içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Çizelge 4.21. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen olgunlaşma dereceleri (%)

Peynir örnekleri	Olgunlaşma derecesi (%)		
	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	16.54±2.32*	24.04±0.12	33.29±3.29
KS	16.73±3.50	23.75±1.53	27.81±4.35
BV	15.93±0.78	25.80±0.02	28.85±1.76
BS	16.09±3.14	20.17±0.06	35.49±0.23
LV	16.91±1.35	23.00±1.15	28.55±4.28
LS	13.78±0.27	22.88±0.65	32.26±0.21

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Beyaz peynirlerde ana varyasyon kaynaklarına bağlı olarak depolama süresince belirlenen olgunlaşma derecesi değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.22’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ana varyasyon kaynaklarından depolama süresinin etkisinin beyaz peynirlerin olgunlaşma derecesi üzerine $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından bakteri çeşidi ve ambalajlama çeşidinin beyaz peynirlerin olgunlaşma dereceleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecesi (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Olgunlaşma derecesi (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	2.648178	0.28
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	1.746803	0.18
Depolama Süresi (DS)	2	679.230019	71.55***
BÇ X AÇ	2	4.586011	0.48
BÇ X DS	4	2.009278	0.21
AÇ X DS	2	10.425353	1.10
BÇ X AÇ X DS	4	24.431436	2.57
Hata	18	9.492869	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecesi (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin olgunlaşma derecelerinde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bir artış görülmüştür.

Çizelge 4.23. Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecesi (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Olgunlaşma derecesi (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	23.69±6.57a
<i>B. bifidum</i>	23.72±7.24a
<i>L. acidophilus</i>	22.90±6.59a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	23.66±6.20a
Salamura	23.22±7.37a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	16.00±2.47c
45. gün	23.27±1.88b
90. gün	31.04±4.06a

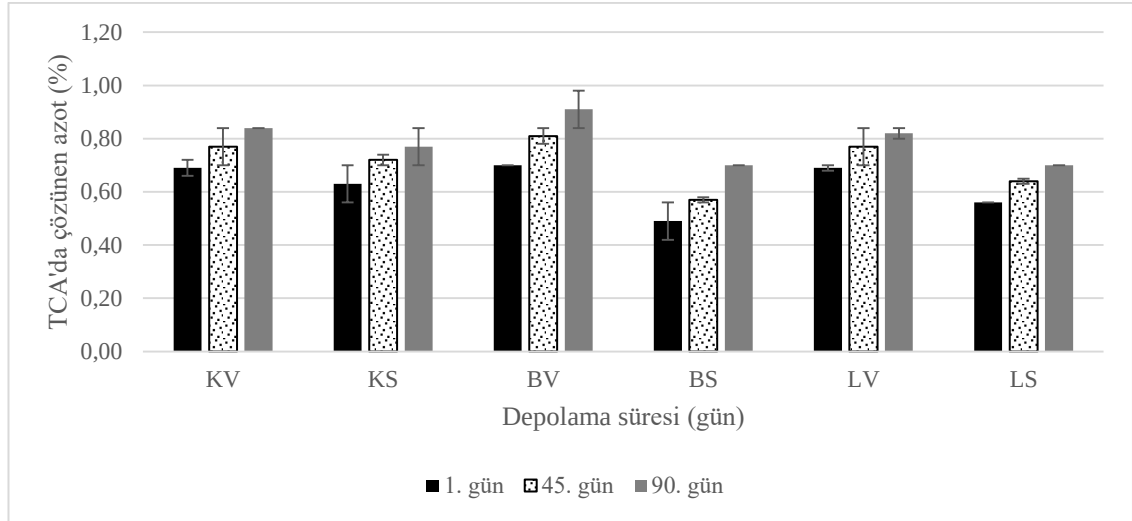
Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Çalışmamız sonucuna benzer şekilde Güven ve Karaca (2001), Cinbaş (2004), Akalın ve Karaman (2011) ve Akan ve Kınık (2018) depolama süresi boyunca beyaz peynirlerin olgunlaşma derecelerinin arttığını tespit etmişlerdir.

4.1.2.9. %12’lik Trikloroasetik asitte çözünür azot oranı (TCA) (%)

Proteinin hidrolizi sonucunda oluşan peptidler %12’lik TCA’da çözünür azotlu maddeleri veya bir başka deyişle protein olmayan azotlu maddeleri oluşturmaktadır (Fox 1989, McSweeney ve Fox 1997). TCA’da çözünür azotlu maddelerin peptid yapıları suda çözünür maddelerdeki peptid yapılarından daha küçüktür. TCA’da çözünür azot fraksiyonu orta ve küçük molekül ağırlıklı (<3000 dalton) peptidler, aminoasitler ve aminler, üre ve amonyum gibi küçük azotlu bileşikler içermektedir (Erkaya 2014). Proteoliz sonucu açığa çıkan parçalanma ürünlerinin çeşit ve miktarları, peynire özgün tat, aroma ve tekstürel özelliklerinin oluşumunda etkilidir (Yılmaztekin 2001).

Çizelge 4.24 ve Şekil 4.4’te beyaz peynirlerde depolama süresi boyunca belirlenen TCA’da çözünür azot oranı (%) değerleri verilmiştir. Beyaz peynirlere ait TCA’da çözünür azot oranları incelendiğinde, en düşük değer (%0.49) depolamanın 1. gününde salamura içinde depolanan ve üretiminde *B. bifidum* kullanılan peynir örneğinde, en yüksek değer (0.91) ise depolamanın 90. gününde vakum ambalaj içinde depolanan ve üretiminde *B. bifidum* kullanılan peynir örneğinde belirlenmiştir. Çizelge 4.24 ve Şekil 4.4 incelendiğinde depolama süresi boyunca TCA’da çözünür azot değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Beyaz peynir örneklerine ait depolama süresince belirlenen TCA'da çözünür azot oranı değerleri (%)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Çizelge 4.24. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TCA'da çözünür azot oranı (%) değerleri

Peynir örnekleri	TCA'da çözünür azot oranı (%)		
	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	0.69±0.03*	0.77±0.07	0.84±0.00
KS	0.63±0.07	0.72±0.02	0.77±0.07
BV	0.70±0.00	0.81±0.03	0.91±0.07
BS	0.49±0.07	0.57±0.01	0.70±0.00
LV	0.69±0.01	0.77±0.07	0.82±0.02
LS	0.56±0.00	0.64±0.01	0.70±0.00

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarının beyaz peynirlere ait TCA'da çözünür azot oranları üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak incelenmesi sonucu elde edilen değerler Çizelge 4.25'de verilmiştir. Beyaz peynirlerin TCA'da çözünür azot oranları üzerinde ambalajlama çeşidi ve depolama süresinin etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli, bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi interaksiyonunun etkisinin ise $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Yılmaztekin vd. (2004) üretiminde probiyotik starter kültür

kullanılmasının beyaz peynirlerde TCA'da çözünür azot oranı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu saptamışlardır. Milesi vd. (2009), probiyotik özelliği olan dört farklı laktobasil suşu (*Lactobacillus casei* I90, *Lactobacillus plantarum* I91, *Lactobacillus rhamnosus* I73 ve I75) kullanarak ürettikleri yumuşak ve yarı sert peynir olan Cremoso ve Pategras peynirlerinin TCA'da çözünür azot oranları üzerinde, üretiminde ilave olarak probiyotik bakteri kullanımının istatistiksel olarak önemli bir farklılığa sebep olmadığı tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.25. Beyaz peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot oranı (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	TCA (%)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.00640000	1.78
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.16537778	46.08***
Depolama Süresi (DS)	2	0.08013333	22.33***
BÇ X AÇ	2	0.01937778	5.40*
BÇ X DS	4	0.00188333	0.52
AÇ X DS	2	0.00004444	0.01
BÇ X AÇ X DS	4	0.00019444	0.05
Hata	18	0.00358889	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot oranı değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Beyaz peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot oranı (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TCA (%)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	0.74±0.08a
<i>B. bifidum</i>	0.70±0.15a
<i>L. acidophilus</i>	0.70±0.09a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	0.78±0.08a
Salamura	0.64±0.09b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	0.63±0.09c
45. gün	0.71±0.09b
90. gün	0.79±0.09a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Vakum pakette depolanan beyaz peynirlere ait TCA'da çözünür azot oranı değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynirlere ait TCA'da çözünür azot oranı değerlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fox vd. (1993); rennet, bakteriyel proteinaz ve peptidazların peynirde TCA'da çözünür azot fraksiyonlarının bir kısmının oluşumundan sorumlu olduklarını bildirmişlerdir. Vakum ambalajın düşük oksijen

geçirgenliğine sahip olmasının bakterilerin proteinaz aktivitesi üzerinde olumlu etki gösterdiği, bunun sonucunda da peynirde TCA'da çözünen azot oranlarında artış olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Hayaloğlu vd. (2012), vakum ambalajlanmış Mihaliç peynirlerinin TCA'da çözünür azot miktarının salamuradaki peynir örneklerinin TCA'da çözünür azot miktarından önemli derecede yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Depolama süresince beyaz peynirlerde belirlenen TCA'da çözünür azot oranı değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Ong vd. (2006), probiyotik bakteri kullanarak üretmiş oldukları Cheddar peynirinde TCA'da çözünen azot oranlarının depolama süresinin 8. haftasından sonra belirgin şekilde arttığını tespit etmişlerdir. Hayaloğlu (2003), farklı starter kültürler kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde %12'lik TCA'da çözünen azot oranlarında depolama süresince artış meydana geldiğini ve beyaz peynirlere ait TCA'da çözünen azot oranlarının depolama süresince %0.03-%0.32 arasında değiştiğini belirtmiştir. Yangılar (2010) ürettiği probiyotik peynirlere ait TCA'da çözünen azot oranlarının 60 günlük depolama süresince %0.54-%2.27 arasında değiştiğini ve depolama süresi boyunca artış gösterdiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Güven ve Karaca (2001), Yılmaztekin vd. (2004), Topçu ve Saldamlı (2006), Karaca (2007) ve Milesi vd. (2009) ürettikleri peynirlerde depolama süresi boyunca TCA'da çözünen azot oranlarının arttığını saptamışlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar konu ile ilgili bahsi geçen çalışmalara ait sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Üretilen beyaz peynirlerin depolama süresince toplam mezofil aerob bakteri, M17'e gelişen laktik asit bakterisi ile probiyotik bakteri olarak kullanılan *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayımları yapılmıştır.

4.2.1. Toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Üretilen beyaz peynirlerde depolama süresince belirlenen TMAB sayıları Çizelge 4.27 ve Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayıları (log kob/g)

Peynir örnekleri	TMAB sayısı (log kob/g)		
	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	8.05±0.04*	8.04±0.01	6.52±0.04
KS	7.83±0.02	8.54±0.51	6.36±0.05
BV	9.06±0.04	9.16±0.08	8.94±0.02
BS	8.93±0.01	9.24±0.04	8.71±0.01
LV	8.90±0.01	9.05±0.03	8.90±0.01
LS	9.37±0.04	9.29±0.00	8.81±0.00

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

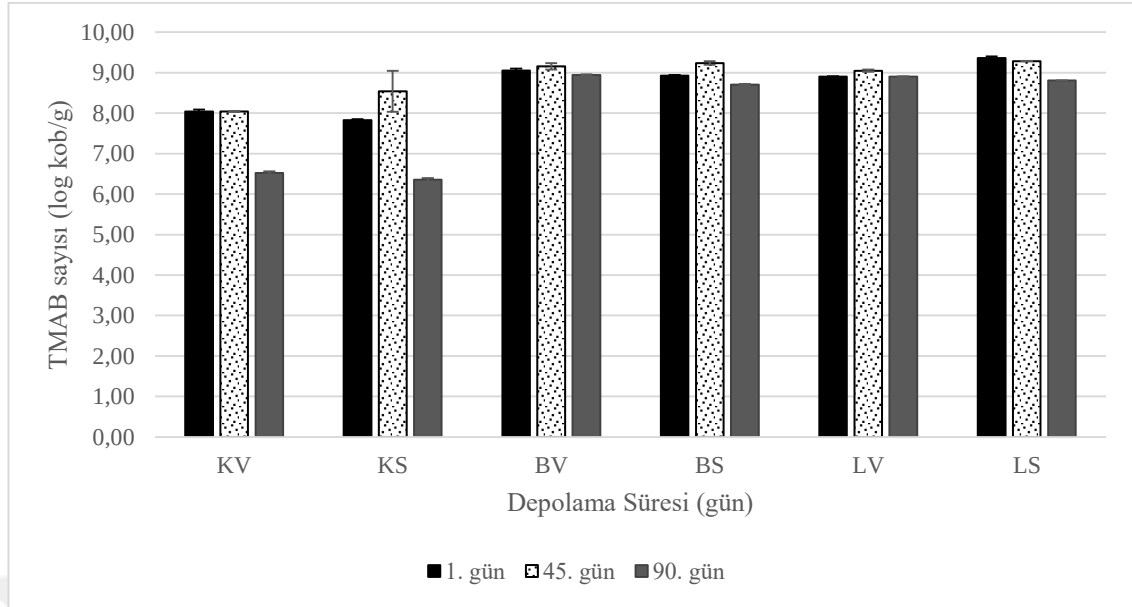
KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği



Şekil 4.5. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayısı (log kob/g)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salmurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salmurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salmurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Peynirlere ait en düşük TMAB sayısı (6.36 log kob/g) salmurada depolanan kontrol grubu beyaz peynirde depolamanın 90. gününde, en yüksek TMAB sayısı ise (9.37 log kob/g) *L. acidophilus* kullanılarak üretilen ve salamura içinde depolanan beyaz peynirde depolamanın 1. gününde belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	TMAB (log kob/g)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	8.69405833	280.23***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.02300278	0.74
Depolama Süresi (DS)	2	2.35303333	75.84***
BÇ X AÇ	2	0.06551944	2.11
BÇ X DS	4	0.88802917	28.62***
AÇ X DS	2	0.14101111	4.55**
BÇ X AÇ X DS	4	0.06046528	1.95
Hata	18	0.03102500	

** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.28’de verilen varyans analiz sonucunda beyaz peynir örneklerindeki TMAB sayısı üzerinde bakteri çeşidi, depolama süresi ve bakteri çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu, ambalajlama çeşidi x

depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ambalajlama çeşidi farklılığının ise TMAB sayısı üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

TMAB sayısı bakımından beyaz peynir örnekleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	TMAB (log kob/g)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	7.55±0.85b
<i>B. bifidum</i>	9.01±0.18a
<i>L. acidophilus</i>	9.05±0.21a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	8.51±0.81a
Salamura	8.56±0.91a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	8.69±0.56b
45. gün	8.88±0.50a
90. gün	8.04±1.14c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarının kontrol grubu beyaz peynirlerin TMAB sayılarından yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Benzer şekilde Yılmaztekin vd. (2004), farklı oranlarda probiyotik suşlar kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerin TMAB sayılarının probiyotik suş içermeyen kontrol grubu beyaz peynirlerin TMAB sayılarından yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Pino vd. (2017) laktobasil suşlarının ilavesiyle üretilen peynirlerdeki TMAB sayılarının, laktobasil suşları kullanılmadan üretilen kontrol grubu peynirlerin TMAB sayılarından yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Özdemir (1998), kontrol grubu ve *Lactobacillus sake* kullanarak ürettiği beyaz peynirleri vakum paketlenerek 180 gün depolamıştır. *L. sake* içeren peynirlerde TMAB sayısının 4.1×10^6 - 3.5×10^9 kob/g arasında, kontrol grubu peynirlerdeki TMAB sayısının ise 8.1×10^4 - 1.4×10^9 arasında değiştiğini saptamıştır. Corbo vd. (2001) üretiminde probiyotik bakterilerin kullanılmasının peynirdeki mezofilik bakterilerin canlı kalmasını ve çoğalmasını desteklediğini belirtmişlerdir.

Depolama süresince beyaz peynirlerdeki TMAB sayılarında başlangıç değerlerine göre artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Fontecha vd. (1990) peynir üretiminde kullanılan hammaddenin kalitesi, peynir üretim ve olgunlaşma şartları, uygulanan ısı işlemleri ve kullanılan starter kültürlerin beyaz peynirlerdeki TMAB sayılarını etkilediği belirtmişlerdir. Pino vd. (2017) kontrol grubu ve iki laktobasil suşu (*Lactobacillus rhamnosus* H25 ve *Lactobacillus paracasei* N24) kullanarak ürettikleri Pecorino Siciliano peynirlerinin TMAB sayılarının depolamanın 90. gününe kadar artış

gösterdiğini; ancak depolamanın ilerleyen günlerinde peynirlerdeki TMAB sayılarının azalarak 180. gün sonunda 6-7 log kob/g değerine düştüğünü tespit etmişlerdir. Nikolaou vd. (2002) az yağlı Batzos peynirinde olgunlaşmanın başlangıcında 8.49 log kob/g olan TAMB sayısının 30. günde 7.62 log kob/g seviyesine düştüğünü, daha sonra arttığını olgunlaşma periyodunun sonunda ise tekrar azaldığını belirtmişlerdir. Dağdemir (2006) ise yapmış olduğu çalışma sonucunda farklı starter kültürler kullanarak ürettiği ve salamura depoladığı beyaz peynir örneklerinin TMAB sayılarının depolama süresinin başlangıcından 60. güne kadar azaldığını, 90 günlük depolama süresi sonunda ise arttığını belirlemiştir. Yılmaztekin vd. (2004) farklı inokülasyon oranlarında probiyotik bakteri kullanarak ürettikleri beyaz peynirlere ait TMAB sayılarının 90 günlük depolama süresince 7.00-9.25 log kob/g arasında değiştiğini, Tosun (2009) farklı starter kültür kombinasyonları kullanarak üretmiş olduğu beyaz peynirlerin TAMB sayılarını 90 günlük depolama süresince 6.59-8.58 log kob/g arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yangılar ve Özdemir (2013), farklı probiyotik bakteriler kullanarak ürettikleri ve salamura depoladıkları beyaz peynirlerin TMAB sayılarını 6.70-8.36 log kob/g arasında tespit etmişlerdir. Wishah (2007) starter kültüre ek olarak *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* kullanarak ürettiği beyaz peynir örneklerinde TMAB sayısının 7.08-9.20 log kob/g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı depolama süresince beyaz peynir örneklerindeki TMAB sayılarında artış ve azalışlar görüldüğünü; ancak örneklerde depolama sonundaki TMAB sayılarının depolama başlangıcındaki TMAB sayılarından düşük olduğunu saptamıştır. Bahsedilen çalışmalarda elde edilen sonuçlar çalışmamızda belirlenen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca beyaz peynir örneklerinde depolama süresince TMAB sayılarında görülen azalmanın peynirin tuz miktarının artışından kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok bakteri suşunun tuza karşı toleransının oldukça düşük olmasından dolayı genel olarak peynir kütesine tuz geçişi ile TMAB sayılarındaki azalma eğilimi paralel göstermektedir (Uraz ve Özer 1999). Depolama süresince ortamda artan asitliğin de beyaz peynirlerde TMAB canlılığı üzerinde inhibe edici etki gösterdiği belirtilmektedir (Yangılar ve Özdemir 2013).

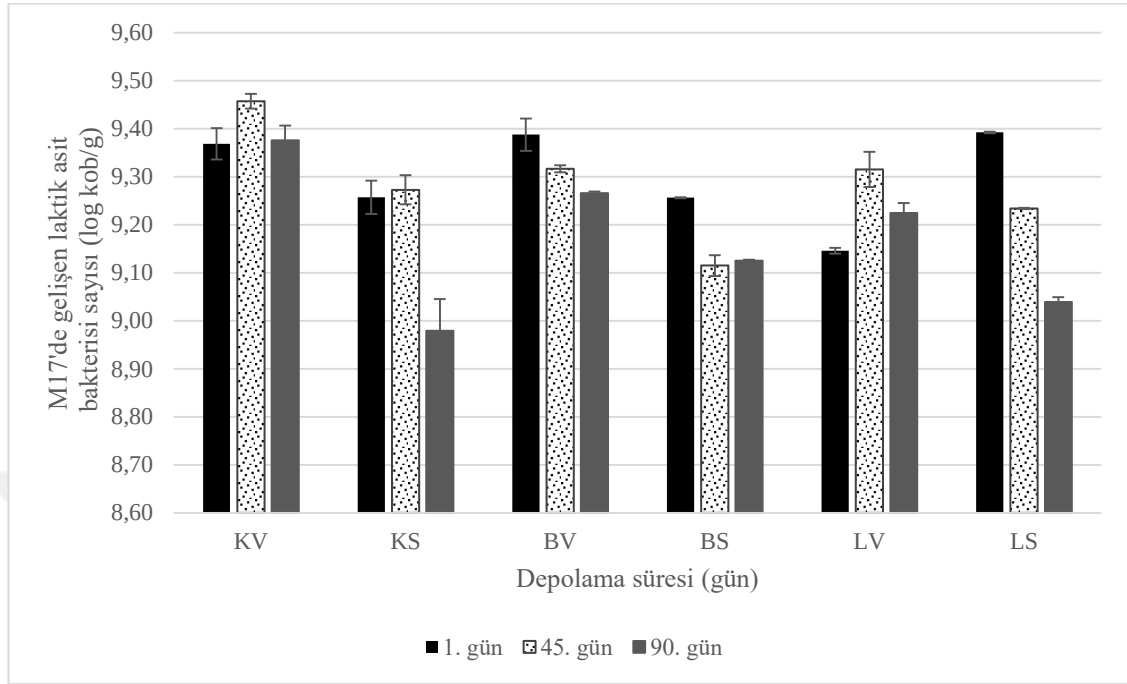
4.2.2. M17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı sonuçları

M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri, çoğunlukla peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılan *Lactococcus* cinsi bakterilerden oluşmaktadır.

Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri sayıları Çizelge 4.30 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. M17 agarda gelişen ortalama olarak en düşük laktik asit bakterisi sayısı (8.98 log kob/g) salamura depolanan kontrol grubu beyaz peynir örneklerinde depolamanın 90. gününde, en yüksek laktik asit bakterisi sayısı ise (9.46 log kob/g) vakum paketli kontrol grubu beyaz peynirlerde depolamanın 45. gününde tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonucunda bakteri çeşidi ve bakteri çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun beyaz peynir örneklerindeki M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı üzerine etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31). Beyaz peynir örneklerindeki M17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayısı üzerine ambalajlama çeşidi ve depolama süresi ile bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi ve ambalajlama çeşidi x depolama süresi interaksiyonlarının etkisinin $P<0.001$ düzeyinde, bakteri çeşidi x

ambalajlama çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17'de gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/g)

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

Çizelge 4.30. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayıları (log kob/g)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	9.37±0.03*	9.46±0.02	9.38±0.03
KS	9.26±0.03	9.27±0.03	8.98±0.07
BV	9.39±0.03	9.32±0.01	9.27±0.00
BS	9.26±0.00	9.12±0.02	9.13±0.00
LV	9.15±0.01	9.32±0.04	9.22±0.02
LS	9.39±0.00	9.23±0.00	9.04±0.01

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.31. Beyaz peynir örneklerinin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	M17'de gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/g)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.01126944	7.82*
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.15602500	108.23***
Depolama Süresi (DS)	2	0.06167778	42.78***
BÇ X AÇ	2	0.03975833	27.58***
BÇ X DS	4	0.00921528	6.39*
AÇ X DS	2	0.04563333	31.65***
BÇ X AÇ X DS	4	0.01412917	9.80**
Hata	18	0.00144167	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, ** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinde belirlenen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Beyaz peynir örneklerinin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/g)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	9.29±0.16a
<i>B. bifidum</i>	9.24±0.10b
<i>L. acidophilus</i>	9.23±0.11b
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	9.32±0.09a
Salamura	9.19±0.13b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	9.30±0.09a
45. gün	9.29±0.11a
90. gün	9.17±0.14b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde probiyotik bakteri kullanılan beyaz peynirlerde tespit edilen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı, kontrol grubu beyaz peynirlerdeki laktik asit bakterisi sayısından düşük bulunmuştur. Söz konusu farklılığın peynir üretiminde probiyotik bakteri kullanımı sonucu ortamda fermente edilebilir kaynakların daha hızlı tükenmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Yangılar ve Özdemir (2013) yaptığı bir çalışmada *B. bifidum* BB-12; *B. bifidum* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-5; *B. longum* kullanarak ürettiği probiyotik beyaz peynirlerin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının kontrol grubu beyaz peynirin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısından düşük olduğunu tespit etmiştir. Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada;

çalışmamızdaki sonuçlardan farklı olarak, prato peynirlerinde probiyotik mikroorganizmaların varlığının laktokokların canlılığını etkilemediği belirtilmiştir (Chaves ve Gigante 2016). Yapılan bir diğer çalışmada peynir üretiminde starter kültürlerle ek olarak bazı bakteri suşları (*Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* ve *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans*) kullanılarak üretilen örneklerin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısının depolama süresi sonunda kontrol grubu örneklerden yüksek değere sahip oldukları tespit edilmiş olup, bu durum ek kültür olarak kullanılan laktobasillerin laktokoklar üzerine sinerjik etki yapması sonucu laktokok sayılarının daha yüksek olması ile açıklanmıştır (Wishah 2007).

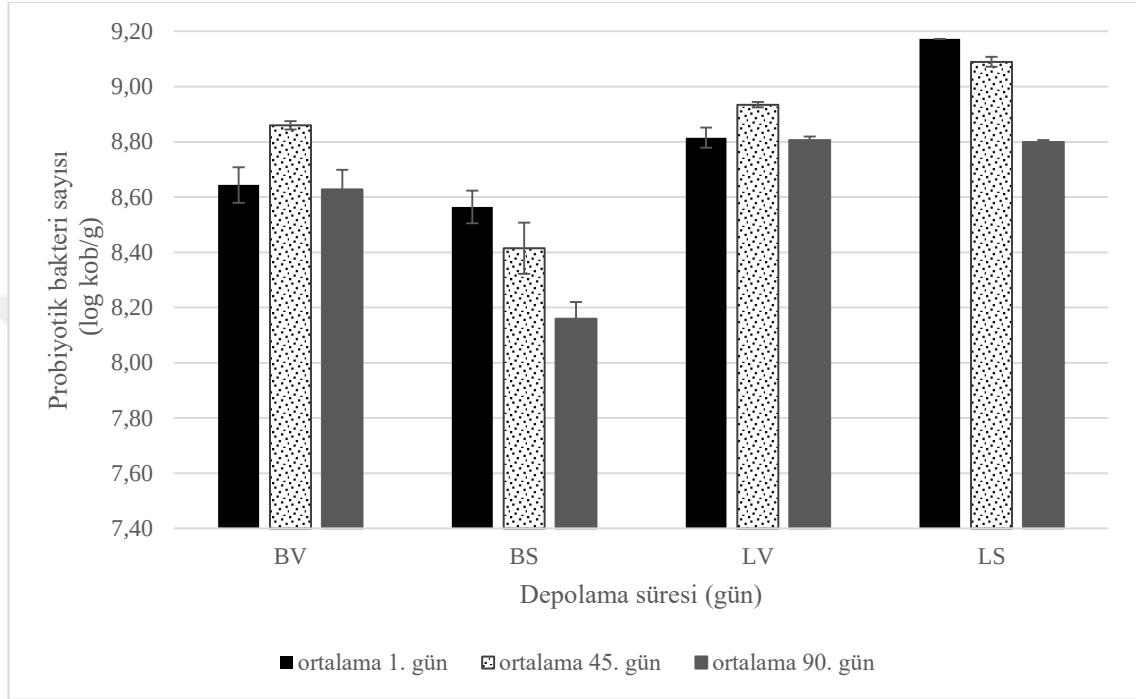
Vakum paketli beyaz peynirler ile salamurada depolanan beyaz peynirlere ait M17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayıları karşılaştırıldığında, vakum paketli beyaz peynirlere ait değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Akalın ve Karaman (2011), vakum pakette depolanan beyaz peynirlerin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının salamura içinde depolananlardan daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çalışmamızda depolama süresinin ilk 45 gününde beyaz peynirlerin M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmazken, 45. günden sonra M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısında azalma görülmüş olup söz konusu azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Benzer şekilde Erkaya (2014), yaptığı bir çalışmada beyaz peynir örneklerindeki M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının depolamanın 60. gününden sonra belirgin bir şekilde azalma gösterdiğini saptamıştır. Kasımoğlu vd. (2004), probiyotik bakteri kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerdeki M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının depolamanın ilk 7 gününde arttığını, devam eden depolama periyodunda ise azaldığını belirlemişlerdir. Depolama süresince görülen azalmanın, olgunlaşma periyodunda peynirde gelişen asitliğin laktik asit bakteri gelişimini inhibe etmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Konu ile ilgili olarak Chaves ve Gigante (2016), depolama boyunca peynir örneklerindeki laktokokların sayılarında görülen azalmanın nedenini pH, tuz konsantrasyonu ve fermente edilebilir karbonhidratların eksikliği gibi faktörlere bağlamışlardır. Yangılar (2010), üretmiş olduğu beyaz peynirlerdeki M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarında depolama süresince artış ve azalışlar olduğunu tespit etmiş ve bu durumun peynir üretiminde uygulanan teknolojik işlemlerden, kullanılan çiğ sütün kalitesinden ve farklı starter kültür kullanımından kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Yapılan bir çalışmada probiyotik beyaz peynir örneklerinde başlangıçta 10^8 kob/g olarak belirlenen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının depolama süresince azalarak 120. günün sonunda 10^5 kob/g olduğu belirlenmiştir (Kılıç vd. 2009). Yangılar ve Özdemir (2013) beyaz peynir örneklerinde laktokokların sayısının depolamanın ilk 15 gününde arttığını, sonraki günlerde ise azalış gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar beyaz peynirde M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayılarının 5.34-8.43 log kob/g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Öner vd. (2006), yaptıkları çalışmada çiğ süttten ürettikleri beyaz peynirlerdeki starter kültür olarak kullanılan laktokok türü bakterilerin sayılarının 105 günlük depolama süresince azalarak 8.14 log kob/g'dan 6.47 log kob/g'a düştüğünü saptamışlardır. Wishah (2007), ürettiği beyaz peynirlerde depolama süresince M17'de gelişen laktik asit bakteri sayılarının 7.03-9.19 log kob/g arasında değiştiğini belirtmiştir. Pino vd. (2017), yaptıkları çalışmada üretmiş oldukları peynirlerin laktokok sayılarının depolama süresince 6.12-9.11 log kob/g

arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Konu ile ilgili bahsedilen çalışmalarda elde edilen sonuçlar, çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.2.3. *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayımı sonuçları

Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen *B. bifidum* ve *L. acidophilus* sayıları Çizelge 4.33 ve Şekil 4.7’de verilmiştir



Şekil 4.7. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen probiyotik bakteri sayıları (log kob/g)

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

En düşük *B. bifidum* sayısı (8.16 log kob/g) salamurada depolanan beyaz peynir örneğinde depolamanın 90. gününde, en yüksek *B. bifidum* sayısı ise (8.86 log kob/g) vakum paketli kontrol grubu beyaz peynirde depolamanın 45. gününde tespit edilmiştir. En düşük *L. acidophilus* sayısı (8.80 log kob/g) salamurada depolanan beyaz peynir örneğinde depolamanın 90. gününde, en yüksek *L. acidophilus* sayısı ise (9.17 log kob/g) salamurada depolanan beyaz peynir örneğinde depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynirlerin içerdiği probiyotik bakteri sayıları üzerinde, bakteri çeşidi ve depolama süresi ile bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi etkisinin $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu, ambalajlama çeşidinin etkisinin $P < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ambalajlama çeşidi x depolama süresi etkisinin $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.33. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen probiyotik bakteri sayıları (log kob/g)

Peynir örnekleri	Probiyotik bakteri sayıları (log kob/g)		
	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
BV	8.64±0.06*	8.86±0.01	8.63±0.07
BS	8.56±0.06	8.42±0.09	8.16±0.06
LV	8.81±0.04	8.93±0.01	8.81±0.01
LS	9.17±0.00	9.09±0.02	8.80±0.01

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamura depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamura depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.34. Beyaz peynir örneklerinin probiyotik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Probiyotik bakteri sayısı (log kob/g)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	1	0.90481667	200.70***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	0.04001667	8.88*
Depolama Süresi (DS)	2	0.12250417	27.17***
BÇ X AÇ	1	0.38001667	84.29***
BÇ X DS	2	0.00070417	0.16
AÇ X DS	2	0.07632917	16.93**
BÇ X AÇ X DS	2	0.00437917	0.97
Hata	12	0.00450833	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinde belirlenen *B. bifidum* ve *L. acidophilus* sayılarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir. Depolama süresince üretiminde *L. acidophilus* kullanılan beyaz peynir örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının, üretiminde *B. bifidum* kullanılan beyaz peynir örneklerindeki *B. bifidum* sayısından yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Vakum pakette depolanan beyaz peynirler ile salamura depolanan beyaz peynirler kıyaslandığında, vakum paketlenmiş beyaz peynirlerin daha yüksek sayıda probiyotik bakteri içerdiği tespit edilmiştir. Probiyotik mikroorganizmaları gelişimlerini sınırlayan en önemli faktörler tuz ve çözünmüş oksijendir. Peynirin oksijen içeriği yaklaşık 3 hafta içerisinde ortadan kalkmakta ve peynir anaerob mikroorganizmalar için elverişli bir ortam haline gelmektedir (Gomes ve Malcata, 1998). Peynirin bu özelliğinin yanı sıra vakum ambalajın hem oksijen içeriğinin hem de tuz içeriğinin sınırlayıcı etkileri göz önünde bulundurulduğunda, vakum ambalajlı peynir örneklerinde anaerob bakteri

sayısının yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak Akalın ve Karaman (2011), 90 günlük depolama süresince vakum paketli beyaz peynirlerin laktobasil sayısının salamura içindeki beyaz peynirlerin laktobasil sayısından yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Vakum pakette ve salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin laktobasil sayıları depolamanın 1. gününde sırasıyla 6.95 log kob/g ve 7.23 log kob/g iken, 90. günlerinde sırasıyla 8.05 log kob/g ve 7.88 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Yapılan bir çalışmada 120 günlük depolama süresi sonunda vakum paketli beyaz peynirlerin içerdiği *B. bifidum* sayılarının, salamura içindeki beyaz peynirlerin *B. bifidum* sayılarından yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada benzer şekilde, vakum paketli olarak depolanan beyaz peynirlerin içerdiği *L. acidophilus* sayılarının da salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin *L. acidophilus* sayılarından yüksek olduğu belirlenmiştir (Erkaya ve Şengül 2015). Kasımoğlu vd. (2014) vakum paketli olarak depolanan beyaz peynirlerin *L. acidophilus* sayısının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin *L. acidophilus* sayısından yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada vakum paketli ve salamura içindeki peynirlerin tuz oranlarının farklı olmasının peynirlerin *L. acidophilus* sayıları üzerinde etkili olabileceği değerlendirilmiştir. Depolamanın ilk 45 gününde beyaz peynir örneklerinde probiyotik bakteri sayılarındaki değişim istatistiksel olarak önemsizken, 45. günden 90. güne kadar probiyotik bakteri sayılarında önemli bir azalma tespit edilmiştir. Kılıç vd. (2009) starter kültüre ek olarak probiyotik bakteri (*L. fermentum* ve *L. plantarum*) kullanıp ürettikleri peynirlerde laktobasil sayılarının 90 günlük depolama süresince 10^8 kob/g seviyesinde sabit kaldığını, depolamanın 120. gününde ise hızla azalarak 5.0×10^5 kob/g'a düştüğünü belirlemişlerdir. Kasımoğlu vd. (2004) *L. acidophilus* kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerde depolamanın 4. gününe kadar *L. acidophilus* sayılarının artarak 10^9 - 10^{10} kob/g seviyelerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar Türk tipi beyaz peynirdeki tuz difüzyon katsayısının 0.9 - $1 \text{ cm}^2/\text{gün}$ olduğunu, bu nedenle peynirin merkezinde yüksek su ve düşük tuz içeriklerinin hem *L. acidophilus*'u hem de starter kültürde yer alan laktokokları destekleyebileceğini belirtmişlerdir. Depolama süresi sonunda vakum paketli ve salamura içindeki peynirlerde *L. acidophilus* sayılarının sırasıyla 10^7 ve 10^6 kob/g'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince *L. acidophilus*'un sayısındaki azalışın; peynirin su içeriğinin azalmasından, tuz içeriğinin artmasından ve düşük depolama sıcaklığından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Gürsoy vd. (2014), ürettikleri beyaz peynirlerin *B. longum* sayılarını depolamanın 1. gününde 9.35 log kob/g seviyesinde tespit etmiş olup, 60. güne kadar bu değerin sabit kaldığını ve sonrasında 7.83 log kob /g seviyesine düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar beyaz peynirlerde *B. longum* sayısında görülen azalmanın düşük pH ve yüksek tuz içeriğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Gürsoy ve Kınık (2010), ürettikleri beyaz peynirlerdeki *L. paracasei* subsp. *paracasei* sayısının depolamanın 1. gününde 2.54×10^9 kob/g'dan depolama süresi sonunda 1.11×10^8 kob/g değerine düştüğünü saptamışlardır. *B. bifidum* kullanarak ürettikleri peynirlerde ise depolama başlangıcındaki *B. bifidum* sayısı 8.10×10^7 kob/g iken depolama süresi sonunda 2.03×10^9 kob/g olarak tespit edilmiştir. Mc Brearty vd. (2001), *B. lactis* Bb-12 ve *B. longum* BB536 suşları kullanılarak ürettikleri Cheddar peynirinde depolamanın 1. gününde 8.6×10^8 kob/g olan *B. lactis* BB-12 sayısını 6 aylık depolama sonunda 1.8×10^8 kob/g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar depolama boyunca peynir örneklerinde *B. lactis* BB12 sayısında belirgin bir değişme gözlemlememişlerdir. Peynir örneklerindeki *B. longum* BB536 sayısı, depolamanın ilk gününde 2.8×10^6 kob/g iken, 6

aylık depolama süresi sonunda azalarak 1.7×10^5 kob/g seviyesine düşmüştür. Bergamini vd. (2006), yarı sert Arjantin peynirinde ilave starter kültür olarak kullandıkları *L. acidophilus*'un sayısının peynir örneklerinde 7.98-8.51 log kob/g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Erkaya ve Şengül (2015) ürettikleri probiyotik peynirlerde depolamanın ilk gününde 10^7 kob/g'dan yüksek olan *B. bifidum* DSMZ 20456 ve *L. acidophilus* DSMZ 20079 sayılarının, 120 günlük depolama süresi sonunda 10^6 kob/g değerinin üzerinde olduğunu saptamışlardır. Yılmaztekin vd. (2004), %2.5 ve %5 oranlarında *B. bifidum* BB-02 kullanarak ürettikleri beyaz peynir örneklerinin depolamanın 1. gününde içerdiği *B. bifidum* sayılarını sırasıyla 7.0×10^8 kob/g ve 1.2×10^9 kob/g olarak tespit etmişlerdir. Beyaz peynir örneklerinde depolamanın 90. gününde *B. bifidum* sayıları azalmış olup %2.5 ve %5 oranlarında *B. bifidum* BB-02 kullanılarak üretilen beyaz peynirde *B. bifidum* sayıları sırasıyla 4.0×10^6 kob/g ve 1.1×10^7 kob/g olarak saptanmıştır. Depolamanın 1. gününde %2.5 ve %5 oranlarında *L. acidophilus* LA-5 kullanılarak üretilen peynirlerdeki *L. acidophilus* LA-5 sayısı sırasıyla 4.4×10^8 kob/g ve 9.8×10^8 iken, depolama süresi sonunda sırasıyla 2.0×10^6 kob/g ve 9.0×10^6 kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda %5 inokülasyon oranı ile üretilen peynirlerdeki probiyotik bakteri sayısının %2.5 inokülasyon oranı ile üretilen peynirlerden yüksek olduğu belirlenmiş ve yüksek oranda probiyotik bakteri inokülasyonu ile depolama süresi sonunda peynir örneklerinde daha fazla canlı bakteri sayısı elde edilebildiğini belirtilmiştir.

Çizelge 4.35. Beyaz peynir örneklerinin probiyotik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Probiyotik bakteri sayısı (log kob/g)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
<i>B. bifidum</i>	8.55±0.23b
<i>L. acidophilus</i>	8.94±0.15a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	8.78±0.12a
Salamura	8.70±0.36b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	8.80±0.24a
45. gün	8.82±0.26a
90. gün	8.60±0.27b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çalışmamızda, depolama süresi sonunda beyaz peynir örneklerinde belirlediğimiz probiyotik bakteri sayıları literatürdeki diğer çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Probiyotik bakterilerin sayılarındaki bu farklılıkların inokülasyon oranı, farklı bakteri ve suş kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik etki için ürünlerde probiyotik bakterilerin en az 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde bulunması gerektiği belirtilmektedir (Gürsoy ve Kınık 2006). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne göre probiyotik gıda, içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda (10^6 kob/g) canlı probiyotik mikroorganizma bulundurmak zorundadır (Anonim 2006b). Depolama süresince probiyotik bakteri sayısında azalma meydana gelmesine rağmen, beyaz peynir

örneklerinde 90 gün sonunda elde edilen değerlerin probiyotik etki için gerekli olan en az canlı probiyotik bakteri sayısının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

4.3. Beyaz Peynir Örneklerinde Belirlenen Uçucu Bileşikler

Aroma, peynirin karakteristik özelliklerini belirleyen en önemli kalite kriterlerinden biridir. Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen glikoliz, proteoliz, lipoliz ve ikinci reaksiyonlar sonucu oluşan düşük molekül ağırlıklı bileşenler peynirin aromasında önemli derecede etki göstermektedir. Peynir aroması, tek başlarına peynir lezzetini etkilemeyen yüzlerce uçucu bileşiğin meydana getirdiği kompleks bir karışımdır (McSweeney ve Sousa, 2000). Söz konusu bileşikler özellikle mikrobiyal enzimlerin etkisiyle peynirdeki protein, yağ, laktoz, laktat ve sitratın farklı ve karmaşık biyokimyasal yollar ile parçalanmaları sonucu oluşan uçucu metabolitlerdir (Bintsis ve Robinson, 2004). Depolama süresince beyaz peynirlere ait uçucu bileşiklerde meydana gelen değişimler GC-MS tekniği ile belirlenmiş olup, analiz sonucunda elde edilen verilen Çizelge 4.36’ de verilmiştir.

Genel olarak peynirde, karbonhidrat metabolizması sonucu primer alkoller, amino asit metabolizması ile dallanmış zincirli alkoller ve aromatik alkoller, yağ asitleri katabolizması ile de sekonder ve doymamış alkoller meydana gelmektedir (Hayaloğlu vd. 2012). 2-propanol, 3-metil-1-bütanol ve 2-pentanol çalışmamızda depolama süresince peynir örneklerinde belirlenen alkollerdir. 2-propanol tüm beyaz peynir örneklerinde depolama süresince tespit edilmiştir. Hayaloğlu vd. (2012) Mihaliç peynirinde, Bintsis ve Robinson (2004) Feta peynirinde, Collin ve vd. (1993) Domiati peynirinde 2-propanol tespit etmişlerdir. Çizelge 4.36’da da görüldüğü üzere kontrol grubu peynirlerde 3-metil-1-bütanol miktarının diğer peynir örneklerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Üretilen beyaz peynir örneklerinin tümünde depolama süresince 3-metil-1-bütanol miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Collin vd. (1993), Domiati peynirinde 3-metil-1-bütanolün miktarının depolama süresince arttığını belirtmişlerdir. Hayaloğlu vd. (2012) Mihaliç peynirinde 3-metil-1-bütanolün yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu ve 360 günlük depolama süresince salamura peynirde alkol seviyesinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Özer vd. (2011), dört farklı *Lactobacillus lactis* suşu kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde 3-metil-1-bütanol saptamış olup, peynirlerin 3-metil-1-bütanol seviyelerindeki farklılığının üretiminde kullanılan suşların dehidrojenaz aktivitesindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Bintsis ve Robinson (2004) feta peynirinde, Massouras vd. (2006) keçi ve koyun sütü kullanarak yaptıkları teleme peynirinde, Cárdenas vd. (2014) *Lactobacillus salivarius* kullanılarak üretilen peynirlerde 3-metil-1-bütanol tespit etmişlerdir. Kondyli vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada; 3-metil-1-bütanolün Feta peynirlerinde yüksek konsantrasyonda bulunduğu, bu bileşiğin bazı yumuşak peynirlerin hoşça giden aromasının oluşumundan sorumlu olduğu ve alkolik çiçek kokusu verdiği belirlenmiştir. Çalışmamızda salamura içinde depolanan beyaz peynir örneklerindeki 3-metil-1-bütanol miktarının vakum paketli beyaz peynir örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu farklılığın peynirlerin protein oranlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Depolama süresince belirlenen salamura içindeki beyaz peynirlere ait ortalama protein miktarlarının vakum paketli beyaz peynirlerden düşük olduğu Çizelge 4.17’de belirtilmiştir. Proteinlerin parçalanması sonucu oluşan aminoasitler alkol oluşumunda etkili rol oynamaktadır. Ayrıca salamura içindeki peynirlerde depolama süresi sonunda 3-hidroksi-2-bütanondan sonra en fazla miktarda

belirlenen ikinci bileşik 3-metil-1-bütanol'dür (Çizelge 4.36). Çalışmamız sonucunda tüm peynir örneklerinde 2-pentanol belirlenmiş olup, peynir örneklerinde depolama süresince 2-pentanol miktarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Fernandez-Garcia vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada Manchego peynirindeki önemli alkollerden birinin 2-pentanol olduğu ve depolama süresi uzadıkça alkol bileşiklerinde artış bulunduğu saptanmıştır. Cuffia vd. (2017), *Lactobacillus rhamnosus* kullanarak ürettikleri probiyotik pasta filata peynirinde 2-pentanol tespit etmişlerdir. Şahingil vd. (2014), *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus casei* kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerdeki 2-pentanol içeriğinin *L. helveticus* ve *L. casei* içermeyen kontrol grubu beyaz peynirlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Özer vd. (2011), dört farklı *Lactobacillus lactis* suşu kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerdeki 2-pentanol içeriğinin *Lactobacillus lactis* suşu kullanılmadan üretilen kontrol grubu beyaz peynirlere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Laktik asit bakterileri tarafından sitrat metabolizması yoluyla meydana gelen 2,3-bütandion (diasetil), diasetil-redükdaz enzimi vasıtasıyla indirgenerek 3-hidroksi-2-bütanon'u (asetoin) oluşturmaktadır (Kesenkaş ve Akbulut 2006). Çalışmamızda beyaz peynir örneklerinde depolama süresi sonunda belirlenen toplam uçucu bileşenlerin %28.89-%46.99'unu oluşturarak en yüksek seviyede belirlenen uçucu bileşen 3-hidroksi-2-bütanon'dur. Benzer şekilde Cuffia vd. (2017), *Lactobacillus rhamnosus* kullanarak ürettikleri probiyotik pasta filata peynirinde hem probiyotik bakteri içeren hem de probiyotik bakteri içermeyen kontrol grubu peynirlerde uçucu bileşiklerin büyük kısmını ketonların oluşturduğunu, bunların en önemlisinin ise 3-hidroksi-2-bütanon olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar *Lactobacillus rhamnosus* varlığında peynirde 3-hidroksi-2-bütanon üretiminin arttığını belirlemişlerdir. Çalışmamız sonucunda vakum ambalajlı beyaz peynirlerin 3-hidroksi-2-bütanon içeriğinin salamura içinde depolanan beyaz peynirlere göre daha yüksek olduğu ve depolama süresince 3-hidroksi-2-bütanon miktarının azaldığı belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara benzer olarak Hayaloğlu vd. (2012), 3-hidroksi-2-bütanon içeriğinin vakum paketli Mihaliç peynirlerinde salamura içindeki peynirlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Dirinck ve De Winne (1999) Emmental ve Gouda peynirlerinde, Bintsis ve Robinson (2004) Feta peynirinde, Massouras vd. (2006) keçi ve koyun sütü kullanarak ürettikleri teleme peynirlerinde, Kesenkaş ve Akbulut (2006) destek kültür olarak bazı mayaları kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerde, Cárdenas vd. (2014) *L. salivarius* içeren peynirlerde 3-hidroksi-2-bütanon tespit etmişlerdir. Aldehitlerin hızlı bir şekilde ilgili alkollere indirgenmeleri veya asitlere okside olmalarından dolayı peynirlerde geçici aroma bileşikler oldukları belirtilmiştir (McSweeney ve Sousa, 2000). Oktanal, nonanal ve dekanal çalışmamızda belirlenen aldehitlerdir. Oktanal, salamura içindeki beyaz peynirlerde tespit edilememekle birlikte, vakum ambalajlı beyaz peynirlerde depolama süresi sonunda belirlenen tüm uçucu bileşenlerin %5.76-%7.12'lik kısmını oluşturmaktadır (Çizelge 4.36). Nonanal ve dekanal depolama süresince genel olarak azalış göstermiştir. Ziino vd. (2005) Sicilya peynirinde hekzanal ve nonanalın peynir aromasının oluşumunda etkili olan en önemli aldehitler olduğunu belirtmişlerdir. Hayaloğlu vd. (2012), salamuradaki mihaliç peynirinde nonanal; Karaman (2007), yağı azaltılmış beyaz peynirde nonanal ve dekanal tespit etmişlerdir. Bintsis ve Robinson (2004) hekzanal, oktanal, nonanal ve pentanal, destek kültür olarak *Yarrowia lipolytica* ve *Debaryomyces hansenii* kullanılarak ürettikleri Feta peynirinde belirlemişlerdir. Leclercq-Perlat vd. (2004) *D. hansenii* ve *Kluyveromyces marxianus* kullanarak ürettikleri peynirlerde nonanal, dekanal, oktanal saptamışlardır. Hidrokarbonlar, ikincil lipid oto-oksidasyon ürünleridir ve bu bileşenler,

diğer uçucu bileşiklerin oluşumu için öncü olarak işlev görmesine rağmen, peynir aromasına önemli bir katkı sağlamamaktadır (Bintsis ve Robinson 2004). Çalışmamızda beyaz peynir örneklerinin tamamında 2,2,4,6,6-pentametil-heptan belirlenmiştir. En yüksek 2,2,4,6,6-pentametil-heptan miktarı *B. bifidum* içeren vakum paketli beyaz peynirde olmakla birlikte, tüm vakum paketli peynirlerdeki 2,2,4,6,6-pentametil-heptan miktarının salamura içindeki peynirlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Karaman (2007) yağı azaltılmış beyaz peynirde, Bintsis ve Robinson (2004) Feta peynirinde 2,2,4,6,6-pentametil-heptan tespit etmişlerdir. Çalışmamızda N-metil-metanamin tüm beyaz peynir örneklerinde belirlenmiş olup, kontrol grubu peynirlerdeki miktarının probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Gaz kromatografisinde alıkonma sürelerini sistemden bağımsız sabitlere dönüştürmek için Kovats alıkonma indeksi değeri (Kovats indeksi, retansiyon indeksi veya çoğul alıkonma indeksleri) kullanılmaktadır. Kovats alıkonma indeksi değerine göre, karbon sayısı artışına bağlı olarak bileşiklere ait alıkonma süreleri artış göstermektedir (Kovats 1958). Yaptığımız çalışmada tespit edilen uçucu bileşiklerin, Kovats alıkonma indeksi değerlerine uyum gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.36. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşiklere ait Kovats alıkonma indeksi değerleri

Uçucu Bileşikler	Kapalı Formül	Karbon Sayısı	RT (dk)
N-metil-metanamin	CH ₅ N	1	0.98
2-Propanol	C ₃ H ₈ O	3	0.80
3-Hidroksi-2-bütanon	C ₄ H ₈ O ₂	4	2.01
3-metil-1-bütanol	C ₅ H ₁₂ O	5	1.95
2-Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	5	2.75
Octanal	C ₈ H ₁₆ O	8	6.94
Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	9	8.71
Dekanal	C ₁₀ H ₂₀ O	10	10.56
2-2-4-6-6-Pentametil Heptan	C ₁₂ H ₂₆	12	11.15
d-nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	15	13.43

Çizelge 4.37. Beyaz peynir örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler (%)

	Gün	2- Propanol	3-metil-1-bütanol	2-Pentanol	d-nerolidol	3-hidroksi-2-bütanon (asetoin)	Octanal	Nonanal	Dekanal	2,2,4,6,6-pentametil heptan	N-metil metanamin
KV	1	2.98	1.49	4.47	0.57	66.40	1.57	7.23	4.78	1.93	8.57
	45	5.18	4.96	6.36	5.32	47.67	4.02	6.80	4.75	4.24	10.69
	90	9.09	11.52	7.83	7.71	30.77	7.12	3.63	3.10	6.56	12.68
KS	1	2.58	2.25	7.08	3.58	58.65	0.00	6.36	6.28	0.00	13.23
	45	4.03	7.83	9.74	4.36	44.67	0.00	8.94	4.41	0.71	15.31
	90	4.78	23.75	11.31	10.78	28.89	1.60	4.35	2.46	1.00	11.37
BV	1	4.58	0.00	6.51	2.34	51.38	1.60	9.58	8.95	1.60	13.45
	45	4.46	0.96	6.91	5.09	43.17	7.92	6.03	3.61	6.92	14.93
	90	3.91	4.93	8.63	6.03	46.99	6.82	3.13	1.85	9.23	8.47
BS	1	4.63	0.00	7.03	5.52	55.80	0.00	7.10	4.67	0.19	15.06
	45	4.94	7.91	5.75	7.18	49.31	0.00	5.95	2.86	1.03	15.07
	90	4.55	23.08	9.20	7.58	29.02	0.00	7.37	7.37	1.99	9.83
LV	1	2.40	0.00	4.46	4.30	60.46	0.83	11.25	4.49	0.42	11.39
	45	3.92	0.00	6.60	6.33	51.55	5.02	7.96	3.39	2.98	12.26
	90	6.03	3.51	9.99	10.85	44.06	5.76	3.69	2.22	4.00	9.88
LS	1	3.87	3.59	4.99	4.04	52.89	0.00	10.89	8.86	0.19	10.68
	45	5.87	5.87	9.80	8.92	43.05	0.00	7.89	5.80	0.90	11.88
	90	8.49	19.47	10.41	10.32	28.99	0.00	3.90	3.26	1.48	13.67

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

4.4. Beyaz Peynir Örneklerinde Yağ Asitleri Miktarı

Peynirde lipoliz sonucu süt yağındaki trigliseritler parçalanarak serbest yağ asitleri oluşmaktadır. Serbest yağ asitleri, peynir aromasına doğrudan etkide bulunmakta ve çeşitli reaksiyonlarda alkoller, esterler, aldehitler, ketonlar ve laktonlar gibi diğer bileşenlerin üretilmesi için ön bileşenler olmaktadır. Peynirde yağın hidrolizi sonucu yağ asitlerinin oluşumu peynir çeşidine ve olgunlaşma koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Kondyli vd. 2002).

Lipoliz sonucu ortaya çıkan yağ asitlerinden, özellikle kısa ($C_{4:0}$ - $C_{10:0}$) ve orta zincirli yağ asitleri ($C_{10:0}$ - $C_{14:0}$) düşük algı eşiklerine sahip olmasından dolayı peynirin tat ve kokusuna etki etmekte ve kısa zincirli yağ asitleri peynirde aroma bileşiklerinin oluşumunda önemli rol almaktadır (Mollimard ve Spinnler 1996, McSweeney ve Sousa 2000). Collins vd. (2003), bütirik asitin ($C_{4:0}$) ransit ve peynirimsi koku, kaproik asitin ($C_{6:0}$) keskin koku, kaprilik asitin ($C_{8:0}$) ise sabunumsu, meyvemsi tat ve kokuya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak kısa zincirli yağ asitlerinin fazla miktarda oluşması peynirde hidrolitik ransiditeye sebep olabilmektedir (Efthymiou 1967). Uzun zincirli yağ asitlerinin ($C_{16:0}$ - $C_{20:0}$) ise tat ve aroma üzerinde çok büyük bir etkisinin olmadığı kabul edilmektedir (Mollimard ve Spinnler 1996).

Çalışmamızda 34 adet yağ asidi belirlenmiş olup, peynir örneklerinde depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde tespit edilen yağ asidi miktarları (%) Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.39’da depolama süresince beyaz peynir örneklerinde tespit edilen yüzde yağ asitleri toplamı verilmiştir. Depolama süresi sonunda beyaz peynirlerde belirlenen toplam yağ asitlerinin %20-%23’ünü kısa ve orta zincirli doymuş yağ asitlerinin, %34-%36’sını orta ve uzun zincirli doymuş yağ asitlerinin ve %42-%44’ünü orta ve uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Kısa zincirli yağ asitleri arasında kaproik asit ($C_{6:0}$), kaprilik asit ($C_{8:0}$) ve kaprik asit ($C_{10:0}$) belirlenmiş olup, depolama süresince söz konusu yağ asitlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Akın vd. (2003) salamura beyaz peynirlerde 30 günlük depolama süresince asetik, propiyonik, bütirik, valerik, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik, palmitik, miristik, stearik ve oleik asit miktarlarında artış meydana geldiğini saptamışlardır. Çalışmamızda depolama süresi sonunda, peynir örneklerinin içerdiği kısa zincirli yağ asitlerinin %2.75-%5.23’ini kaproik asit, %3.91-%4.58’ini kaprilik asit, %5.18-%5.63’ünü ise kaprik asitin oluşturduğu belirlenmiştir. Tüm peynir gruplarında en yüksek oranda tespit edilen kısa zincirli yağ asidi kaprik asittir. Ayar ve Akyüz (2003), baharat ekstratlarının beyaz peynirin lipolizi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 4-16 karbonlu serbest yağ asitlerinin peynirin aroması üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar peynirlerde bulunan serbest uçucu yağ asitleri içeriği ile tat ve aroma arasında yakın bir ilişki olup, asetik, bütirik, kaproik, kaprilik ve kaprik asitlerin peynir aromasını etkileyen en önemli serbest yağ asitleri olduğunu belirtmişlerdir

Çizelge 4.38. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen yüzde yağ asitleri (mg/100 mg yağ)

Yağ asitleri	Gün	KV	KS	BV	BS	LV	LS
C6:0 Kaproik Asit	1	5.54±0.35*	4.79±0.59	5.76±0.03	2.96±0.37	3.78±0.44	7.85±0.42
	45	3.00±0.28	3.65±0.67	3.61±0.07	2.84±0.08	3.30±0.13	4.54±0.34
	90	3.00±0.15	3.21±0.39	3.23±0.14	2.75±0.19	2.86±0.19	5.23±0.19
C8:0 Kaprilik Asit	1	4.72±0.05	4.46±0.09	4.73±0.08	4.90±0.42	4.87±0.07	4.30±0.02
	45	4.85±0.09	4.24±0.08	4.65±0.23	4.66±0.11	4.52±0.02	4.29±0.26
	90	4.58±0.06	4.45±0.03	4.32±0.13	4.00±0.13	3.91±0.07	4.07±0.02
C10:0 Kaprik Asit	1	6.49±0.20	5.98±0.10	6.51±0.14	5.74±0.71	6.62±0.07	6.21±0.03
	45	5.47±0.22	5.77±0.09	5.89±0.62	5.10±0.10	6.04±0.01	6.03±0.05
	90	5.63±0.31	5.60±0.23	5.18±0.27	5.38±0.07	5.59±0.01	5.57±0.12
C11:0 Undekanoik Asit	1	1.92±0.01	1.57±0.04	1.80±0.02	1.92±0.00	1.89±0.03	1.74±0.01
	45	1.34±0.02	1.11±0.03	1.38±0.01	1.21±0.03	1.25±0.03	1.21±0.03
	90	1.33±0.03	1.24±0.00	1.20±0.04	1.20±0.02	1.16±0.02	1.12±0.07
C12:0 Laurik Asit	1	6.73±0.19	6.24±0.08	6.78±0.14	5.93±0.74	4.54±0.44	6.45±0.04
	45	5.32±0.03	6.51±0.03	4.98±0.23	5.13±0.21	4.82±0.09	5.87±0.23
	90	5.44±0.01	5.80±0.03	5.46±0.41	5.59±0.10	5.97±0.04	5.79±0.02

Çizelge 4.38'in devamı

C13:0 Tridekanoik Asit	1	1.85±0.01	1.67±0.06	1.70±0.04	1.91±0.08	1.80±0.04	1.66±0.00
	45	1.56±0.02	1.25±0.00	1.54±0.00	1.37±0.00	1.39±0.00	1.35±0.03
	90	1.47±0.02	1.39±0.02	1.31±0.11	1.22±0.02	1.17±0.06	1.24±0.01
C14:0 Miristik Asit	1	9.34±0.25	15.01±0.42	9.65±0.05	7.96±1.17	9.57±0.11	9.18±0.06
	45	14.60±0.12	12.21±0.08	14.40±0.17	14.29±0.12	13.85±0.01	13.95±0.07
	90	13.50±0.24	12.20±0.16	13.25±0.19	12.86±0.23	13.35±0.07	13.18±0.45
C14:1 Miristoleik Asit	1	6.80±0.05	6.41±0.11	7.52±0.12	8.17±0.60	7.90±0.03	7.43±0.02
	45	9.40±0.78	9.47±0.14	8.87±0.15	8.30±0.06	10.19±0.13	8.06±0.09
	90	9.78±0.05	9.91±0.01	8.67±0.53	8.90±0.29	9.11±0.30	7.52±0.01
C15:0 Pentadekanoik Asit	1	7.16±0.03	6.84±0.09	7.74±0.29	7.99±0.10	9.46±0.12	8.90±0.01
	45	8.86±0.30	8.42±0.14	9.24±0.15	7.99±0.06	9.09±0.05	8.51±0.53
	90	8.66±0.07	8.78±0.26	8.14±0.08	7.96±0.10	8.22±0.34	8.02±0.07
C15:1 cis-10-Pentadekenoik Asit	1	0.50±0.08	0.28±0.01	0.23±0.01	0.56±0.04	0.50±0.02	0.42±0.02
	45	0.29±0.02	0.23±0.01	0.13±0.02	0.22±0.02	0.19±0.02	0.17±0.03
	90	0.28±0.04	0.21±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
C16:0 Palmitik Asit	1	3.80±0.17	3.63±0.02	2.91±0.00	3.72±0.86	2.86±0.18	2.63±0.07
	45	3.33±0.12	3.54±0.01	2.35±0.02	3.47±0.36	2.90±0.08	2.99±0.06
	90	3.37±0.13	2.87±0.33	3.05±0.32	3.51±0.03	3.04±0.15	2.97±0.26

Çizelge 4.38'in devamı

C16:1 Palmitoleik Asit	1	5.81±0.21	6.28±0.57	5.76±0.39	6.85±0.50	6.50±0.45	6.26±0.25
	45	3.28±0.19	5.44±0.46	3.77±0.20	8.02±0.05	6.68±0.28	7.00±0.49
	90	3.70±0.55	6.07±0.15	6.56±0.11	7.14±0.65	7.58±0.55	7.84±0.45
C17:0 Heptadekanoik Asit	1	7.70±0.10	7.09±0.13	7.24±0.30	7.76±0.06	7.84±0.05	7.40±0.07
	45	6.55±0.18	5.93±0.06	6.69±0.04	6.31±0.07	6.09±0.10	6.14±0.03
	90	6.07±0.06	5.75±0.08	5.89±0.34	6.98±0.08	5.96±0.60	6.06±1.02
C17:1 cis-10-Heptadekanoik Asit	1	3.71±0.03	3.63±0.08	4.04±0.14	4.48±0.54	3.66±0.29	3.25±0.06
	45	3.76±0.12	3.15±0.02	3.93±0.06	3.48±0.10	3.71±0.00	3.36±0.02
	90	3.73±0.09	3.52±0.15	3.50±0.37	3.37±0.22	3.21±0.12	3.30±0.01
C18:0 Stearik Asit	1	0.18±0.01	0.17±0.01	0.15±0.02	0.20±0.02	0.20±0.02	0.16±0.00
	45	0.15±0.00	0.14±0.01	0.18±0.02	0.18±0.00	0.13±0.00	0.18±0.02
	90	0.16±0.00	0.18±0.00	0.21±0.05	0.14±0.00	0.15±0.01	0.15±0.02
C18:1 n-9c Oleik Asit	1	6.61±0.22	5.37±0.11	6.87±0.60	5.18±0.24	5.73±0.05	5.64±0.02
	45	5.20±0.12	5.86±0.47	4.86±0.00	5.81±0.33	5.32±0.04	5.08±0.01
	90	5.61±0.23	4.77±0.36	7.35±0.10	7.58±0.48	8.14±0.34	7.66±0.64
C18:2 n-6c Linoleik Asit	1	2.81±0.05	2.79±0.04	2.96±0.04	3.15±0.18	2.93±0.13	2.68±0.05
	45	3.22±0.26	4.47±0.04	3.74±0.24	3.55±0.01	2.88±0.10	3.00±0.11
	90	3.39±0.23	3.81±0.13	3.59±0.64	3.63±0.09	2.87±0.14	2.76±0.19

Çizelge 4.38'in devamı

C18:3 n-6 ~Linolenik Asit	1	0.85±0.03	0.78±0.03	0.81±0.01	0.87±0.01	0.73±0.01	0.77±0.01
	45	0.51±0.01	0.52±0.02	0.51±0.01	0.56±0.01	0.47±0.00	0.47±0.01
	90	0.55±0.03	0.58±0.00	0.47±0.02	0.46±0.02	0.41±0.04	0.45±0.02
C18:3 n-3 Linolenik Asit	1	3.93±0.17	4.13±0.09	4.06±0.31	4.70±0.03	4.56±0.03	3.87±0.00
	45	5.21±0.10	5.00±0.07	5.02±0.65	3.81±0.02	3.91±0.03	4.80±0.04
	90	5.39±0.29	5.24±0.05	4.73±0.03	4.24±0.03	4.42±0.31	4.39±0.16
C20:0 Araşidik Asit	1	0.97±0.03	0.94±0.05	0.87±0.02	1.08±0.04	1.00±0.01	0.91±0.01
	45	1.38±0.02	1.15±0.01	1.32±0.07	1.12±0.01	1.15±0.00	1.14±0.01
	90	1.32±0.05	1.28±0.00	1.21±0.03	1.07±0.05	1.06±0.03	1.03±0.01
C20:1 cis-11-Eikosenoik Asit	1	4.05±0.12	3.84±0.08	3.50±0.02	4.23±0.10	4.19±0.05	3.90±0.03
	45	3.32±0.09	3.65±0.02	3.43±0.06	3.36±0.31	3.05±0.01	3.07±0.03
	90	3.66±0.13	3.84±0.03	3.45±0.22	3.21±0.29	3.08±0.17	3.06±0.15
C20:2 cis-11,14-eikosadienoik Asit	1	0.86±0.03	0.80±0.01	0.76±0.04	0.91±0.04	0.84±0.01	0.76±0.01
	45	0.81±0.01	0.84±0.02	0.95±0.00	0.99±0.02	0.99±0.02	0.80±0.01
	90	1.10±0.05	0.90±0.07	0.89±0.06	0.87±0.04	0.88±0.07	0.80±0.01
C20:3 n-6 cis-8,11,14- Eikosatrienoik Asit	1	0.15±0.01	0.14±0.00	0.14±0.00	0.14±0.05	0.08±0.00	0.08±0.00
	45	0.12±0.01	0.13±0.00	0.09±0.00	0.13±0.00	0.08±0.00	0.08±0.00
	90	0.11±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.12±0.00	0.09±0.01	0.09±0.00

Çizelge 4.38'in devamı

C20:3 n-3 cis-11,14,17- Eikosatrienoik	1	0.07±0.01	0.06±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.04±0.00	0.07±0.00
	45	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.06±0.02
	90	0.04±0.00	0.06±0.01	0.05±0.01	0.05±0.00	0.06±0.00	0.14±0.01
C20:4 n-6 Araşidonik Asit	1	3.02±0.11	2.80±0.09	2.78±0.12	3.41±0.08	3.27±0.05	3.02±0.06
	45	2.87±0.06	2.44±0.04	2.96±0.04	2.88±0.14	2.97±0.04	2.66±0.21
	90	2.83±0.09	2.65±0.03	2.90±0.38	2.77±0.21	2.84±0.26	2.59±0.05
C20:5 n-3 cis-5,8,11,14,17- Eikosapentaenoik Asit	1	0.77±0.03	0.72±0.01	0.86±0.04	0.96±0.12	0.81±0.03	0.73±0.00
	45	0.91±0.01	0.82±0.0	0.72±0.03	0.72±0.12	0.60±0.01	0.67±0.01
	90	0.83±0.04	0.86±0.01	0.66±0.07	0.70±0.04	0.68±0.05	0.67±0.02
C21:0 Heneikosanoik Asit	1	0.69±0.05	0.66±0.02	0.92±0.00	0.92±0.14	0.75±0.02	0.98±0.00
	45	1.30±0.01	1.10±0.01	1.29±0.06	1.16±0.01	1.20±0.03	1.23±0.02
	90	1.19±0.05	1.24±0.01	1.16±0.08	1.05±0.01	1.01±0.07	1.06±0.02
C22:0 Behenik Asit	1	0.57±0.02	0.62±0.01	0.60±0.03	0.63±0.05	0.57±0.01	0.53±0.00
	45	0.72±0.01	0.80±0.01	0.79±0.01	0.73±0.01	0.67±0.01	0.71±0.01
	90	0.69±0.01	0.93±0.01	0.75±0.12	0.77±0.01	0.60±0.04	0.72±0.03
C22:1 n-9 Erusik Asit	1	0.50±0.00	0.48±0.02	0.46±0.03	0.51±0.00	0.52±0.01	0.42±0.00
	45	0.53±0.04	0.40±0.01	0.49±0.01	0.47±0.01	0.46±0.01	0.52±0.02
	90	0.47±0.04	0.49±0.02	0.47±0.00	0.41±0.02	0.39±0.00	0.39±0.02

Çizelge 4.38'in devamı

C22:2 cis-13,16- Dokosadienoik Asit	1	0.32±0.01	0.31±0.00	0.30±0.00	0.33±0.01	0.32±0.00	0.30±0.01
	45	0.35±0.01	0.32±0.01	0.37±0.00	0.33±0.00	0.34±0.00	0.35±0.00
	90	0.33±0.02	0.33±0.02	0.36±0.06	0.32±0.03	0.36±0.03	0.35±0.02
C23:0 Trikosanoik Asit	1	0.87±0.01	0.82±0.04	0.87±0.03	0.99±0.08	0.88±0.00	0.81±0.00
	45	0.83±0.01	0.69±0.01	0.89±0.02	0.90±0.09	0.81±0.01	0.79±0.01
	90	0.89±0.10	0.82±0.01	0.92±0.02	0.86±0.05	0.86±0.07	0.82±0.00
C24:0 Lignoserik Asit	1	0.55±0.01	0.52±0.01	0.49±0.08	0.65±0.06	0.57±0.01	0.53±0.00
	45	0.67±0.01	0.54±0.01	0.72±0.02	0.64±0.01	0.65±0.01	0.64±0.01
	90	0.63±0.03	0.66±0.01	0.74±0.07	0.65±0.09	0.75±0.05	0.74±0.03
C24:1 Nervonik Asit	1	0.18±0.01	0.19±0.01	0.17±0.00	0.25±0.01	0.20±0.00	0.18±0.00
	45	0.24±0.00	0.21±0.00	0.27±0.00	0.25±0.01	0.26±0.00	0.24±0.00
	90	0.26±0.02	0.26±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01	0.23±0.02	0.22±0.02

Çizelge 4.39. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam yüzde yağ asitleri (mg/100 mg yağ)

Yağ asitleri	Gün	KV	KS	BV	BS	LV	LS
$\sum C_{6:0}-C_{13:0}^{**}$	1	27.25 ±0.09*	26.69±0.21	27.27±0.27	23.36±1.32	23.51±0.19	28.21±0.45
	45	21.55±0.04	22.53±0.44	22.06±0.24	20.30±0.15	21.33±0.02	23.30±0.31
	90	21.45±0.22	21.70±0.08	20.71±0.62	20.15±0.39	20.67±0.35	23.02±0.01
$\sum C_{21:0}-C_{24:0}^{**}$	1	31.82±0.42	36.30±0.56	31.45±0.09	31.89±0.03	33.70±0.13	32.03±0.10
	45	38.37±0.07	34.51±0.17	37.88±0.50	36.79±0.11	36.53±0.11	36.31±0.72
	90	36.49±0.13	34.72±0.13	35.33±0.24	35.84±0.19	35.01±0.22	34.76±0.29
$\sum C_{21:0}-C_{24:0}^{***}$	1	40.93±0.51	39.01±0.35	41.28±0.36	44.75±1.30	42.79±0.33	39.76±0.35
	45	40.07±0.04	42.96±0.27	40.07±0.74	42.91±0.04	42.14±0.13	40.40±0.41
	90	42.06±0.35	43.59±0.21	43.97±0.38	44.00±0.57	44.32±0.13	42.23±0.30

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan B. bifidum içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan B. bifidum içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan L. acidophilus içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan L. acidophilus içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

** Doymuş yağ asitleri toplamı

*** Doymamış yağ asitleri toplam

Çalışmamızda beyaz peynir örneklerinde orta zincirli yağ asitlerinden undekanoik asit (C_{11:0}), laurik asit (C_{12:0}), tridekanoik asit (C_{13:0}), miristik asit (C_{14:0}) ve miristoleik asit (C_{14:1}) belirlenmiştir. Tüm beyaz peynir gruplarında söz konusu yağ asitleri miktarında depolama süresince artış tespit edilmiştir. Beyaz peynirlerde depolama süresi sonunda en yüksek orana sahip orta zincirli yağ asidinin miristik asit (%12.20-%13.50) olduğu, ikinci sırada miristoleik asit (%7.52- %9.91) ve sonrasında sırasıyla laurik (%5.44-%5.97), tridekanoik (%1.17-%1.47) ve undekanoik asit (%1.12-%1.33) bulunduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Kesenkaş (2005), *Yarrowia lipolytica*, *Debaryomyces hansenii* ve *Kluyveromyces marxianus* kullanarak ürettiği beyaz peynir gruplarında orta zincirli yağ asitleri (C₁₀- C₁₄) arasında en yüksek miktara sahip yağ asitlerinin sırasıyla miristik asit, laurik asit ve kaprik asit olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızdaki beyaz peynir örneklerinde uzun zincirli yağ asitleri arasında en yüksek oranda tespit edilen yağ asitleri sırasıyla pentadekanoik asit (%7.96-%8.78), oleik asit (%4.77-%8.14), palmitoleik asit (%3.70-%7.84), heptadekanoik asit (%5.75-%6.98), linolenik asit (%4.24-%5.39), linoleik asit (%2.76-%3.81), palmitik asit (%2.87-%3.51) ve stearik asit (%0.14-%0.21)'tir. Uzun zincirli yağ asitlerinden cis-10-pentadekanoik asit, depolama süresi sonunda kontrol grubu beyaz peynirlerde belirlenen toplam yağ asitleri arasında %0.28-%0.21 arasında belirlenirken, probiyotik peynirlerde tespit edilememiştir. Depolama süresi sonunda beyaz peynir örneklerinde belirlenen toplam yağ asitleri içerisindeki palmitoleik asit oranının, salamura peynirlerde %6.07-%7.84, vakum ambalajlı peynirlerde ise %3.70-7.58 arasında olduğu saptanmıştır. Probiyotik peynirlerde belirlenen yağ asitleri arasında oleik asit oranının %7.35-%8.14, kontrol grubu peynirlerde ise %4.77-%5.61 arasında olduğu belirlenmiştir. Kesenkaş (2005), *Y. lipolytica*, *D. hansenii* ve *K. marxianus* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde bulunan uzun zincirli yağ asitleri (C₁₆-C₂₀) arasında palmitik asidin toplam yağ asitleri içerisinde daha yüksek miktara sahip olduğunu; palmitik asitten sonra en yüksek miktardaki yağ asitlerinin sırasıyla oleik asit, stearik asit, linoleik ve palmiteolik asit olduğunu tespit etmiştir.

Felicio vd. (2016), yaptıkları çalışmada probiyotik Minas peynirinde tespit edilen serbest yağ asitleri arasında en yüksek miktarda bulunan yağ asitlerinin palmitik asit, oleik asit ve stearik asit olduğunu; Kınık vd. (2005), Türkiye'de tüketilen peynir örneklerinin kolesterol ve serbest yağ asidi kompozisyonunu belirlemek için yaptıkları araştırmada, doymuş yağ asitlerinden palmitik, stearik ve miristik asidin ve tekli doymuş yağ asidi oleik asidin peynirlerde en çok bulunan yağ asitleri olduğunu tespit etmişlerdir. Akın vd. (2003) salamura beyaz peynir üzerine yaptıkları bir çalışmada, 30 gün depoladıkları beyaz peynirlerde oleik asit ve stearik asit miktarlarının diğer yağ asitlerinden yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Karaca (2007) mikrobiyal kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde ve kontrol grubu peynirlerde 90 günlük depolama süresince bütirik asit, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik, miristik, palmitik ve linoleik asit miktarlarının arttığını; en yüksek miktardaki yağ asidinin palmitik asit olduğunu tespit etmiştir. Hayaloğlu vd. (2002), beyaz peynirde stearik asitin ve palmitik asitin diğer serbest yağ asitlerine göre baskın olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmalarda Feta peynirinde bulunan serbest yağ asitleri arasında asetik asit ve palmitik asit diğerlerine göre yüksek miktarda bulunurken (Alichanidis vd. 1984, Katsiari vd. 2000b); Akalın vd. (1998) yaptıkları çalışmada beyaz peynirde en fazla bulunan yağ asitlerinin sırasıyla palmitik (C_{16:0}), oleik (C_{18:1}), miristik (C_{14:0}) ve

kaprik (C10:0) asitler olduğunu ve ticari beyaz peynirlerde asetik asit tespit etmediklerini belirtmişlerdir. Özer vd. (2011), üç farklı *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* suşu kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerde 90 günlük depolama süresince örneklerde bazı yağ asitlerini (bütirik asit, kaproik asit, kaprik asit, kaprilik asit, laurik asit, miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit) saptamaya çalışmışlardır. Araştırmacılar, depolama süresince belirledikleri orta ve uzun zincirli yağ asitleri içerisinde en yüksek konsantrasyona sahip olan yağ asitlerini sırasıyla oleik asit (C18:1), palmitik asit (C16:0) ve miristik asit (C14:0) olarak tespit etmişlerdir. Kontrol grubu peynirlerde belirlenen miristik asit miktarının diğer grup peynirlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm peynir örneklerinde toplam serbest yağ asidi seviyelerinde depolama süresince artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Bulat (2011), probiyotik olarak *Enterococcus faecium* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde depolama süresince bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik, miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asit olmak üzere 11 yağ asidinin değişimini incelediği çalışmada; peynir örneklerinde palmitik ve oleik asitin yüksek miktarlarda bulunduğunu, söz konusu yağ asitlerini sırasıyla miristik, stearik, linoleik ve laurik asitlerin izlediğini saptamıştır. Yapılan bir diğer araştırmada peynir üretiminde starter kültürlerle ek olarak bazı bakteri suşları (*Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* ve *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans*) kullanılarak üretilen beyaz peynirlerde bütirik asitten (C4:0), linolenik asite (C18:3) kadar 11 adet yağ asidi belirlenmeye çalışılmıştır. Depolama süresince serbest yağ asitlerinin miktarlarında artış olduğu, örneklerde en yüksek miktarlarda bulunan yağ asitlerinin palmitik asit ve oleik asit olduğu tespit edilmiştir (Wishah 2007). Özer vd. (2009), *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerde 90 günlük depolama süresi sonunda en yüksek miktarlarda bulunan yağ asitlerinin miristik, palmitik, stearik ve oleik asit olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar depolama süresince örneklerde serbest yağ asitlerinin miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda depolamanın 90. gününde tüm beyaz peynir örneklerinde toplam yağ asitleri arasında en büyük oranda bulunan yağ asitlerinin sırasıyla miristik asit, miristoleik asit, pentadekanoik asit, oleik asit, palmitoleik asit, heptedekanoik asit, laurik asit ve kaprik asit olduğu tespit edilmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda peynir örneklerinde baskın yağ asitlerinin profili ve miktarları çalışmamızdaki beyaz peynir örneklerine göre bazı farklılıklar göstermiştir. Salamura peynirlerdeki lipolizin, kullanılan sütün türü, süt lipazı, bakteriyel ve ilave lipazlar, sütün homojenize edilmesi ve pastörizasyonu, salamuradaki tuz konsantrasyonu ve depolama sıcaklığından etkilendiğini belirtilmektedir (Hayaloğlu vd. 2002) ve söz konusu farklılığın belirtilen nedenlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Chavarri vd. (2000); mevsim değişikliği ve depolama süresinin inek sütünden üretilen peynir örneklerinde yağ asidi kompozisyonunu önemli derecede etkilediğini, pastörizasyon işleminin kısa zincirli yağ asitleri oranı üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar palmitik asit ve oleik asidin yaz mevsiminde pastörize süttten üretilen peynir örneklerinde, çiğ süttten üretilen örneklere nazaran önemli derecede yüksek bulunduğunu tespit etmişlerdir.

4.5. Sertlik Değeri

Peynir tekstürü, peynir kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici tercihinde önemli bir yere sahiptir. Tekstür parametrelerinden biri olan sertlik, uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olarak (Szczesniak 2002) veya belli bir deformasyona ulaşmak için gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Ak ve Lokumcu-Altay 2011). Depolama

süresince beyaz peynirlerde tespit edilen sertlik değerleri Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Beyaz peynirlerde belirlenen en yüksek sertlik değeri depolamanın 1. gününde vakum paketlenmiş kontrol grubu beyaz peynir örneğinde, en düşük sertlik değeri ise depolamanın 90. gününde *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen sertlik değerleri (N)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	28.41±1.58*	25.86±3.76	20.98±1.75
KS	19.35±1.12	19.18±1.29	10.95±1.94
BV	23.34±2.75	20.38±3.01	15.10±4.69
BS	17.18±0.77	10.16±0.53	9.67±0.25
LV	19.69±0.43	18.30±0.08	13.31±0.45
LS	15.02±3.80	7.34±0.18	5.48±0.86

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.41'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynir örneklerinin sertlik değerleri üzerinde bakteri çeşidi, ambalajlama çeşidi ve depolama süresi etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.41. Beyaz peynir örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sertlik değeri (N)		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	177.2278861	19.58***
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	560.7424000	61.95***
Depolama Süresi (DS)	2	188.3816861	20.81***
BÇ X AÇ	2	1.3068583	0.14
BÇ X DS	4	5.2391361	0.58
AÇ X DS	2	5.2992583	0.59
BÇ X AÇ X DS	4	7.1001417	0.78
Hata	18	9.051939	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin sertlik değerleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Beyaz peynir örneklerinin sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Sertlik değeri (N)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	20.79±5.94a
<i>B. bifidum</i>	15.97±5.61b
<i>L. acidophilus</i>	13.19±5.49c
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	20.60±5.21a
Salamura	12.70±5.10b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	20.50±4.83a
45. gün	16.87±6.60b
90. gün	12.58±5.30c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Kontrol grubu beyaz peynirlerin sertlik değerleri probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genellikle; yüksek asitlik, yüksek protein ve toplam kurumadde içeriği, peyniri daha sert ve daha zor deforme edilebilir yapmaktadır (Beal and Mittal, 2000). Çalışmamızda vakum ambalajlı beyaz peynirlere ait titrasyon asitliği, kurumadde içeriği ve protein değerlerinin salamura içinde depolanan beyaz peynirlere ait değerlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla vakum paketli ve salamura içindeki beyaz peynirlerin sertlik değerleri arasındaki farklılığın peynirlerin titrasyon asitliği, protein ve kurumadde içeriklerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Depolama süresince beyaz peynirlerin sertlik değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma belirlenmiştir. Peynirde depolama süresince meydana gelen proteoliz olayı ile peynirin yapı ve tekstürü değişmekte olup, proteoliz sonucu ortaya çıkan su tutma kapasitesine sahip küçük peptitlerin peynirin sertliğini azalttığı bildirilmektedir (Benech vd. 2003). Çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer olarak Bulat (2011), *Enterococcus faecium* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sertlik değerlerinde artan ve azalan değişimler olduğunu; ancak 90 günlük depolama süresi sonunda peynirlerin sertlik değerlerinin depolamanın 1. gününde belirlenen sertlik değerlerinden düşük olduğunu tespit etmiştir. Şahingil vd. (2014), 120 günlük depolama süresi sonunda peynir örneklerinde, depolamanın ilk gününe göre yumuşak bir doku tespit etmiştir. Beyaz peynirlerin sertlik değerlerinde meydana gelen azalmaların kazeinlerin hidrolizinden ve peynirin kazein yapısı içinde kalan kolloidal kalsiyum fosfatın bir kısmının çözünürlüğünden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar peynirlerin suda çözünen azot ve TCA'da çözünen azot değerlerindeki artışlar ile sertlik değerlerinde meydana gelen azalmaların uyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Diezhandino vd. (2016), Valdeón peynirinde 1 aylık depolama süresi sonunda proteolize bağlı olarak örneklerin sertlik değerlerinde önemli düzeyde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Karaman ve Akalın (2013), 90 gün depoladıkları beyaz peynir örneklerinde,

Romeih vd. (2002) 90 gün depoladıkları az yağlı beyaz peynir örneklerinde, Karami vd. (2009) 60 gün depoladıkları Feta peynirlerinde depolama süresince sertlik değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

4.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Yapılan duyusal analizler ile *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanımının beyaz peynir örneklerinin duyusal nitelikleri üzerine etkileri ve bu etkilerin depolama süresince değişimi incelenmiştir. Beyaz peynir örneklerine ait görünüş, kitle ve yapı, koku ve tat özelliklerine ilişkin duyusal değerlendirmeler yapılmıştır.

4.6.1. Görünüş

Depolama süresince belirlenen beyaz peynirlerin görünüş puanları Çizelge 4.43'te verilmiştir. Depolamanın 1. ve 90. gününde en yüksek görünüş puanı vakum paketli *B. bifidum* içeren peynir örneğinde, depolamanın 1. günündeki en düşük görünüş puanı vakum paketli *L. acidophilus* içeren peynir örneğinde, depolamanın 90. günündeki en düşük görünüş puanı ise vakum paketli *L. acidophilus* içeren peynir örneğinde ve vakum paketli kontrol peynir örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.43. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen görünüş puanları (Tam puan=20)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	18.10±0.20*	14.85±1.85	14.00±0.00
KS	17.52±0.82	11.15±2.15	14.50±0.50
BV	18.75±0.45	16.25±1.25	16.50±0.50
BS	17.90±0.40	15.65±2.65	14.50±0.50
LV	17.29±0.21	13.15±0.15	14.00±1.00
LS	17.30±1.50	16.75±0.75	14.50±2.50

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.44'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynir örneklerinin görünüş puanları üzerinde depolama süresinin etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bakteri çeşidi ve ambalajlama çeşidi farklılıklarının beyaz peynir örneklerinin görünüşleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.44. Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Görünüş puanları		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	7.81194444	2.46
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	1.10250000	0.35
Depolama Süresi (DS)	2	39.90361111	12.58***
BÇ X AÇ	2	6.64083333	2.09
BÇ X DS	4	2.16277778	0.68
AÇ X DS	2	0.04750000	0.01
BÇ X AÇ X DS	4	4.52833333	1.43
Hata	18	3.1719444	

*** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Depolama süresince beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte söz konusu azalmanın depolamanın ilk 45 günlük periyodunda istatistiksel olarak önemli olduğu, sonraki depolama periyodu için istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Görünüş puanları (Tam puan=20)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	15.02±2.62a
<i>B. bifidum</i>	16.59±1.88a
<i>L. acidophilus</i>	15.50±2.12a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	15.88±2.05a
Salamura	15.53±2.55a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	17.81±0.91a
45. gün	14.63±2.58b
90. gün	14.67±1.43b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara benzer olarak, Şahingil (2012) starter kültüre ek olarak *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus casei* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin görünüş puanlarının depolama süresince (120 gün) azaldığını belirtmiştir. Erkaya (2014), *Bifidobacterium bifidum* DSMZ 20456 ve *Lactobacillus acidophilus* DSMZ 20079 kullanarak ürettiği vakum ambalajlı ve salamura içindeki probiyotik beyaz peynirlerin 120 günlük depolama süresince renk ve görünüş puanlarında azalma tespit etmiştir.

4.6.2. Kitle ve yapı

Depolama süresince belirlenen beyaz peynirlerin kitle ve yapı puanları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Depolamanın 1. gününe ait en yüksek ve en düşük kitle ve yapı puanları sırasıyla salamura içindeki *B. bifidum* içeren peynir örneğinde ve salamura içindeki kontrol grubu beyaz peynir örneğinde belirlenmiştir. Depolamanın 90. gününde en yüksek kitle ve yapı puanı vakum ambalajlı *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde, en düşük puan ise salamura içindeki *L. acidophilus* içeren peynir örneğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46. Beyaz peynir örneklerinin depolama süresince belirlenen kitle ve yapı puanları (Tam puan=35)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	30.85±4.15*	19.40±1.40	21.50±1.50
KS	27.30±1.00	15.40±5.40	18.50±3.50
BV	30.20±0.20	33.15±0.15	21.50±1.50
BS	32.05±1.25	18.60±0.60	14.00±1.00
LV	30.60±0.20	30.40±0.40	28.50±2.50
LS	27.90±2.10	13.65±0.35	13.00±2.00

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanları üzerinde ambalajlama çeşidi ve depolama süresinin etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.47). Örneklerin kitle ve yapı puanları üzerinde bakteri çeşidi x ambalajlama çeşidi etkileşimi ile bakteri çeşidi x depolama süresi etkileşiminin etkisinin $P<0.05$ düzeyinde önemli, ambalajlama çeşidi x depolama süresi etkileşiminin etkisinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.47. Beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kitle ve yapı puanları		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	23.7119444	2.54
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	479.6100000	51.35***
Depolama Süresi (DS)	2	352.7477778	37.77***
BÇ X AÇ	2	50.3358333	5.39*
BÇ X DS	4	31.6148611	3.38*
AÇ X DS	2	83.7700000	8.97**
BÇ X AÇ X DS	4	22.3145833	2.39
Hata	18	9.340000	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, ** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Beyaz peynir örneklerinin kitle ve yapı puanları puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Kitle ve yapı puanları (Tam puan=35)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	22.16±6.23b
<i>B. bifidum</i>	24.92±7.33a
<i>L. acidophilus</i>	24.01±7.78ba
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	27.34±5.13a
Salamura	20.04±7.19b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	29.06±2.62a
45. gün	21.77±7.72b
90. gün	19.33±5.63b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

B. bifidum kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait ortalama kitle ve yapı puanları, kontrol grubu ve *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait kitle ve yapı puanlarından istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin kitle ve yapı puanlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerinkinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince salamura içindeki peynirlerin yumuşaması peynirin tekstürel özelliklerini olumsuz etkileyerek peynir örneklerine verilen kitle ve yapı puanlarının azalmasına neden olmuştur. Peynirde depolama süresince meydana gelen proteoliz olayı ile peynirin yapı ve tekstürü değişmekte olup, proteoliz sonucu ortaya çıkan su tutma kapasitesine sahip küçük peptitlerin peynirin sertliğini azalttığı bildirilmektedir (Benech vd. 2003). Benzer şekilde Erkaya (2014), yaptığı çalışmada salamura içinde depolanan kontrol grubu ve probiyotik peynirlerin kitle ve yapı puanlarının vakum paketli peynir örneklerinden düşük olduğunu belirtmiştir. Esmer vd. (2009), keçi sütü kullanarak ürettiği vakum ambalajlı Crottin de Chavignol tipi peynirlerin 15 haftalık depolama süresi sonunda sıkı ve elastik bir yapıya sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda depolama süresince beyaz peynir örneklerinde kitle ve yapı puanlarının azaldığı saptanmıştır. Hayaloğlu (2003), depolama süresince peynirlerin kitle ve yapı puanlarında azalma tespit etmiş olup, söz konusu azalışın peynirdeki proteoliz (özellikle α_{s1} -kazeinin parçalanması) sonucu yapıda meydana gelen yumuşamadan kaynaklandığını belirtmiştir. Şahingil (2012), 120 günlük depolama süresince beyaz peynirlerde kitle ve yapı puanında azalma olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, söz konusu azalmanın proteoliz nedeniyle yapıda meydana gelen yumuşamadan kaynaklandığını vurgulamıştır. Bahsedilen araştırma bulguları, çalışmamızda elde sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.6.3. Koku

Depolama süresince beyaz peynirler örneklerinde belirlenen koku puanları Çizelge 4.49’da verilmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek koku puanı salamura

içindeki *B. bifidum* içeren beyaz peynir örneğinde, en düşük koku puanı ise vakum paketli kontrol grubu beyaz peynir örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde en yüksek koku puanı vakum paketli *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde, en düşük koku puanı vakum paketli *B. bifidum* içeren beyaz peynir örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.49. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen koku puanları (Tam puan=30)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	28.15±0.65*	29.00±1.00	26.00±1.00
KS	29.15±0.85	27.50±2.50	24.50±1.50
BV	28.75±0.45	24.00±6.00	24.00±0.00
BS	29.80±0.20	29.00±1.00	25.00±1.00
LV	28.30±0.00	27.85±1.15	27.50±1.50
LS	29.15±0.85	30.00±0.00	26.50±1.50

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

BS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneği

LV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

LS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.50’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, depolama süresinin beyaz peynir örneklerinin koku puanları üzerinde etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.50. Beyaz peynir örneklerinin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Koku puanları		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	6.42361111	1.02
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	5.52250000	0.88
Depolama Süresi (DS)	2	34.40361111	5.49*
BÇ X AÇ	2	6.85583333	1.09
BÇ X DS	4	3.44569444	0.55
AÇ X DS	2	4.33583333	0.69
BÇ X AÇ X DS	4	2.76041667	0.44
Hata	18	6.2702778	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin koku puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin koku puanlarında istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bir azalış görülmüştür.

Çizelge 4.51. Beyaz peynir örneklerinin koku puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Koku puanları (Tam puan=30)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	27.38±2.17a
<i>B. bifidum</i>	26.76±3.53a
<i>L. acidophilus</i>	28.22±1.54a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	27.06±2.83a
Salamura	27.84±2.33a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	28.88±0.82a
45. gün	27.89±3.36a
90. gün	25.58±1.71b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde Yangılar (2010) *Bifidobacterium* spp. ve *Lactobacillus acidophilus* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin, Şahingil (2012) *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus casei* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin koku puanlarının depolama süresince azaldığını tespit etmişlerdir. Kirst (2002), depolama süresince peynirde meydana gelen proteoliz ve lipoliz olayları sonucu oluşan değişimlerin peynirin tat ve aromasını önemli düzeyde etkilediğini, peynirde lezzet ve aroma üzerinde özellikle kısa zincirli serbest yağ asitlerinin etkili olduğunu belirtmiştir. Erkaya (2014), *Bifidobacterium bifidum* DSMZ 20456 ve *Lactobacillus acidophilus* DSMZ 20079 kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin koku puanları üzerinde farklı bakteri çeşidi kullanımının önemli bir etkisinin olmadığını, koku puanlarının depolama süresince azalış gösterdiğini tespit etmiştir. Bahsedilen çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular çalışmamızda sonucunda elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

4.6.4. Tat

Depolama süresince beyaz peynirler örneklerinde belirlenen tat puanları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek tat puanı vakum ambalajlı *B. bifidum* içeren peynir örneğinde, en düşük tat puanı ise salamura içinde depolanan *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde en yüksek tat puanı vakum paketli *L. acidophilus* içeren peynir örneğinde, en düşük tat puanı ise vakum paketli kontrol grubu beyaz peynir örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.52. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen tat puanları (Tam puan=20)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	16.95±0.15*	11.50±3.50	9.00±1.00
KS	14.20±2.50	13.50±1.50	12.50±0.50
BV	17.70±1.00	13.85±2.85	10.00±3.00
BS	14.55±1.25	13.50±1.50	11.00±1.00
LV	15.25±1.45	13.40±2.60	14.00±2.00
LS	13.90±1.10	11.65±1.65	11.00±1.00

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Çizelge 4.53'te verilen varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynir örneklerinin tat puanları üzerinde depolama süresinin etkisinin $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.53. Beyaz peynir örneklerinin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Tat puanları		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	0.7258333	0.10
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	3.8025000	0.55
Depolama Süresi (DS)	2	53.0575000	7.61*
BÇ X AÇ	2	6.6025000	0.95
BÇ X DS	4	4.1483333	0.59
AÇ X DS	2	7.2358333	1.04
BÇ X AÇ X DS	4	4.3158333	0.62
Hata	18	6.9725000	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. Depolama süresince beyaz peynir örneklerine panelistler tarafından verilen tat puanlarında azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 4.54. Beyaz peynir örneklerinin tat puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Tat puanları (Tam puan=20)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	12.94±3.10a
<i>B. bifidum</i>	13.43±3.17a
<i>L. acidophilus</i>	13.20±2.25a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	13.52±3.55a
Salamura	12.87±1.93a
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	15.43±2.01a
45. gün	12.90±2.57b
90. gün	11.25±2.31b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Mahmoudi vd. (2012), *Bifidobacterium animalis* ve *Lactobacillus rhamnosus* kullanarak ürettikleri ve 60 gün depoladıkları beyaz peynirde depolama süresince belirlenen lezzet puanlarının üzerinde, üretimde probiyotik kültür kullanılmasının etkisinin önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda panelistler tarafından probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen beyaz peynirler ile kontrol grubu beyaz peynirlere verilen tat puanları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemekle birlikte, probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlere verilen tat puanları kontrol grubu peynirlerin tat puanlarından yüksek olmuştur. Erkaya (2014), vakum ambalajın ve *B. bifidum* DSMZ 20456 ve *L. acidophilus* DSMZ 20079 içeren probiyotik bakteri kültürlerin kullanımın peynirlerin lezzetini olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda farklı ambalaj kullanımının tat puanları üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiş olmakla birlikte, vakum paketli beyaz peynirlerin tat puanlarının salamura içindeki beyaz peynirlere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bulat (2011), *Enterococcus faecium* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin 90 günlük depolama süresi sonunda ortalama tat puanlarında azalma olduğunu saptamıştır. Topçu ve Saldamlı (2006) 90 gün depoladıkları beyaz peynirlerin, Gürsoy vd. (2014) *Bifidobacterium longum* kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerin, Erkaya (2014) *B. bifidum* ve *L. acidophilus* kullanarak ürettiği beyaz peynirlerin tat puanlarının depolama süresince azaldığını belirlemişlerdir. Söz konusu azalmanın, özellikle salamuradaki peynirlerde depolama süresince artan tuz konsantrasyonuna ve asitlik artışına bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda salamura içindeki peynirlerin tuz oranlarının vakum paketli peynirlerin tuz oranlarından daha yüksek oluşu, panelistler tarafından verilen beyaz peynir örneklerine verilen tat puanları sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

Depolama süresince beyaz peynirlere ait görünüş, koku, tat, kitle ve yapı puanları değerlendirildiğinde ortalama genel beğeni sonuçları Çizelge 4.55'te verilmiştir.

Çizelge 4.55. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresince ortalama genel beğeni puanları (Tam puan=105)

Peynir örnekleri	Depolama Süresi (gün)		
	1	45	90
KV	95.0±4.30*	75.0±8.00	70.0±0.50
KS	88.0±3.00	68.0±6.50	70.0±1.00
BV	95.0±0.50	88.0±10.50	72.0±1.00
BS	95.0±0.50	77.0±6.00	64.0±1.50
LV	87.0±6.50	85.0±3.00	84.0±7.00
LS	88.0±0.50	72.0±2.00	66.0±7.50

KV: Vakum ambalajda depolanan kontrol grubu peynir örneği

KS: Salamurada depolanan kontrol grubu peynir örneği

BV: Vakum ambalajda depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiBS: Salamurada depolanan *B. bifidum* içeren peynir örneğiLV: Vakum ambalajda depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneğiLS: Salamurada depolanan *L. acidophilus* içeren peynir örneği

* Sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir.

Depolamanın 1. gününde en yüksek puan vakum ambalajlı kontrol grubu beyaz peynir, vakum ambalajlı *B.bifidum* içeren beyaz peynir ve salamura içinde depolanan *B.bifidum* içeren beyaz peynir örneklerine verilmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek genel beğeni puanına sahip beyaz peynirin *L. acidophilus* içeren vakum ambalajlı beyaz peynir olduğu belirlenmiştir. En düşük puan ise salamura içinde depolanan *B. bifidum* içeren beyaz peynir ile salamura içinde depolanan *L. acidophilus* içeren beyaz peynire ait olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.56'da verilen varyans analizi sonuçlarına göre beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanları üzerinde depolama süresinin etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.56. Beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Genel beğeni puanları		
	S.D	K.O	F
Bakteri Çeşidi (BÇ)	2	49.361111	1.00
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	1	448.027778	9.10**
Depolama Süresi (DS)	2	1280.361111	26.00***
BÇ X AÇ	2	23.861111	0.48
BÇ X DS	4	92.361111	1.88
AÇ X DS	2	59.194444	1.20
BÇ X AÇ X DS	4	46.527778	0.94
Hata	18	49.250000	

** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.57'de verilmiştir. Probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerin genel beğeni puanları ile kontrol grubu beyaz

peynirlerin genel beğeni puanları arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Vakum ambalajlı beyaz peynirlere ait genel beğeni puanlarının salamura içindeki beyaz peynirlere ait puanlardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin genel beğeni puanlarında azalma tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.57. Beyaz peynir örneklerinin genel beğeni puanlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Genel beğeni puanları (Tam puan=105)
Bakteri Çeşidi (BÇ)	
Kontrol grubu	77.47±11.34a
<i>B. bifidum</i>	81.50±12.64a
<i>L. acidophilus</i>	80.08±9.78a
Ambalajlama Çeşidi (AÇ)	
Vakum	83.20±10.38a
Salamura	76.17±11.36b
Depolama Süresi (DS)	
1. gün	90.97±5.02a
45. gün	77.33±9.65b
90. gün	70.75±7.84c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 ve *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 olmak üzere iki farklı probiyotik bakteri suşu kullanılarak üretilen beyaz peynirler, salamura içinde ve vakum ambalajda 4°C’de 90 gün süresince depolanmıştır. Depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde beyaz peynirlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin yanı sıra beyaz peynirlerin uçucu bileşik ve yağ asidi profilleri de incelenmiştir. Çalışmada probiyotik bakterilerin, üretiminde kullanılan beyaz peynirin bazı kalite özelliklerine etkisi ile salamurada ve vakum paket içerisinde depolanan beyaz peynirlerdeki probiyotik bakterilerin canlılıkları araştırılmıştır.

Vakum ambalajlı beyaz peynirlerin kurumadde değerlerinin salamura içindeki beyaz peynirlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin kurumadde değerlerinde azalış tespit edilmiştir. Probiyotik bakteri içeren beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerleri kontrol grubu beyaz peynirden yüksek bulunmuştur. Vakum ambalajlı beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin salamura içindeki beyaz peynirden yüksek olduğu ve depolama süresince tüm beyaz peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Üretiminde *L. acidophilus* kullanılan beyaz peynirlerin pH değerinin *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerinin ve kontrol grubu beyaz peynir örneklerinin pH değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin pH değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynir örneklerinin pH değerlerine göre düşük olduğu belirlenmiştir.

Salamura içinde depolanan beyaz peynirlerdeki tuz oranlarının, vakum pakette depolanan beyaz peynir örneklerinin tuz oranlarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin tuz miktarında artış gözlemlenmiştir. Depolama süresi sonundaki değerler incelendiğinde, salamurada depolanan tüm beyaz peynirler ile vakum pakette depolanan kontrol grubu beyaz peynirlerin kurumadde tuz değerlerinin tebliğde belirlenen değeri (%7.5) aştığı görülmektedir. Sadece probiyotik bakteri kullanılarak üretilip vakumda paketlenen beyaz peynirlerin kurumadde tuz oranlarının depolama sonunda %7.5 değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu beyaz peynirlerin yağ oranlarının, üretiminde probiyotik bakteri kullanılan beyaz peynirlerin yağ oranlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Vakum ambalajlı beyaz peynirlerin yağ oranlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin yağ oranlarından daha yüksek olduğu ve depolama süresince beyaz peynirlerin yağ oranlarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait ortalama protein değerleri, kontrol grubu ve *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait protein değerlerinden düşük bulunmuştur. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin protein değerleri salamura içinde depolanan beyaz peynirlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Vakum ambalajlı beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranları, salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin suda çözünür azot oranlarından yüksek bulunmuştur. Depolama süresince devam eden proteoliz olayı nedeniyle suda çözünen azot miktarlarında artış tespit edilmiştir. Beyaz peynirlerin depolama süresince olgunlaşma derecesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Vakum pakette depolanan beyaz peynirlere ait TCA’da çözünür azot oranı değerlerinin, salamura içinde depolanan beyaz peynirlere ait TCA’da çözünür azot oranı değerlerine göre yüksek olduğu saptanmıştır. Depolama süresince beyaz peynirlerde belirlenen TCA’da çözünür azot oranı değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir.

Probiyotik bakteri içeren peynirlerin TMAB sayılarının kontrol grubu peynirden yüksek olduğu belirlenmiştir. Beyaz peynirlerin TMAB sayılarının depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerde tespit edilen M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi sayısı, kontrol grubu beyaz peynirlerdekine göre düşük bulunmuştur. Vakum ambalajlı peynirlerdeki M17 agarda gelişen bakteri sayısının salamura içindeki peynirlerden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Depolama süresince, *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının, *B. bifidum* kullanılarak üretilen beyaz peynir örneklerindeki *B. bifidum* sayısından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Vakum paketli beyaz peynirlerin daha yüksek sayıda probiyotik bakteri içerdiği tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda probiyotik peynirlerin tamamında belirlenen probiyotik bakteri sayısının 8 log kob/g üzerinde olduğu saptanmıştır. Probiyotik etki için ürünlerde probiyotik bakterilerin en az 10^6 kob/g düzeyinde bulunması gerekmekte olup, depolama süresince probiyotik bakteri sayısında azalma meydana gelmesine rağmen, beyaz peynir örneklerinde 90 gün sonunda elde edilen değerlerin peynirlerin probiyotik olarak kabul edilmesi için gerekli olan en az canlı probiyotik bakteri sayısının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

2-propanol, 3-metil-1-bütanol, 2-pentanol depolama süresince peynir örneklerinde belirlenen alkollerdir. Beyaz peynir örneklerinde depolama süresi sonunda belirlenen toplam uçucu bileşenlerin %28.89-%46.99'unu oluşturarak en yüksek seviyede belirlenen uçucu bileşenin 3-hidroksi-2-bütanon olduğu tespit edilmiştir. Oktanal, nonanal ve dekanal çalışmamızda belirlenen aldehitlerdir. Beyaz peynir örneklerinin tamamında 2,2,4,6,6-pentametil-heptan belirlenmiştir. Çalışmamızda N-metil metanamin tüm beyaz peynir örneklerinde belirlenmiş olup, kontrol grubu peynirlerdeki miktarının probiyotik bakteri içeren beyaz peynirlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda 34 adet yağ asidi belirlenmiş olup, belirlenen toplam yağ asitlerinin %20-%23'ünü kısa ve orta zincirli doymuş yağ asitlerinin, %34-%36'sını orta ve uzun zincirli doymuş yağ asitlerinin ve %42-%44'ünü orta ve uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Toplam yağ asitlerinin %5.18-%5.63'ünü oluşturan kaprik asidin diğer kısa zincirli yağ asitleri arasında daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Beyaz peynirlerde depolama süresi sonunda en yüksek orana sahip orta zincirli yağ asidinin miristik asit olduğu; uzun zincirli yağ asitleri arasında en yüksek oranda tespit edilen yağ asitleri sırasıyla pentadekanoik asit, oleik asit ve palmitoleik asit olduğu belirlenmiştir. Çalışmamız sonucunda depolamanın 90. gününde tüm beyaz peynir örneklerinde sırasıyla miristik asit, miristoleik asit, pentadekanoik asit, oleik asit, palmitoleik asit, heptedekanoik asit, laurik asit ve kaprik asit en fazla düzeyde tespit edilen yağ asitleri olmuştur. Probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirler ve kontrol grubu beyaz peynirler ile vakum ambalajlı ve salamura içindeki beyaz peynirlerde tespit edilen bazı yağ asitlerinin miktarları arasında farklılık olmasına rağmen, örnekler arasında toplam yağ asidi miktarları bakımından belirgin farklılıklar görülmemiştir.

Kontrol grubu beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin probiyotik bakteri kullanılarak üretilen beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden yüksek, vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin ise salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin sertlik değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Beyaz peynirin vakum

ambalajda depolanmasının sertlik eğerleri bakımından daha uygun olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince beyaz peynirlerin sertlik değerlerinde azalma meydana geldiği saptanmıştır.

B. bifidum kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait ortalama kitle ve yapı puanları, kontrol grubu ve *L. acidophilus* kullanılarak üretilen beyaz peynirlere ait kitle ve yapı puanlarından yüksek bulunmuştur. Vakum paket içinde depolanan beyaz peynirlerin kitle ve yapı puanlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerin puanlarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda depolama süresince beyaz peynir örneklerinde kitle ve yapı puanlarının azaldığı saptanmış olup, depolamanın 90. gününde en yüksek kitle ve yapı puanı vakum ambalajlı *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğinde belirlenmiştir. Depolama süresince beyaz peynir örneklerinin görünüş puanlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde panelistler tarafından en yüksek görünüş puanı, vakum paketli *B. bifidum* içeren peynir örneğine verilmiştir. Tüm beyaz peynir örneklerinin koku ve tat puanlarının depolama süresince azalış gösterdiği tespit edilmiş olup, depolamanın 90. gününde en yüksek koku ve tat puanlarının vakum paketli *L. acidophilus* içeren beyaz peynir örneğine ait olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında; *L. acidophilus* DSM 20079, *B. bifidum* DSM 20456 suşlarının probiyotik beyaz peynir üretiminde kullanılmasının beyaz peynirin bileşimi ve duysal özellikleri üzerinde olumsuz etki göstermediği belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek genel beğeni puanına sahip beyaz peynirin *L. acidophilus* kullanılarak üretilen vakum paketli beyaz peynir olduğu belirlenmiştir. Depolanmasında vakum ambalaj kullanılan beyaz peynirlerin tuz oranlarının salamura içinde depolanan beyaz peynirlerinkine göre az olduğu, Türk Gıda Kodeksi'nde verilen limit değerlerine sadece vakum ambalajlı beyaz peynirlerde ulaşıldığı belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda vakum ambalajlı beyaz peynirlerin sertlik değerlerinin salamura içindeki beyaz peynirlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; beyaz peynir üretiminde probiyotik bakteri olarak *L. acidophilus* DSM 20079 ve *B. bifidum* DSM 20456 suşlarının kullanılabileceği ve beyaz peynirlerin vakum pakette depolanmasının daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Ak, M. ve Lokuncu-Altay, F. 2011. Peynirde reoloji ve tekstür. Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Editörler), Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya, 367-416 s, İzmir.
- Akalın, A.S. 2011. Peynirin beslenme ve sağlık etkisi. Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (Ed), Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya, 459-488 s, İzmir.
- Akalın, A.S. and 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.
- Akalın, A.S., Kınık, O. ve Gönç, S. 1998. İzmir piyasasında satılan bazı peynir çeşitlerinde yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Gıda*, 23 (5): 357-363.
- Akan, E. and Kınık, Ö. 2018. Effect of mineral salt replacement on properties of Turkish White cheese. *Mljekarstvo*, 68 (1): 46-56.
- Akan, E., Kınık, Ö. 2015. Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 155-166.
- Akın, N., Aydemir, S., Koçak, C. and Yıldız, M. A. 2003. Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. *Food Chemistry*, 80 (1): 77-83.
- Alichanidis, E., Anifantakis, E.M., Polychroniadou, A. and Nanou, M. 1984. Suitability of some microbial coagulants for Feta cheese manufacture. *Journal of Dairy Research*, 51 (1): 141-147.
- Alp, G. ve Aslım, B. 2009. İnsan bağırsak sisteminde probiyotik olarak bifidobakterilerin önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2): 343-354.
- Anonim 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 s, Ankara.
- Anonim 2006a. Beyaz Peynir. Türk Standartları Enstitüsü TS 591, Ankara.
- Anonim 2006b. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ no: 2006/34). T.C. Resmi Gazete 07.07.2006 tarih ve 26221 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. T.C. Resmi Gazete 08.02.2015 tarih ve 29261 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim 2017a. Et ve Süt Piyasalarında Üretimden Tüketime Güven. Süt Piyasa Bülteni Mayıs 2017. Et ve Süt Kurumu Piyasa İzleme ve Değerlendirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim 2017b. Türkiye'nin Peynir Zenginliği ve Dış Ticareti. Et ve Süt Kurumu Piyasa İzleme ve Değerlendirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonymous 1982. Cheese and Processed Cheese. Determination of the Total Solids Content (Reference Method). International Dairy Federation Standard 4A,

Brussels.

- Anonymous 1987. Milk and Milk Products Enumeration of Microorganisms-Colony Count at 30°C. International Dairy Federation Standard 100A, Brussels.
- Anonymous 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Washington DC, USA: Association of Official Analysis Chemists.
- Anonymous 1995. Milk and Milk Products. Extraction Methods for Lipids and Liposoluble Compounds. International Dairy Federation Standard 172, Brussels, Belgium.
- Anonymous 1999. Milkfat. Preparation of Fatty Acid Methyl Esters. International Dairy Federation Standard 182, Brussels, Belgium.
- Anonymous 2001. Milk and Milk Products-General Guidance for the Preparation of Test Samples, Initial Suspensions and Decimal Dilutions for Microbiological Examination. International Dairy Federation Standard, 122: 12 p. Belgium,
- Araújo, E.A., dos Santos Pires, A.C., Pinto, M.S., Jan, G. and de Carvalho, A.F. 2012. Probiotics in dairy fermented products. *InTech*, 6: 129-148.
- Ardö, Y. and Polychroniadou, A. 1999. Laboratory manual for chemical analysis of cheese. COST 95, Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities, pp. 33-37, Luxembourg.
- Ayar, A. ve Akyüz, N. 2003. Olgunlaşma esnasında beyaz peynirin lipolizi üzerine ilave edilen bazı baharat ekstraktlarının etkisi. *Gıda*, 28 (3): 295-303.
- Bakırcı, İ. ve Kavaz, A. 2006. Probiyotikler ve prebiyotiklerin beslenme ve sağlık üzerindeki etkileri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, ss 893-894, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Barrett, E., Mattarelli, P., Simpson, P.J., O'Toole, P.W., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P. and Stanton, C. 2011. Culture Media for the Detection and Enumeration of Bifidobacteria in Food Production. *In Handbook of Culture Media for Food and Water Microbiology*, pp. 199-227.
- Beal, P. and Mittal, G.S. 2000. Vibration and compression responses of Cheddar cheese at different fat content and age. *Milchwissenschaft*, 55: 139-142.
- Benech, R.O., Kheadr, E.E., Lacroix, C. and Fliss, I. 2003. Impact of nisin producing culture and liposome-encapsulated nisin on ripening of Lactobacillus added-Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 1895-1909.
- Bergamini, C.V., Hynes, E.R. and Zalazar, C.A. 2006. Influence of probiotic bacteria on the proteolysis profile of a semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, 16, 856-866.
- Bintsis, T. and Robinson, R.K. 2004. A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry*, 88 (3): 435-441.
- Bulat, T. 2011. Beyaz peynir üretiminde probiyotik *Enterococcus faecium*'un ek kültür olarak kullanımı ve bunun oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ve peynir kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 124 s.
- Cárdenas, N., Calzada, J., Peirotén, Á., Jiménez, E., Escudero, R., Rodríguez, J.M., Medina, M. and Fernández, L. 2014. Development of a potential probiotic fresh

- cheese using two *Lactobacillus salivarius* strains isolated from human milk. *BioMed Research International*, 1-12.
- Ceyhan, N. ve Alıç, H. 2012. Bağırsak mikroflorası ve probiyotikler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5: 107-113.
- Chavarri, F., Bustamante, M.A., Santisteban, A., Virto, M., Albisu, M., Baron, L.J.R. and Renobales, M. 2000. Effect of pasteurization on lipolysis during ripening of ovine cheese manufactured at different times of the year. *Lait*, 80: 433-444.
- Chaves K.S. and Gigante M.L. 2016. Prato cheese as suitable carrier for *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium* Bb-12. *International Dairy Journal*, 52: 10-18.
- Cinbaş, T. 2004. İki Farklı Üretim Yöntemiyle Üretilen Beyaz Peynirlerde Proteoliz ve Lipoliz. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 70 s.
- Collin, S., Osman, M., Delcambre, S., El-Zayat, A.I. and Dufour, J.P. 1993. Investigation of volatile flavor compounds in fresh and ripened Domiati cheeses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41 (10): 1659-1663.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkinson, M.G. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13 (11): 841- 866.
- Corbo, M.R., Albenzio, M., De Angelis, M., Sevi, A. and Gobbetti, M. 2001. Microbiological and biochemical properties of Canestrato Pugliese hard cheese supplemented with Bifidobacteria. *Journal of Dairy Science*, 84: 551-561.
- Corthier, G. 2004. The health benefits of probiotics, *Danone nutritopics*, 29: 1-17.
- Cuffia, F., George G., Renzulli, P., Reinheimer, J., Meinardi, C. and Burns, P. 2017. Technological challenges in the production of a probiotic pasta filata soft cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 81: 111-117.
- Çakmakci, S. and Kurt, A. 1993. Effect of salt amount of brine and ripening period CaCl_2 and lecithin addition made on white pickled cheese quality. *Gıda*, 18: 21–28.
- Çelik, Ş. ve Uysal, Ş. 2009. Beyaz peynirin bileşim, kalite, mikroflora ve olgunlaşması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1): 141-151.
- Dabevska-Kostoska, M., Velickova, E., Kuzmanova, S. and Winkelhausen, E. 2012. White brined cheese as a delivery medium for probiotic bacteria. *In Proceedings of the 6th Central European Congress on Food-CEFood*, pp. 1142-1147, Novi Sad, Serbia.
- Dabevska-Kostoska, M., Velickova, E., Kuzmanova, S. and 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): 343-350.
- Dağdemir, E. 2006. Salamura beyaz peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve seçilen bazı izolatların kültür olarak kullanılabilme imkanları. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 190 s.
- Demirci, M. 1991. Peynirin Beslenmedeki Yeri ve Önemi. II. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Her Yönüyle Peynir, 19-27 s, Tekirdağ.

- Demirci, M. ve Şimşek, O. 1997. Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık, s. 157-160, İstanbul.
- Diezhandino, I., Fernandez, D., Sacristán, N., Combarros-Fuertes, P., Prieto, B. and Fresno, J.M. 2016. Rheological, textural, colour and sensory characteristics of a Spanish blue cheese (Valdeón cheese). *LWT - Food Science and Technology*, 65: 1118-1125.
- Dirinck, P. and De Winne, A. 1999. Flavour characterisation and classification of cheeses by gas chromatographic–mass spectrometric profiling. *Journal of Chromatography A*, 847: 203–208.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasilyevic, T. and Shah, N.P. 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt. *International Dairy Journal*, 16: 1181-1189.
- Durlu Özkaya, F. ve Gün, İ. 2007. Anadolu’da Peynir Kültürü. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi Kitabı*, 10-15 s.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ankara, 381 s.
- Efthymiou, C., 1967. Major free fatty acids in feta cheese. *Journal of Dairy Science*, 50 (1): 20-24.
- Erkaya, T. 2014. Probiyotik kültürlerle üretilen beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı kalite özellikleri ve oluşan peptitlerin biyoaktivitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 181 s.
- Erkaya, T. ve Şengül, M. 2015. Bioactivity of water soluble extracts and some characteristics of white cheese during the ripening period as effected by packaging type and probiotic adjunct cultures. *Journal of Dairy Research*, 82: 47–55.
- Esmer, Ö.K., Balkır, P., Seçkin, A.K. and Irkın, R. 2009. The effect of modified atmosphere and vacuum packaging on the physicochemical, microbiological, sensory and textural properties of Crottin de Chavignol cheese. *Food Science and Technology Research*, 15: 367-376.
- Felicio, T.L., Esmerino, E.A., Vidal, V.A.S., Cappato, L.P., Garcia, R.K.A., Cavalcanti, R.N., Freitas, M.Q., Conte Junior, C.A., Padilha, M.C., Silva, M.C., Raices, R.S.L., Arellano D.B. and Bollini, H.M.A. 2016. Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. *Food Chemistry*, 196: 628-637.
- Fernandez-Garcia, E., Carbonell, M. and Nunez, M. 2002. Volatile fraction and sensory characteristics of Manchego cheese. 1. Comparison of raw and pasteurized milk cheese. *Journal of Dairy Research*, 69: 579–593.
- Fontecha, J., Pebez, M., Juarez, M., Reguen, T., Gomez, C. and Ramos, M. 1990. Biochemical and microbiological characteristics of artisanal hard goat's cheese. *Journal of Dairy Science*, 73: 1150–1157.
- Fox, P. F. 1989. Proteolysis During Cheese Manufacture and Ripening1. *Journal of Dairy science*, 72 (6): 1379-1400.

- Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P. L. H. and Wallace, J. 1993. Biochemistry of Cheese Ripening. In P. F. Fox (Ed.), Cheese: Chemistry, physics and microbiology, Vol. 1 London: Chapman and Hall, 389–438.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. and Singh, T.K. 1995. Methods for assessing proteolysis in cheese during maturation. In Chemistry of structure-function relationships in cheese, pp. 161-194, Springer, Boston, MA.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66: 365–378p.
- Gahun, Y. 1978. Peynir Tuz Geçişini Etkileyen Faktörler. *Gıda Dergisi*, 3: 4.
- Gomes, A.M.P. and Malcata, F.X. 1999. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 139–157.
- Gomes, A.M.P., Vieira, M.M. and Malcata, F.X. 1998. Survival of probiotic strains in a cheese during ripening: Simulation of rates of salt diffusion and microorganism survival. *Journal of Food Engineering*, 36: 281–301.
- Guinee, T.P. 2004. Salting and the role of Salt in Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57: 99-109.
- Gürsoy, O. ve Kınık, Ö. 2005. Laktobasiller ve probiyotik peynir üretiminde kullanım potansiyelleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11 (3): 361-371.
- Gürsoy, O. ve Kınık, Ö. 2006. Peynir üretiminde probiyotik bakterilerin kullanımı: probiyotik peynir. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 105-116.
- Gürsoy, O. ve 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.
- Gürsoy, O., Gökçe R., Çon, A.H. ve Kınık, Ö. 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): 816-820.
- Güven, A. ve Gülmez, M. 2006. Fonksiyonel gıdalar ve sağlıkla ilişkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12 (1): 91-96.
- Güven, M. ve Karaca, O.B. 2001. Proteolysis levels of white cheeses salted and ripened in brines prepared from various salts. *International Journal of Dairy Technology*, 54 (1): 29-33.
- Hayaloğlu, A. 2003. Starter olarak kullanılan bazı *Lactococcus* suşlarının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 170 s.
- Hayaloğlu, A., Bansal, A.N. and McSweeney, P.L.H. 2012. Influence of brine immersion and vacuum packaging on the chemistry, biochemistry, and microstructure of Mihalic cheesemade using sheep's milk during ripening. *Dairy Science &*

- Technology*, 92: 671–689.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M. and Fox, P.F. 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese “Beyaz Peynir”. *International Dairy Journal*, 12: 635–648.
- Holzapfel, W.H., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U. and Huis in't Veld, J.H. 1998. Overview of gut flora and probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 41 (2): 85-101.
- Kalavrouzioti, I., Hatzikamari, M., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Tzanetakis, N. 2005. Production of hard cheese from caprine milk by the use of two types of probiotic cultures as adjuncts. *International Journal of Dairy Technology*, 58: 30-38.
- Kamber, U. 2015. Traditional Turkey Cheeses and their classification. *Van Veterinary Journal*, 26 (3): 161-171.
- Karaca, O.B. 2007. Mikrobiyel kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanımının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 174 s.
- Karahan, Z.C. ve Güvener, E. 1999. Probiotikler. *Flora*, 4 (3): 156-162.
- Karakuş, M. and Alperden, I. 1995. Effect of starter composed of various species of lactic bacteria on quality and ripening of Turkish white pickled cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 28(4): 404-409.
- Karaman, A.D. 2007. Yağı azaltılmış beyaz peynir üretimi ve özelliklerine homojenizasyonun etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 222 s.
- Karaman, A.D. and Akalın, A.S. 2013. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream. *LWT - Food Science and Technology*, 50: 503-510.
- Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K. and Safari, M. 2009. Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. *Food Chemistry*, 112: 539-544.
- Karimi, R., Mortazavian, A.M. and Da Cruz, A.G. 2011. Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review. *Dairy Science & Technology*, 91 (3): 283-308.
- Kasımoğlu, A., Göncüoğlu, M. and Akgün, S. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *International Dairy Journal*, 14: 1067-1073.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Alichanidis, E. and Roussis, I.G. 2000a. Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*, 10: 635-646.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Alichanidis, E. and Roussis, I.G., 2000b. Lipolysis in Reduced Sodium Feta Cheese Made by Partial Substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*, 10: 369-373.
- Kesenkaş, H. ve Akbulut, N. 2006. Destek kültür olarak kullanılan bazı mayaların beyaz peynir aroması üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (2): 73-84

- Kesenkaş, H. 2005. Beyaz peynir üretiminde bazı mayaların starter kültür olarak kullanım olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 211 s.
- Kılıç, G.B., Kuleaşan, H., Eralp, I. and Karahan, A.G. 2009. Manufacture of Turkish beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT-Food Science and Technology*, 42 (5): 1003-1008.
- Kılıç, S. 2008. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 542, İzmir.
- Kınık, O., Gürsoy O. and Seçkin A.K. 2005. Cholesterol content and fatty acid composition of most consumed Turkish hard and soft cheeses. *Czech Journal of Food Science*, 4: 166-172.
- Kirst, E. 2002. Cheese ripening changes in milk fat and the development of aroma components. *DMZ, Lebensmittelindustrie-und-Milchwirtschaft*, 123 (9): 36-42.
- Koçak, C., Gürsel, A., Avşar, Y. K. and Semiz, A. 1994. Acceleration of Kasar and Skin Cheeses by Commercial Lipase Preparation. 24th International Dairy Congress, Australia, p: 1.
- Kondyli, E., Katsiari, M.C., Masouras, T. and Voutsinas, L.P. 2002. Free fatty acids and volatile compounds of low-fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture. *Food Chemistry*, 79 (2): 199-205.
- Kovats, E. 1958. Gas-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. *Helvetica Chimica Acta*, 41 (7): 1915-32.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A. 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları: 252, Erzurum, 238 s.
- Leclercq-Perlat, M.N., Corrieu, G. and Spinnler, H.E. 2004. Comparison of volatile compounds produced in model cheese medium deacidified by *Debaryomyces hansenii* or *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Dairy Science*, 87 (5): 1545-1550.
- Lourens-Hattingh, A. and Viljoen, B.C. 2001. Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. *Food Research International*, 34: 791-796.
- Lynch, C.M., Muir, D.D., Banks, J.M., McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F. 1999. Influence of adjunct cultures of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* or *Lactobacillus plantarum* on Cheddar cheese ripening. *Journal of Dairy Science*, 82 (8): 1618-1628.
- Mahmoudi, M., Asl, A.K. and Zomorodi, S. 2012. The influence of probiotic bacteria on the properties of Iranian white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65: 561-567.
- Martins, I.B.A., Deliza, R., dos Santos, K.M.O., Walter, E.H.M., Martins, J.M. and Rosenthal, A. 2018. Viability of probiotics in goat cheese during storage and under simulated gastrointestinal conditions. *Food and Bioprocess Technology*, 11 (4): 853-863.
- Massouras, T., Pappa, E.C. and Mallatou, H. 2006. Headspace analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk. *International*

- Journal of Dairy Technology*, 59 (4): 250-256.
- Mc Brearty, S., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Collins, J.K., Wallace, J.M. and Stanton, C. 2001. Influence of two commercially available bifidobacteria cultures on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 11 (8): 599-610.
- McSweeney, P.L. and Fox, P.F. 1997. Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening. *Lait*, 77 (1): 41-76.
- McSweeney, P.L. and Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80 (3): 293-324.
- Metin, M. 2008. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Meslek Yüksek Okulu Yayın No: 24, Bornova, İzmir, 307-377 s.
- Michaelidou, A., Katsiari, M.C., Kondyli, E., Voutsinas, L.P. and Alichanidis, E. 2003. Effect of a commercial adjunct culture on proteolysis in low-fat Feta-type cheese. *International Dairy Journal*, 13 (2-3): 179-189.
- Milesi, M.M., Vinderola, G., Sabbag, N., Meinardi, C.A. and Hynes, E. 2009. Influence on cheese proteolysis and sensory characteristics of non-starter lactobacilli strains with probiotic potential. *Food Research International*, 42: 1186-1196.
- Molimard, P. and Spinnler, H.E. 1996. Compounds involved in the flavour of surface mold-ripened cheeses: origins and properties. *Journal of Dairy Science*, 79: 169-184.
- Nikolaou, E., Tzanetakis N., Litopoulou-Tzanetaki E. and Robinson R.K. 2002. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal, low fat cheese made from raw ovine milk during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 55 (1): 12-17
- Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N.P. 2006. Development of probiotic cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *International Dairy Journal*, 16 (5): 446- 456.
- Ouwehand, A.C., Salminen, S. and Isolauri, E. 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 82 (1-4): 279-289.
- Öner, Z., Karahan, A.G. and Açoğlu, H. 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 39 (5): 449-454.
- Özbaş, Z.Y. 1993. *Bifidobakter*'ler ve *Lactobacillus acidophilus*: Özellikleri, diyetetik amaçlar için kullanımları, yararlı etkileri ve ürün uygulamaları. *Gıda Dergisi*. 18 (4): 247-251.
- Özdemir, E. 1998. Klasik yöntem ve *Lactobacillus sake* ile üretilen beyaz peynirin vakum ambalajda dayanıklılık süresinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 73 s.
- Özden, A. 2005. Gastrointestinal Sistem ve probiyotik-prebiyotik-synbiyotik. *Güncel Gastroenteroloji*, 9 (3): 124-133.
- Özer, B. ve Hayaloğlu A.A. 2011. Giriş. A.A. Hayaloğlu, B. Özer (Ed), Peynir Biliminin Temelleri, Sidaş Medya, 1-8 s, İzmir.

- Özer, B., Kırmacı, H.A., Hayaloğlu, A.A., Akçelik, M. and Akkoç, N. 2011. The effects of incorporating wild-type strains of *Lactococcus lactis* into Turkish white-brined cheese (Beyaz peynir) on the fatty acid and volatile content. *International Journal of Dairy Technology*, 64 (4): 494-501.
- Özer, B., Kırmacı, H.A., Şenel, E., Atamer, M. and Hayaloğlu, A. 2009. Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. *International Dairy Journal*, 19 (1): 22-29.
- Payne, M.R. and Morison, K.R. 1999. A multi-component approach to salt and water diffusion in cheese. *International Dairy Journal*, 9 (12): 887-894.
- Pino, A., Van Hoorde, K., Pitino, I., Russo, N., Carpino, S., Caggia, C. and Randazzo, C.L. 2017. Survival of potential probiotic lactobacilli used as adjunct cultures on Pecorino Siciliano cheese ripening and passage through the gastrointestinal tract of healthy volunteers. *International Journal of Food Microbiology*, 252: 42-52.
- Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G. and Zerfiridis, G.K. 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12: 525-540.
- Seçkin, A.K. ve Baladura, E. 2011. Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 27-38.
- Sousa, M.J. and Malcata, F.X. 1996. Influence of pasteurization of milk and addition of starter cultures on protein breakdown in ovine cheese manufactured with extras from flavor wears of cynara carunculous. *Food Chemistry*, 57 (4): 549-556.
- Stanton, C., Gardiner, G., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G. and Ross, R.P. 1998. Probiotic cheese. *International Dairy Journal*, 8: 491- 496.
- Szczesniak A.S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13: 215-225.
- 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, 163 s.
- Şahingil, D., Hayaloğlu, A., Şimşek, O. and Özer, B. 2014. Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese: effects of ripening temperature and adjunct culture. *Dairy Science & Technology*, 94: 603–623.
- Tannock, G.V. 1997. Probiotic properties of lactic acid bacteria: plenty of scapefor fundamental R&D. *Trends in Biotechnology*, 15: 270-274
- Topçu, A. and Saldamli, I. 2006. Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows milk. *International Journal of Food Properties*, 9: 665–678.
- Tosun, İ. 2009. Beyaz peynirin uçucu flavor bileşikleri üzerine, starter kültür ve olgunlaştırmanın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 61 s.
- Uraz, T. and Özer, B.H. 1999. Moulds Employed in Food Processing. *Encyclopedia of*

- Food Microbiology. (Eds. Robinson, R.K., Batt, C. ve Patel, P. Academic Pres Publ.), ss 2109-2116.
- Uzun, Y.S. 2006. Probiyotik karakterli *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium bifidum* BB-12'nin Kaşar Peynirinde haşlama ve kuru tuzlama işlemlerine karşı dirençlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Urfa, 71 s.
- Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi- 1. Meta Basım, İzmir, 543 s.
- Üçüncü, M. 2012. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım, İzmir, 571 s.
- Vural, T. ve Çelen, B. 2005. Gastrointestinal sistemle dost mikroorganizmalar ve probiyotikler. *Güncel Gastroenteroloji*. 9 (3): 115-122.
- Wishah, R. 2007. Peynir üretiminde starter kültürlerle ek olarak bazı bakteri suşlarının kullanımı ve bunun peynir özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 101 s.
- Yangılar, F. 2010. Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 106 s.
- Yangılar, F. and Özdemir, S. 2013. Microbiological properties of Turkish Beyaz cheese samples produced with different probiotic cultures. *African Journal of Microbiology Research*, 7 (22): 2808- 2813.
- Yeşilova, Y., Sula B., Yavuz, E. ve Uçmak, D. 2010. Probiyotikler. *Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 11 (1): 49- 56.
- Yılmaztekin, M. 2001. Beyaz peynir üretiminde *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dan yararlanma olanakları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 101s.
- Yılmaztekin, M., Özer, B.H. and Atasoy, A.F. 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white-brined cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55 (1): 53-60.
- Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D. and Verzera, A. 2005. Characterization of 'Povola dei Nebrodi', a typical Sicilian cheese by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *International Dairy Journal*. 15: 585-593.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: HİLAL KARAHANÇER

Doğum Tarihi: 14.05.1991

Mail: hilalkarahancer@gmail.com



Öğrenim Bilgileri

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Gıda Mühendisliği	Pamukkale Üniversitesi	2010-2014
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Akdeniz Üniversitesi	2015-2018

Şeker, A., Tepe, T., Karahançer, H., Laz, C., Karaca, H. 2014. Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrünün Doğal Müdahalelerle Uzatılması. 2241-A Tübitak Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Tezi.

Çelik, İ., Karahançer, H., Laz, C. 2014. Anadolu'daki Yöresel Kahve Çeşitleri. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 17-19 Nisan, Adana, 236-239.

Şeker, A., Tepe, T., Karahançer, H., Laz, C., Karaca, H. 2014. Tütsülenmiş Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrünün Doğal Müdahalelerle Uzatılması. Uluslararası 3. Gıda Kongresi. 26-27 Eylül, Bolu, 30-31.