ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

YÜKSEK BASINÇ UYGULAMALARININ KAŞAR PEYNİRİNİN BAZI NİTELİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gökçe EMİNOĞLU

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

YÜKSEK BASINÇ UYGULAMALARININ KAŞAR PEYNİRİNİN BAZI NİTELİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gökçe EMİNOĞLU

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ebru ŞENEL

Bu çalışmada Kaşar peyniri üretiminde kullanılacak çiğ süte ve çiğ sütten üretilen Kaşar peynirlerine 400 MPa ve 600 MPa'da 10 dk. süre ile yüksek basınç uygulanarak elde edilen örneklerin 90 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Süte yüksek basınç uygulaması ile mikrobiyal yükün önemli düzeyde azaldığı ancak peynir üretimi esnasında yeniden bulaşma olabileceği tespit edilmiştir. Peynire yüksek basınç uygulaması ile koliform, maya ve küf mikroorganizmaları inaktif olmuş dolayısıyla peynirin raf ömrü üzerine etkili olmuştur. Süte basınç uygulamasının peynirin bileşimini etkilediği, peynire basınç uygulamasının ise önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Süte 400 ve 600 MPa yüksek basınç uygulaması ile üretilen peynirlerin asit değeri, suda çözünen azot, %12'lik TCA'da çözünen azot, serbest amino asit miktarı ve olgunlaşma indeksi değerleri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuş dolayısıyla lipoliz ve proteolizi hızlandırdığı saptanmıştır. Süte 600 MPa yüksek basınç uygulaması ile üretilen örnekte tüm depolama günlerinde diğer örneklerden daha fazla sayıda uçucu bileşen tespit edilmiştir. Süte 600 MPa basınç uygulamasının peynirin duyusal ve tekstürel özelliklerini çiğ sütten üretilen kontrol örneğine göre zayıflattığı tespit edilirken, süte 400 MPa basınç uygulamasının tekstürel özellikleri ısıl işlem ile üretilmiş örneğe göre iyileştirdiği, peynire basınç uygulamasının ise tekstürel özellikleri etkilemediği saptanmıştır.

Sonuç olarak, peynirde olgunlaşmanın hızlandırılması hedeflendiğinde, hammadde çiğ süte, peynirin raf ömrünün uzatılmasının öncelikli olduğu durumda ise peynire basınç uygulaması tercih edilmelidir. Her iki uygulamada da basınç seviye ve süresinin seçiminin önemli olduğu bulunmuştur. Elde edilen tüm analiz sonuçlarına göre hem süte hem peynire 400 MPa 10 dk basınç uygulamasının yeterli olacağı bulunmuştur.

Ocak 2021, 158 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kaşar peyniri, yüksek basınç, olgunlaşma, tekstür, aroma

ABSTRACT

PhD. Thesis

EFFECTS OF HIGH PRESSURE APPLICATIONS ON SOME PROPERTIES OF KASHAR CHEESE

Gökçe EMİNOĞLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Ebru ŞENEL

In this study, high pressure was applied (400 MPa and 600 MPa for 10 min) for the treatment of raw milk to be used in the production of Kashar cheese. The microbiological, physical and chemical properties of the obtained Kashar cheese samples were examined during 90 days of. As a result of the research, it was determined that microbial load decreased significantly with the application of high pressure to milk, but re-contamination could occur during cheese production. With the application of high pressure to cheese, coliform, yeast and mold are inactived, so it has been determined that pressure application to cheese may have an effect on its shelf life. It was determined that applying pressure to milk affects the composition of cheese, while applying pressure to cheese does not affect its composition properties. Acid degree value, water-soluble nitrogen, nitrogen soluble in 12% TCA, total free amino acid content and ripening index values of cheeses produced with 400 and 600 MPa high pressure application to milk were found to be higher than other samples therefore, it was determined that pressure application to milk has an effect on lyoplysis and proteolysis. In the sample produced with the application of high pressure at 600 MPa level to milk, from the first day to the end of the storage, more volatile compounds than the other samples were detected. However, it was determined that 600 MPa pressure application to milk weakened the sensory and textural properties of cheese compared to the control sample produced from raw milk, while application of 400 MPa pressure to milk improved the textural properties compared to cheese samples produced by heat treatment. It was found that the application of pressure to cheese did not affect the textural properties.

As a result, it was found that it is important to apply high pressure to raw milk when it is aimed to shorten the ripening time of cheese, to apply pressure to the cheese in cases where it is a priority to extend the shelf life of the cheese, and to choose the pressure level and time to be used in production. According to all the results obtained, it was found that it would be sufficient to apply 400 MPa 10 min pressure to both milk and cheese.

January 2021, 158 page

Key Words: Kaşar cheese, high hydrostatic pressure, riprening, texture,aroma

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleşmesinde bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ebru ŞENEL'e, Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU'na (İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D.) ve Sayın Dr. Öğretim Üyesi Tuba ŞANLI'ya (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Tekonoljisi A.B.D.) teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Dr. Ceren AKAL'a, fikir ve tecrübesi ile beni yönlendiren Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim, Araştırma ve Uygulama İşletmesi müdürü Sayın Salih ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince fedakârlık göstererek beni destekleyen, motive eden, yüreklendiren sevgili eşim Dr. M. Barış EMİNOĞLU'na en derin duygularımla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, 'Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü' tarafından doktora tez projesi olarak (proje no: 18L0447009) desteklenmiştir.

Bu tez çalışmasının bir kısmı TÜBİTAK-ARDEB tarafından 1002 Hızlı Destek Projesi (proje no: 218O145) olarak desteklenmiştir.

Gökçe EMİNOĞLU
Ankara, Ocak 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK i
ÖZET ii
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR iv
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
2.1 Yüksek Basınç Uygulaması (High Pressure Application) 5
2.2 Yüksek Basınç Uygulamalarının Süt Bileşenleri Üzerine Etkileri 8
2.2.1 Protein 8
2.2.2 Süt yağı 9
2.2.3 Laktoz 10
2.2.4 Su 11
2.2.5 Mineral maddeler 11
2.2.6 Süt enzimleri 11
3. MATERYAL ve YÖNTEM 17
3.1 Materyal 17
3.2 Yöntem 17
3.3 Uygulanan Analizler 22
3.3.1 Çiğ süte uygulanan analizler 22
3.3.1.1 Kurumadde içeriği 22
3.3.1.2 Yağ oranı 22
3.3.1.3 pH değeri 22
3.3.1.4 Titrasyon asitliği 22
3.3.1.5 Protein tayini 22
3.3.1.6 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı 22
3.3.1.7 Toplam maya-küf sayımı 23
3.3.1.8 Koliform bakteri sayımı 23
3.3.2 Yüksek basınç uygulanan sütlere ve pastörize süte uygulanan analizler 23
3.3.2.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı 23
3.3.2.2 Toplam maya-küf sayımı 23
3.3.2.3 Koliform bakteri sayımı 24
3.3.3 Pıhtıya uygulanan analizler 24
3.3.3.1 Jelleşme profili 24
3.3.4 Kaşar peynirlerine uygulanan analizler 24
3.3.4.1 Kurumadde içeriği 24
3.3.4.2 Yağ oranı 24
3.3.4.3 pH değeri 25
3.3.4.4 Titrasyon asitliği 25
3.3.4.5 Tuz tayini 25
3.3.4.6 Asit değeri 25
3.3.4.7 Peynir randımanı 26
3.3.4.8 Protein tayini 26

3.3.4.9 Toplam serbest aminoasit miktarı ……..... 27
3.3.4.10 Olgunlaşma indeksi ……..……..... 27
3.3.4.11 % 12 Trikloroasetik asitte çözünen azot (TCA-SN) …….…… 27
3.3.4.12 Üre-PAGE ……... 28
3.3.4.13 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı ……..…… 28
3.3.4.14 Toplam maya-küf sayımı …… 28
3.3.4.15 Koliform bakteri sayımı ……..…… 29
3.3.4.16 Tekstür profil analizi ……..…… 29
3.3.4.17 Uçucu bileşen analizi ……..…..…..…… 29
3.3.4.18 Duyusal değerlendirme ……..……..... 30
3.3.4.19 İstatistik değerlendirme ……..…… 32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ……...……..…..……..…. 33
4.1 Hammadde Çiğ Sütün Özellikleri ……..…….……..…… 33
4.2 Sütlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları ……...…..……... 33
4.3 Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları ……... 35
4.3.1 Koliform bakteri sayımı ……..…….……... 35
4.3.2 Toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayımı ……. 37
4.3.3 Maya ve küf sayımı ……..……..…….. 40
4.4 Reolojik Analizler ……..……..…… 46
4.4.1 Jelleşme profili ……...…….. 46
4.5 Kimyasal Analizler ……...…….. 47
4.5.1 Kurumadde oranı ..…...……...……..... 47
4.5.2 Yağ oranı ……....……..…….…… 49
4.5.3 Kurumaddede yağ oranı ……..…….….. 52
4.5.4 Tuz içeriği …..……..... 54
4.5.5 Kurumadede tuz içeriği ……..……... 56
4.5.6 Protein oranı …….....……..... 58
4.5.7 Titrasyon asitliği ……..…… 60
4.5.8 pH değeri …….. 63
4.5.9 Asit değeri ……..……...…… 65
4.5.10 Peynir randımanı……...…… 69
4.5.11 Suda çözünen azot içeriği (WSN) ……..…… 71
4.5.12 %12'lik Triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-SN) ……..…….. 75
4.5.13 Toplam serbest aminoasit içeriği (FAA) ……....…….…... 79
4.5.14 Olgunlaşma indeksi (WSN/TN) ……..…….…… 83
4.5.15 Üre-PAGE…… ……..……... 87
4.6 Uçucu Bileşen Analizi ...……....…… 89
4.7 Tekstür Profil Analizi ……...……..…….. 103
4.8 Duyusal Değerlendirme ……..…… 128
4.8.1 Puanlama testi ……..……...…….. 129
4.8.1.1 Tat-aroma ……....…….…….... 129
4.8.1.2 Bünye ve yapı ……..……... 132
4.8.1.3 Görünüş ve renk 136
4.8.2 Sıralama testi ……....……....……....139
5. SONUÇ ……..…… 142
KAYNAKLAR ……..……..... 146
ÖZGEÇMİŞ ……..……...…... 158

SİMGELER DİZİNİ

α	alfa
β	beta
µL	mikrolitre
µm	mikrometre
SH^o	Soxhelet Henkel
KOH	Potasyum Hidroksit

Kısaltmalar

Cd- Ninhrin	Cadmium Ninhydrin
dk.	Dakika
g	Gram
GC-MS	Gaz Kromotografisi-Kütle Spektrometresi
ISO	International Organization for Standardization
Kob/mL	Koloni oluşturma birimi/mililitre
Kob/g	Koloni oluşturma birimi/gram
L	Litre
Leu	Lösin
mg	Miligram
MPa	Mega Pascal
nm	Nanometre
Ppm	Milyonda bir kısım
ÜRE-PAGE	Üre Poliakrilamid Jel Elektroforez
SPME	Katı faz mikro ekstraksiyon
TCA	Triklorasetik asit
WSN	Suda çözünen azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kaşar peyniri üretimlerinin deneme planı ……..…….…. 19
Şekil 3.2 Kaşar peyniri üretimi …….. 20
Şekil 3.3 Puanlama testi kartı …….…….....…….. 31
Şekil 3.4 Sıralama testi kartı ……..……..... 32
Şekil 4.1 Kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri sayısı ……..…… 36
Şekil 4.2 Kaşar peyniri örneklerinin TMAB sayısı ……. 39
Şekil 4.3 Kaşar peyniri örneklerinin toplam maya sayısı …… 43
Şekil 4.4 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayısı ……...…… 45
Şekil 4.5 Kaşar peyniri üretiminde kullanılan çiğ süt, ısıl işlem uygulanmış süt ve basınç uygulanan sütlerin jelleşme profili ……..….. 46
Şekil 4.6 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranları ……..…. 48
Şekil 4.7 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranı …… 50
Şekil 4.8 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede yağ oranı ……... 53
Şekil 4.9 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içerikleri …….. 55
Şekil 4.10 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede tuz içerikleri ……..... 57
Şekil 4.11 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranları ……..... 59
Şekil 4.12 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri ……..…..... 63
Şekil 4.13 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri ……...…….…..... 64
Şekil 4.14 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerleri …… 69
Şekil 4.15 Kaşar peyniri örneklerinin randıman değerleri ……..... 70
Şekil 4.16 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot oranları …….. 75
Şekil 4.17 Kaşar peyniri örneklerinin %12 TCA-SN oranları ……...… 79
Şekil 4.18 Kaşar peyniri örneklerinin serbest aminoasit içerikleri …… 83
Şekil 4.19 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerleri …….. 86
Şekil 4.20 Kaşar peyniri örneklerinin ÜRE-PAGE sonuçları …….……... 88
Şekil 4.21 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri …….. 109
Şekil 4.22 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri …… 112
Şekil 4.23 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri ……..…. 114
Şekil 4.24 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerleri ……..…... 116
Şekil 4.25 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri …… 120

Şekil 4.26 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri ……..…….. 124
Şekil 4.27 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri ……..……...…….. 128
Şekil 4.28 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları ……..…..……. 132
Şekil 4.29 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları ……...…..…. 136
Şekil 4.30 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları …….…….. 139

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün özellikleri ……..…….. 33

Çizelge 4.2 Çiğ, pastörize ve basınç uygulanmış sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları …...……..……...……..… 34

Çizelge 4.3 Kaşar peynirlerinin koliform bakteri sayılarına ait varyans analizi sonuçları ……..…….…….…….. 35

Çizelge 4.4 Kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri sayısı ……....…….…….. 36

Çizelge 4.5 Kaşar peynirlerinin TAMB sayılarına ait varyans analizi sonuçları ……..……. 38

Çizelge 4.6 Kaşar peyniri örneklerinin TMAB sayısı ……..…….. 38

Çizelge 4.7 Kaşar peynirlerinin maya sayılarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)……..…… 41

Çizelge 4.8 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısı (K1 ile karşılaştırma) ……...……... 41

Çizelge 4.9 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) …….……..... 42

Çizelge 4.10 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısı (K2 ile karşılaştırma) …….…... 43

Çizelge 4.11 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayılarına ait varyans analizi sonuçları ……..…….…….. 44

Çizelge 4.12 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayısı …….…… 44

Çizelge 4.13 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranına ait varyans analizi sonuçları …….……. 47

Çizelge 4.14 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranı …… 48

Çizelge 4.15 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranına ait varyans analizi sonuçları …….. 50

Çizelge 4.16 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranı ……..…… 50

Çizelge 4.17 Kaşar peyniri örneklerinin kurmadede yağ oranına ait varyans analizi sonuçları……...……... 52

Çizelge 4.18 Kaşar peyniri örneklerinin kurumaddede yağ oranı……..……. 53

Çizelge 4.19 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içeriğine
ait varyans analizi sonuçları …….…… 54

Çizelge 4.20 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içeriği ……..….. 55

Çizelge 4.21 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede tuz içeriğine
ait varyans analizi sonuçları ……...….……. 56

Çizelge 4.22 Kaşar peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içeriği ……..……... 57

Çizelge 4.23 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranlarına
ait varyans analizi sonuçları ……..…… 58

Çizelge 4.24 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranı ……..…….. 59

Çizelge 4.25 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine
ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) …….…. 61

Çizelge 4.26 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri
(K1 ile karşılaştırma) …… 61

Çizelge 4.27 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine
ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) …….. 62

Çizelge 4.28 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri
(K2 ile karşılaştırma) ……..... 62

Çizelge 4.29 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerlerine
ait varyans analizi sonuçları …….…. 64

Çizelge 4.30 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri ……..……..…… 64

Çizelge 4.31 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerlerine
ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) ……..…. 66

Çizelge 4.32 Kaşar peyniri örneklerinin asit değeri
(K1 ile karşılaştırma) ……..……...……... 66

Çizelge 4.33 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları
(K2 ile karşılaştırma)……. 67

Çizelge 4.34 Kaşar peyniri örneklerinin asit değeri (K2 ile karşılaştırma) …… 67

Çizelge 4.35 Kaşar peyniri üretimlerinde elde edilen randıman değerleri ……. 70

Çizelge 4.36 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) ……..……. 72

Çizelge 4.37 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriği (K1 ile karşılaştırma) ……..…….. 72

Çizelge 4.38 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) …….……. 73

Çizelge 4.39 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriği (K2 ile karşılaştırma) …….…….. 73

Çizelge 4.40 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) …..…… 76

Çizelge 4.41 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriği (K1 ile karşılaştırma) …….……..……..... 76

Çizelge 4.42 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) …….…….. 77

Çizelge 4.43 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriği (K2 ile karşılaştırma) ……..…….…… 77

Çizelge 4.44 Kaşar peyniri örneklerinin FAA içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)…..……...…… 79

Çizelge 4.45 Kaşar peyniri örneklerinin FFA içeriği (K1 ile karşılaştırma) ……. 80

Çizelge 4.46 Kaşar peyniri örneklerinin FAA içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)…..……...…… 80

Çizelge 4.47 Kaşar peyniri örneklerinin FFA içeriği (K2 ile karşılaştırma) ……..……... 81

Çizelge 4.48 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) ……..…… 84

Çizelge 4.49 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değeri (K1 ile karşılaştırma) ……...……..…..……. 84

Çizelge 4.50 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) ……...…… 85

Çizelge 4.51 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değeri (K2 ile karşılaştırma) …….……. 85

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları ……..….. 90

Çizelge 4.53 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) ……...… 105

Çizelge 4.54 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri (K1 ile karşılaştırma) ..…… 105

Çizelge 4.55 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) ……..…….. 106

Çizelge 4.56 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri (K2 ile karşılaştırma) ……. 106

Çizelge 4.57 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) ……. 110

Çizelge 4.58 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri (K1 ile karşılaştırma) ……..…… 110

Çizelge 4.59 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) ……..…….. 111

Çizelge 4.60 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri (K2 ile karşılaştırma) ……....… 111

Çizelge 4.61 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analizi sonuçları……... 113

Çizelge 4.62 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri ……..…….. 113

Çizelge 4.63 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları ……...……. 115

Çizelge 4.64 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değeri ……. 116

Çizelge 4.65 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)……..…… 118

Çizelge 4.66 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri (K1 ile karşılaştırma) ……...…...…… 119

Çizelge 4.67 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) ……..….. 119

Çizelge 4.68 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri (K2 ile karşılaştırma) …….…..…… 120

Çizelge 4.69 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) …….……122

Çizelge 4.70 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (K1 ile karşılaştırma) 122

Çizelge 4.71 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) 123

Çizelge 4.72 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (K2 ile karşılaştırma) 123

Çizelge 4.73 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)..... 126

Çizelge 4.74 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri (K1 ile karşılaştırma)..... 126

Çizelge 4.75 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)..... 127

Çizelge 4.76 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri (K2 ile karşılaştırma) 127

Çizelge 4.77 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)..... 129

Çizelge 4.78 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları (K1 ile karşılaştırma)..... 129

Çizelge 4.79 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) 130

Çizelge 4.80 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları (K2 ile karşılaştırma) 131

Çizelge 4.81 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma) 133

Çizelge 4.82 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları (K1 ile karşılaştırma) 133

Çizelge 4.83 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) 134

Çizelge 4.84 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları (K2 ile karşılaştırma) 134

Çizelge 4.85 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) 136

Çizelge 4.86 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları (K1 ile karşılaştırma) 137

Çizelge 4.87 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma) …….….. 138

Çizelge 4.88 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları (K2 ile karşılaştırma) ……..138

1. GİRİŞ

Peynir, dünyanın neredeyse her yerinde, farklı tür sütler veya bu sütlerin karışımlarından farklı yöntemler ve olgunlaşma koşullarında üretilen bir süt ürünüdür. Peynir, sütün pıhtılaştırılması, pıhtıdan peynir altı suyunun uzaklaştırılması ve pıhtının farklı şekillerde işlenmesiyle elde edilmektedir. Ülkemizde en fazla üretimi yapılan peynir çeşitleri Beyaz, Kaşar, Tulum, Mihaliç ve Otlu peynirledir (Hayaloğlu 2002). Peynir çeşitlerimiz arasında önemli yer tutan Kaşar peyniri zengin bileşimi ve karakteristik lezzeti ile Balkan ülkelerine ve Türkiye' ye özgü bir peynir çeşididir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre Kaşar peyniri ''sütün peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin tekniğine uygun işlenmesi ile üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıktan dolayı taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen ve çeşidine özgü karakteristik özellikte olan telemesi haşlanan peynir'' olarak tanımlanmaktadır. Kaşar peyniri dilimlenebilir yarı sert peynirlerden olup ''pasta filata''(plastik teleme) grubunda yer almaktadır. Bu grup peynirlerin temel özelliği, telemenin belirli bir seviyede asitlendirildikten sonra sıcak suda haşlanıp yoğurulmasıdır (Üçüncü 2004).

Ülkemizde Kaşar peyniri üretiminde peynire işlenecek süt pastörize edilmekte, ardından mayalama sıcaklığına soğutulmakta $CaCl_2$ ve starter kültür ilavesinden sonra peynir mayası ilave edilerek pıhtı oluşması sağlanmaktadır. Kesim olgunluğuna gelen pıhtı kırılarak peynir altı suyunun uzaklaşması ile beraber elde edilen teleme belirli bir süre fermentasyona bırakılarak asitliğinin gelişmesi ve ardından belirli derecelerde haşlanıp yoğurulması ile üretim gerçekleştirilmektedir. Günümüzde Kaşar peyniri ya geleneksel yöntemle çiğ sütten olgunlaştırılarak Eski Kaşar olarak ya da pastörize sütten taze olarak üretilmektedir.

Çiğ sütten üretilen peynirler, *Salmonella, Escherichia coli, Sthaphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* gibi mikroorganizmalara bağlı gelişen gıda zehirlenmesi veya salgınları ile ilişkili yüksek risk altında olan gıdalar sınıfında kategorize edilmektedir. Bu patojen organizmalar daha sonra buzdolabı sıcaklıklarında bile çoğalabilmektedir. Bu nedenle çiğ sütten üretilen peynirlerin kaliteli sütten üretilmesi ve en az 3 ay olgunlaşma süresinden sonra tüketime sunulma zorunluluğu bulunmaktadır.

Çiğ sütten üretilen peynirler güçlü ve karakteristik tat ve aroması nedeniyle tüm dünyada oldukça yaygın bir biçimde üretilmekte ve tüketilmektedir. Peynire işlenecek olan sütün pastörize edilmesi patojenleri elemine etmekte fakat çiğ sütten üretilen peynirler kadar yoğun ve karakteristik aromaya sahip olmamakta ve olgunlaşma süresinin daha uzun olduğu bilinmektedir (Voigt vd. 2010).

Geleneksel Kaşar peyniri üretiminde çiğ sütten yararlanılmakta bu da peynirin tat ve aromasında önemli katkıda bulunmaktadır. Fakat çiğ sütün direkt olarak peynir üretiminde kullanılması, hem halk sağlığı açısından hem de peynirlerde oluşabilecek bazı kusurlar bakımından sakıncalıdır. Çünkü çiğ sütte yalnızca sağlığı tehdit eden patojenler değil, aynı zamanda peynirde çeşitli kusurlara sebep olabilecek (şişme, renk değişimi, acılık vb.) mikroorganizmalar da mevcuttur. Dolayısıyla peynire işlenecek olan sütün bu mikroorganizmalardan arındırılması gerekmektedir. Bunun için kullanılan en yaygın yöntem süte ısıl işlem uygulanmasıdır. Ancak peynire işlenecek olan süte ısıl işlem uygulamasının bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bunlar;

- Isıl işlem normuna bağlı olarak değişik düzeylerde meydana gelen serum proteini denatürasyonu ve denatüre serum proteinleri ile k-kazein arasındaki interaksiyon, sütün peynir mayası ile pıhtılaşmasında enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonları olumsuz yönde etkilemektedir.

- Isıl işlem ile çözünmüş fazdaki kalsiyum, kolloidal kalsiyum fosfata dönüşmekte dolayısıyla pıhtılaşmanın enzimatik olmayan aşamasında olumsuzluklar meydana çıkmaktadır.

- Isıl işlem ile yalnızca istenmeyen mikroflora değil, çiğ sütün doğal mikroflorasında bulunan yararlı mikroorganizmalar ve sütün enzimleri de inaktive olmakta dolayısıyla peynirin tat ve aroması olumsuz etkilenmektedir (Koçak 2015).

Yukarıda açıklanan bu olumsuz etkiler sonucunda peynire işlenecek sütün peynir mayasıyla pıhtılaşma süresi uzamakta, elde edilen pıhtı zayıf olmakta ve peynir verimi

azalmaktadır (Koçak 2015). Dolayısıyla tüm bu etkiler sonucunda peynir üretiminde ısıl işleme alternatif olabilecek çeşitli teknolojiler arayışına gidilmiştir.

Son zamanlarda gıdaların yüksek sıcaklıkta ısıl işleme maruz kalmasıyla gıdanın yapısında meydana gelen olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla gıdanın kalitesini, besin değerini ve duyusal özelliklerini nispeten az etkileyecek pastörizasyona alternatif yöntemler önem kazanmıştır. Bu yöntemler Vurgulu Elektrik Alanı (PEF), Ultrasound, Ultraviyole (UV) ve Yüksek Basınç (HP) uygulamalarıdır (Açu 2014). Söz konusu yöntemlerin esası; patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ile bazı enzimlerin inaktivasyonunu sağlarken işlem sıcaklığının düşüklüğü veya ısıl işlemin olmaması nedeniyle ürünün duyusal özellikleri, tekstürü ve besin değeri korunmakta ve doğal halindeki özelliklerine çok yakın nitelikte ürün elde edilmesini sağlamaktadır. İlaveten daha az enerji ihtiyacı olmaktadır (Güleç 2006). Bahsi geçen yöntemlerden üzerinde en fazla durulanı ise yüksek basınç uygulamalarıdır.

Bu çalışmanın temel amacı, Kaşar peyniri üretiminde farklı basınç düzeylerinde ve üretim aşamalarında yüksek basınç uygulanmasının Kaşar peynirinin bazı kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyusal nitelikleri üzerine etkilerini olgunlaşma periyodu boyunca inceleyerek ortaya koymaktır. Bu amaçla, tezde belirtilen deneme planı ile üretilen Kaşar peynirlerinin nitelikleri depolama süresince karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde gıda denilince akla gelen en önemli unsurlardan biri gıda güvenliğidir. Tüketiciler bir gıdayı satın alırken öncelikle o gıdanın tüketime uygun olup olmadığını ikinci olarak da gıdanın raf ömrünün hangi yöntemler kullanılarak uzatıldığını düşünmektedirler. Gıdaların korunmasında dikkat edilmesi gereken önemli iki uygulamadan biri, mikrobiyal aktivitenin durdurulmasıdır. Bu uygulama mikroorganizmaların gıdadan uzaklaştırılması veya inaktivasyonu ile sağlanmaktadır. Diğeri ise gıdanın dokusunda meydana gelebilecek bazı kimyasal olayların (enzimatik reaksiyon, oksidasyon reaksiyonları vb.) kontrol altına alınmasıdır. Bahsi geçen reaksiyonlar, gıdaya bulaşan mikroorganizmalardan, gıdanın yapısında doğal olarak bulunan enzimler ve gıdanın bileşimine bağlı olarak oluşmaktadır. Burada gıda teknolojisi bakımından dikkat edilmesi gerek en önemli nokta gıdanın kalite ve besin değerinde mümkün olan en az değişim ile gıda güvenliğinin olabildiğince arttırılmasıdır (Arıcı 2006).

Gıdanın sağlık açısından güvenli bir şekilde tüketilebilirliğini sağlayan en uygun yöntem ısıl işlem olmakla birlikte raf ömrünün uzatılmasında ısıl işlemin etkisi belirli bir seviyeye kadar olmaktadır. Örneğin peynir üretiminde ısıl işlem sonucu üretimden hemen sonra tüketilebilmesine karşın depolama aşamasında yüzey küflenmesi nedeniyle raf ömrü üzerine etkisi sınırlı olmaktadır. Geleneksel peynir üretiminde ısıl işlem uygulanmaksızın çiğ süt ile üretim yapılmaktadır. Bu durum günümüzde halen dünyaca ünlü pek çok peynirin üretiminde uygulanmaya devam etmektedir. Çünkü çiğ sütten üretilen peynirler çiğ sütün kendine özgü doğal mikroflorası nedeniyle karakteristik tat-aroma ve lezzeti ile ayrıcalık kazanmaktadır. Fakat çiğ sütün mikroflorasında bulunabilecek patojen mikroorganizmalar nedeniyle direkt olarak peynir üretiminde kullanılması insan sağlığı için tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle belirli bir olgunlaşma süreci (en az 3 ay) geçirdikten sonra tüketime sunulma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bunun yanı sıra çiğ sütte bulunan patojen olmayan bazı mikroorganizmalar da peynirlerde erken şişme, acılık gibi bazı kalite sorunlarına yol açmakta dolayısıyla çiğ sütten peynir üretimi yapan işletmelere de mali açıdan zarar vermektedir. Bahsedilen söz konusu sıkıntıların önüne geçmek için süte ısıl işlem uygulaması kullanılan en yaygın yöntemdir. Ancak yukarıda

da bahsedildiği üzere, peynire işlenecek sütün pastörize edilmesi peynirin mikrobiyal güvenliği ve kalitesinin korunmasında önemli bir uygulama olmakla birlikte sütün pastörizasyonu duyusal özelliklerin gelişmesinde ve peynirin olgunlaşma aşamasında tekstürel değişimlerin oluşmasında negatif etki yaratmaktadır (Grappin ve Beuvier 1997). Son yıllarda tüketicilerin katkısız ve doğal haline yakın özelliklerini koruyan gıdalara yönelmesi nedeniyle yeni teknolojilere olan ilgi artmıştır (Earnshaw 1996, Gaucheron vd. 1997, Hendrickx vd. 1998). Gıda endüstrisinde dikkat çekmeye başlayan modern teknolojiler arasında ısıl olmayan uygulamalarla birlikte daha güvenilir ve raf ömrü uzatılmış gıdaların elde edilmesine olanak sağlayan yüksek basınç uygulaması dikkat çekmektedir (Balasubramaniam ve Farkas 2008).

2.1 Yüksek Basınç Uygulaması (High Pressure Application)

Yüksek basınç ile ilgili araştırmalar 1899 yılında Hite tarafından sütün raf ömrünü uzattığı ve gıdaların üretiminde yüksek basınç uygulamalarının kullanılabileceğini ispatlaması ile başlamıştır. Fakat yüksek basınç ünitelerinin kullanımı ile ilgili araştırmalar son 20 yıl içerisinde gelişen teknolojinin yüksek basınçlara dayanıklı kapların uygun maliyetlerde üretilmesine olanak sağlamasıyla artmıştır (Muntean vd. 2016). Günümüzde yüksek basınç uygulanmış meyve suyu, soslar, tatlılar, bazı dondurulmuş tüketime hazır çeşitli gıdalar piyasada satışa sunulmaktadır.

Yüksek basınç uygulaması, gıdanın 100-1000 MPa gibi oldukça yüksek basınçlara maruz bırakılması temeline dayanmaktadır. Bu teknoloji herhangi bir ısıl işlem uygulanmaksızın, mikrobiyal inaktivasyon ve enzim denaturasyonu sağlamaktadır (Koca 2011). Bununla birlikte ticari sistemlerde gıdaya uygulanan basıncın 400 MPa ile 600 MPa arasında değiştiği bildirilmiştir (San-Martin- Gonzales vd. 2006).

Yüksek basınç işlemi gıdaların üretimi ve muhafazasında insan sağlığına zararlı olan patojen ve ürünlerde bozulmalar neden olabilecek mikroorganizmaları gıdaya basınç uygulamak suretiyle ortadan kaldıran dolayısıyla ısıl işleme alternatif olabilecek termal olmayan bir uygulamadır. Basınç uygulaması her türlü katı ve sıvı gıdaya

uygulanabilmektedir. Basınç uygulaması ile kaliteli gıda üretimi ve dayanımı sağlanırken ısı uygulamasının sebep olduğu olumsuz etkilerden ve gıdanın dayanımı için kullanılan kimyasal maddelerin kullanımından kaçınılmaktadır (Muntean vd. 2016).

Yüksek basınç uygulaması, iki ana prensibe dayanmaktadır:

- İzostatik basınç yasası
- Le Chatelier prensibi

İzotatik basınç yasasına göre, gıdanın şekli ve büyüklüğüne bağlı olmaksızın basınç, gıdanın her tarafına eşit ve ani olarak iletilmektedir (Smelt 1998). Kuvvetten kaçış olarak bilinen Le Chatelier prensibine göre ise dengede olan bir fiziksel sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında, sistem bu etkiyi en aza indirecek şekilde kendini değişikliğe uğratır. Basınç artarsa hacim azalır ve yoğunluk artar, dolayısıyla denge mol sayısı az olan tarafa kayar ve sistemin kimyasal dengesi değişir (Arıcı 2006). Meydana gelen reaksiyonlarda mikroorganizmaların inaktivasyonuna ve bazı gıda bileşenlerinin özelliklerinde değişime neden olmaktadır (Koca 2011).

Yüksek basınç sistemleri genel olarak, kapaklı bir basınç kabı, basınçlandırma ünitesi, sıcaklık kontrol bölümü ve ürün işleme bölümlerinden oluşmaktadır. Kap içerisindeki basınç, bir piston üzerine uygulanan ve işlem hücresinin hacminin azaltıldığı direkt sıkıştırma ile ya da bir yüksek basınç pompasının basınç uygulayıcı ortamı ürün işleme bölümüne gönderdiği indirekt sistemler ile sağlanmaktadır. Direkt sıkıştırma sistemleri sıvı gıdaların işlenmesi için kullanılırken, indirekt sistemler esas olarak katı veya paketlenmiş gıdalar için kullanılmaktadır (San-Martin- Gonzales vd. 2006).

Yüksek basınç prosesinde öncelikle basınç kabına basınç iletici bir sıvı doldurulmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılmakta olan sıvılar su, gıdalarda kullanılabilen glikol ve su çözeltileri, siklon yağı, sodyum benzoat çözeltileri, etanol çözeltileri ve hint yağıdır. Basınç uygulanacak olan gıdalar esnek bir ambalaj materyali ile paketlendikten sonra basınç iletici sıvının içine yerleştirilmektedir. Basınç iletici sıvı basıncın anında ve

homojen bir şekilde gıdaya iletilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla basınç uygulanan gıda orijinal şeklini korumaktadır. Ambalaj içerisinde hava varlığı basınç iletimini olumsuz etkileyeceğinden ortamdaki havanın mümkün olduğunca uzaklaştırılması istenmektedir. Basınç kabı içerisindeki hava tamamen uzaklaştırıldıktan sonra, direkt ya da indirekt sistem ile istenilen yüksek basınç oluşturulmaktadır. Daha sonra gıdaya istenilen süre boyunca sabit seviyede yüksek basınç uygulanmaktadır. Basınç uygulaması genellikle oda sıcaklığında yapılmakla birlikte, son yıllarda basınç ve sıcaklık etkisinin birlikte kullanıldığı kombine sistemler üzerine çalışmalar devam etmektedir. İşlem bitiminde basınç kabındaki yüksek basınç aniden atmosferik basınca düşürülmektedir (Balasubramaniam vd. 2004).

Yüksek basınç teknolojisinin uygulamada bazı avantajları ve bu teknolojinin kullanımını sınırlayıcı bazı yönleri mevcuttur.

Yüksek basınç teknolojisinin avantajları;

- Yüksek sıcaklıkta inaktif olmayan vejetatif bakteri ve sporların inaktivasyonun sağlanması,
- Toksik etkisinin bulunmaması,
- Gıdanın besin değeri ve şeklinde değişimlere neden olmaması,
- Proses süresinin kısa olması
- Gıdanın her yerine eşit düzeyde homojen uygulanabilmesi,
- Kimyasal koruyu kullanımını azaltması ya da tamamen ortadan kaldırması.

Yüksek basınç teknolojinin kullanımı sınırlayıcı etmenler;

- Kurulum maliyetinin yüksek olması,
- Anti –mikrobiyal etki için gıdanın serbest su içeriğinin %40 olması gerekliliği,
- Basınç işleminin gıdaya yığın halinde uygulanabilmesi,
- Paketleme olanaklarının sınırlı olması,
- Uygulamanın gıdanın enzim aktivitesine etkisinin az olması,
- Basınç işlemi sonunda bazı mikroorganizmaların canlı kalabilmesi şeklinde sıralanabilmektedir (Penchalaraju ve Shireesha 2013).

2.2 Yüksek Basınç Uygulamalarının Süt Bileşenleri Üzerine Etkileri

2.2.1 Protein

Süt proteinleri, basınç uygulamalarından farklı şekilde etkilenmektedir. Proteinlerin birincil yapıları kovalent bağlarla bir arada tutulurken, hidrojen bağları, elektrostatik etkileşimler ve hidrofobik etkiler ikincil ve üçüncül yapılarını yönetmektedir. Protein yapısındaki bağlarının yüksek basınç uygulamasına karşı duyarlılıkları sırasıyla, hidrofobik etkileşimler> elektrostatik etkileşim> hidrojen bağları> kovalent bağlar şeklindedir. Kovalent bağlar yüksek basınç uygulamasından en az etkilendiğinden, proteinin birincil yapısı değişmeden kalırken, ikincil ve üçüncül yapılar değişime uğramaktadır (Goyal vd. 2018).

Süte yüksek basınç uygulanması, uygulanan basınca bağlı olarak kazein misellerinin boyutunu değiştirebilmektedir. Gaucheron vd. (1997) rekonstitüe yağsız süte düşük sıcaklıklarda yüksek basınç uygulaması ile elde edilen kazein misellerinin ortalama boyutunun kullanılan sıcaklığa bağlı olarak azaldığını gözlemlemişlerdir. 250 MPa'da, gözlemlenen boyutlar proses sıcaklığına bağlı değişmekte iken, (sırasıyla 4 ve 20 ° C'de 160 ve 185 nm), 400 ve 600 MPa'lık daha yüksek basınçlarda proses sıcaklığına bağlı olmaksızın kazein misellerinde minimum boyutlar (~ 100 nm) tespit edilmiştir. Yağsız süt ile yapılan benzer bir çalışmada, transmisyon elektron mikroskobu sonuçları, süte 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasının büyük kazein misellerini tamemen parçaladığını ve alt misellere ayırdığını göstermiştir. Partikül çapları 0, 200, 400 ve 600 MPa'da sırasıyla 180, 196, 110 ve 106 nm olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar yüksek basınç uygulanmış sütte rennet ilavesinden sonra elde edilen jellerin yoğun olarak ince kazein iplikçikleri görünümünde olduğunu, buna karşın basınç uygulanmamış sütten elde edilen jellerin daha kaba ve geniş ara boşluklara sahip olduğunu belirtmişlerdir (Needs vd. 2000).

Yüksek basınç etkisiyle kazein misellerinin parçalanmasında hidrofobik etkileşimlerin ve kolloidal kalsiyum fosfatın misel ağından ayrılmasının etkili olduğu belirtilmektedir (Lopez- Fandino 2006).

Yüksek basınç uygulaması, sütün optik özelliklerinde de değişikliklere neden olmakta ve bu değişim kazein boyutlarındaki değişim ile ilişkilendirilmektedir. Yapılan bir çalışmada artan basınç değeri ile birlikte sütte bulanıklık değerlerinde azalma gerçekleştiği bildirilmiştir (Needs vd. 2000).

β-Laktoglobulin 100 MPa ve üzeri uygulanan yüksek basınçlarda denatüre olmakta, daha düşük basınçlardan etkilenmemektedir (Koca 2011). López-Fandiño vd. (1996), β-laktoglobulinin 100 MPa üzerindeki basınçlarla denatüre edildiğini, ancak α-laktalbümin ve sığır serum albümininin oda sıcaklığında 60 dk. boyunca ≤ 400 MPa basınçla denatüre edilmediğini gözlemlemiştir. Serum proteinleri arasındaki denatürasyon farklılıklarının, ikincil yapıdaki, disülfid bağlarının sayısındaki ve Ca^{2+} bağlanma bölgelerindeki farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Diğer serum proteinleri ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, yapılan bir çalışmada, süte 400 MPa seviyesine kadar uygulanan yüksek basınçta sığır serum albümininin denatüre olmadığı bildirilmiştir. İmmünoglobulinler ise yüksek basınca karşı stabilite göstermektedir. (López-Fandiño vd. 1996). Indyk vd. (2008) kolostrumdaki immünoglobulin G'nin (IgG) yaklaşık% 90'ının, süte 500 MPa'da 5dk. uygulanan yüksek basınç sonrasında bozulmadan kaldığını bildirmişlerdir.

2.2.2 Süt yağı

Lipid sistemleri basınca en duyarlı biyolojik bileşenlerdir, çünkü lipitler yüksek basınca çok duyarlı hidrofobik etkileşimler tarafından yönetilmektedir (Rivalain vd. 2010). Nitekim trigliseridlerin erime sıcaklığı 100 MPa'da 10 ° C'den fazla artmakta, bu nedenle oda sıcaklığında sıvı halde bulunan lipidler basınç altında kristalleşmektedir (Cheftel ve Culioli 1997).

Yüksek basınçlı uygulamalarının süt yağı globülleri üzerindeki etkilerini gösteren çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Gervilla vd. (2001) tarafından koyun sütündeki serbest yağ asitleri içeriği üzerine yapılan bir araştırma, çiğ süte 4, 25 ve 50 °C' de 100-500 MPa arasındaki yüksek basınç uygulamalarının serbest yağ asidi miktarını artırmadığını göstermiştir. Bu durum sütteki lipolitik bozulmalardan kaynaklanan tatların oluşumu bakımından oldukça önemlidir. Aynı çalışmada 25 ve 50 ° C'deki basınç uygulamasının çapı 1 ile 2 µm arasında değişen süt yağı globüllerinin sayısında oldukça az bir artışa ve çapı 2 ile 10 µm arasındaki yağ globüllerinde bir azalmaya neden olduğunu, 4 ° C'de ise bunun tersi bir eğilim olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, çiğ süte 60 dk. boyunca 200, 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasının süt yağı globülü boyutunda önemli bir değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir (Huppertz vd. 2003). Aynı çalışmada süte 250 MPa seviyesine kadar yüksek basınç uygulaması kremalaşma oranını ve hızını artırırken 400 MPa ve üzeri seviyelerde uygulanan yüksek basınç, bu parametrelerin her ikisini de azalttığı belirtilmiştir.

Süte 100-250 MPa'da yüksek basınç uygulanması, süt yağı globüllerinin soğuk aglütinasyonunu teşvik etmekte ve bu da soğukta muhafaza sırasında daha hızlı kremalaşmaya yol açan yağ globülleri kümelerinin oluşumuna yol açabilmektedir. Bununla birlikte, 400 MPa'da yüksek seviyelerde uygulanan basıncın neden olduğu immünoglobulinlerin denatürasyonunun bir sonucu olarak, soğuk aglütinasyon azalmakta dolayısıyla kremalaşmada da azalma meydana gelmektedir (Voigt vd. 2015).

2.2.3 Laktoz

Yüksek basınç ile ilgili yapılan çalışmalar, laktozun yüksek basınç uygulamasından etkilenmediğini göstermiştir. Yüksek basınç uygulaması ile ısıl işlem uygulamalarının aksine sütte Maillard reaksiyonu ya da laktoz izomerizasyonu oluşmamaktadır (Koca 2011). Yapılan bir çalışmada süte 25 C'de 60 dk. boyunca 100-400 MPa seviyelerinde

yüksek basınç uygulanmış ve laktoz üzerinde herhangi bir değişimin olmadığı belirtilmiştir (Lopez-Fandino vd. 1996).

2.2.4 Su

Yüksek basınç uygulaması ile gıdalardaki mevcut su sıkıştırılabilmektedir (Koca 2011). Hinrics vd. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada atmosferik basınçlarda sıkıştırılamayan su içeriğinin 100 MPa'da yaklaşık % 4 ve 600 MPa'da % 15 oranında sıkıştırılabildiği belirtilmektedir. Aynı çalışmada suyun donma noktasında ise 50, 100 ve 210 MPa yüksek basınçta sırasıyla, -4 °C, -8 °C, -22 °C'ye kadar düşüş gözlenmiştir.

2.2.5 Mineral maddeler

Yüksek basınç uygulaması, başta kalsiyum olmak üzere iyon halindeki mineral madde miktarını ve miseller ile serum faz arasındaki mineral dağılımını etkilemektedir (Huppertz vd. 2006). Yüksek basınç uygulaması, sütte iyon halinde bulunan kalsiyum konsantrasyonunu artırmaktadır (Lopez-Fandino vd. 1998). Kolloidal kalsiyum fosfatın çözünürlüğü süte 400 MPa seviyelerinde uygulanan yüksek basınç ile artmaktadır (Huppertz vd. 2007).

2.2.6 Süt enzimleri

Süt enzimlerinin yüksek basınca karşı olan duyarlılıkları enzim çeşidine göre değişkenlik göstermektedir. Lipoprotein lipaz, ksantin oksidaz ve laktoperoksidaz 400 MPa'ya kadar olan yüksek basınca direnç göstermektedir (Naik vd. 2013). Sütteki fosfoheksoz izomeraz, γ- glutamiltransferaz ve alkali fosfataz sırasıyla 350, 400 ve 600 MPa'yı aşan basınçlarda kısmen inaktive olurken, sırasıyla 550, 630 ve 800 MPa seviyelerinde uygulanan yüksek basınçlarda tamamen inaktive edilmektedir (Sakharam vd. 2011). Plazmin enziminin yüksek basınç uygulamasına karşı dirençli olduğu ve basınç uygulaması ile inaktive olmadığı bildirilmiştir (Garcia-Risco vd. 2003). Kimozin

aktivitesinin ise 400 MPa'ya kadar etkilenmezken, 800 MPa'lık basınç uygulamasından sonra %50'sinin inaktive olduğu belirtilmiştir (Malone vd. 2003).

Son yıllarda süt ve süt ürünlerinde yüksek basınç uygulamaları üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Özellikle sütün mikrobiyal güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılmasının yansıra özellikle sert tip peynirlerde proteolizi hızlandırmak amacıyla yüksek basınç uygulamaları üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Yüksek basınç uygulaması peynir üretiminde mikrobiyal güvenliği sağlamak ve yüksek kalitede peynir üretimini elde etmek için kullanılmaktadır (Trujillo vd 2002).

Peynirde yüksek basınç uygulamaları iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

1- Yüksek basınç uygulanmış sütten peynir üretimi
2- Peynire yüksek basınç uygulanması (Koca 2011).

Peynirde yüksek basınç uygulamaları genellikle peynirde bozulmaya sebep olan ve sağlık açısından risk taşıyan mikroorganizmaların ortadan kaldırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Mikrobiyal inaktivasyonu sağlamak amacıyla çiğ süt belirli basınç ve süre normlarında yüksek basınç işlemine tabi tutulup ardından peynire işlenmektedir. Peynire yüksek basınç uygulamasında ise üretiminden sonra peynir ambalajlanarak yüksek basınç uygulanmakta ve böylece üretim sırasında meydana gelebilecek kontaminasyonların da önüne geçilebilmekte, dolayısıyla peynirin raf ömrü uzatılabilmektedir.

Yüksek basınç uygulamasında gıda kaynaklı enfeksiyona neden olabilecek patojenlerin inaktivasyonu için gerekli olan basınç aralığının 300 ile 600 MPa olduğu belirtilmiştir (Trujillo vd. 2000). Bu nedenle ısıl işleme alternatif gösterilmektedir. Yapılan pek çok çalışma ile süte 400 ile 600 MPa arası uygulanan yüksek basıncın sütün mikrobiyolojik kalitesi açısından 72 °C' de 15 sn pastörize edilmiş sütün mikrobiyolojik kalitesine eşdeğer olduğu kanıtlanmıştır (Mussa ve Ramaswamy 1997, Buffa vd. 2001).

Yüksek basınç ve pastörizasyon işleminin tam yağlı sütün mikrobiyolojik özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, süte 600 MPa seviyesinde 5 dk. yüksek basınç uygulanmış ve çalışma sonucunda çiğ sütteki toplam bakteri ve koliform bakteri sayısının inaktivasyon oranının 72 °C'de 15 sn. ısıl işlem görmüş süt ile aynı seviyede olduğu belirtilmiştir (Liu vd. 2020).

Gram-pozitif mikroorganizmaların inaktivasyonu için 25 °C'de 10 dk. boyunca 500-600 MPa yüksek basınç uygulamasına gerek duyulurken, gram-negatif mikroorganizmalar, 25°C'de 10 dk. boyunca 300-400 MPa yüksek basınç uygulaması gerekmektedir. Maya ve küflerin vejetatif formları yüksek basınca en duyarlı olan mikroorganizmalardır (Smelt 1998).

Genel olarak, Gram negatif bakteriler, Gram pozitif bakterilere göre daha düşük bir basınçta inaktive edildiği ve çubuk şeklindeki bakterilerin yüksek basınç uygulamasına koklardan daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (Datta ve Deeth 2011).

Peynirde yüksek basınç uygulaması yalnızca patojen mikroorganizmaları elemine etmesi bakımından değil aynı zamanda peynirde bozulmaya yol açan mikroorganizmaların kontrol altına alınması da önemlidir. Yapılan bir çalışmada inek sütünden üretilen taze peynire 300 MPa ve daha yüksek seviyelerde basınç uygulamasının mayaları 6 ila 8 hafta kontrol altına alabildiği belirtilmiştir (Daryaei vd. 2008).

Yüksek basınç uygulamasının ısıl işlemlere göre üstünlüğü, kovalent bağlar üzerine etkili olmamasından dolayı gıdanın besin değerinde ve duyusal özelliklerinde çok az değişikliğe neden olmasıdır. Yüksek basınç uygulaması, uygulanan basınç seviyesi, işlem sıcaklığı ve süreye bağlı olarak sütün mineral dengesini ve kazein misellerini etkilemekte ve serum proteinlerinde denatürasyona neden olabilmektedir. Bu durum da yüksek basınç uygulanmış sütün pıhtılaşma süresini, pıhtı niteliğini ve peynir verimini etkilemektedir (Koca 2011).

Yüksek basınç uygulaması peynirde mikrobiyal kontaminantları inaktive etmesinin yanı sıra peynirdeki enzimlerin aktivitesini de etkilemektedir. Yüksek basınç seviyesi 400 MPa ya da daha düşük olduğunda enzim etkinliği artarken 500 MPa ve üzerinde uygulandığında enzim etkinliği azalmaktadır (Huppertz vd. 2004a).

Yüksek basınç uygulamasının keçi sütünden üretilen peynirlerin olgunlaşmasına etkisinin incelendiği bir çalışmada, peynire işlenecek olan keçi sütüne 20°C'de 15 dk. boyunca 500 MPa yüksek basınç uygulanmış ve elde edilen peynirler 45 günlük olgunlaşma süresi boyunca incelenmiştir. Sonuç olarak yüksek basınç uygulaması ile üretilen peynir örneklerinin serbest amino asit içeriği, 72 °C'de 15 sn. ısıl işlem uygulanarak üretilen kontrol örneklerine göre daha yüksek bulunmuş, peynir örneklerinin peptit profilleri arasında farklılıklar gözlenmiş ve bunun sonucu olarak proteoliz oranının yüksek basınç uygulanarak üretilen peynirlerde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Trujillo vd. 1999a). Koyun sütünden elde edilen peynirlerde yüksek basınç uygulamasının proteolize etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada, ısıl işlem ile üretilen peynirler iki kısma ayrılarak üretimden sonra 1. ve 15. gün olacak şekilde sırasıyla 200, 300, 400, 500 MPa basınç uygulanmış ve bu peynirlerde bazı mikrobiyolojik analizler, otoliz ve aminopepdidaz aktivitesi, WSN ve serbest amino asit miktarları ve kimozin ve plazmin aktivitesi incelenmiştir. Örneklere 1. gün 300 MPa basınç uygulanması proteolizi hızlandırırken, yine 1. günde 500 MPa basınç uygulanmış örneklerde proteolizin yavaşladığı gözlenmiştir (Juan vd. 2007).

Reggianito peynirine 20 °C'de 100 ve 400 MPa seviyelerinde ve 5 ve 10 dk sürelerde yüksek basınç uygulanmış ve sonrasında tüm peynirler 90 gün boyunca olgunlaşmaya bırakılmıştır. Örneklerde yüksek basınç uygulaması peynir bileşimini etkilememiş fakat basınç seviyesi ve süresi arttıkça starter kültür sayısında önemli bir düşüş gözlenmiştir. 400 MPa -10 dk basınç uygulanmış örneklerde yüksek plazmin aktivitesi gözlenmiştir. Aynı zamanda 400 MPa basınçlarda α_{S1} ve β kazein parçalanmasının arttığı gözlenmiştir. Yüksek basınç uygulamasının peynirlerde proteolizi hızlandırdığı belirtilmiştir (Costabel vd. 2016).

Yüksek basınç uygulanmış Beyaz peynirin olgunlaşma boyunca tuz geçişi ve tuz dağılımının incelendiği bir çalışmada Beyaz peynire 50, 100, 200 ve 400 MPa basınçlarda 5 ve 15 dk. yüksek basınç uygulanmış ve 15 dk. basınç uygulanmış olan peynirler 60 gün depolama süresince incelenmiştir. Yüksek basınç uygulamasının peynirlerin dış, orta ve iç bölgelerindeki tuz dağılımı ve olgunlaşma sırasında bütün peynir bloğunun tuz alımına etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak 400 MPa seviyesine kadar uygulanan yüksek basınç uygulamasının peynirin farklı bölgelerindeki nem, tuz ve nemde tuz değerlerini değiştirmediği gözlenmiştir. Bunun yanı sıra basınç süresinin de tuz geçişine etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Koca vd. 2018).

Cheddar peynirine işlenecek süte yüksek basınç uygulamasının olgunlaşma boyunca proteoliz, lipoliz ve tekstürel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, sütlere 400 ve 600 MPa düzeylerinde 10 dk süre ile yüksek basınç uygulanmış ve sonrasında Cheddar peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. Süte 600 MPa basınç uygulaması ile üretilen peynirlerde proteoliz ve serbest yağ asidi miktarı diğer örneklere göre yüksek bulunmuştur. İlaveten yüksek basınç uygulanan sütlerden üretilen peynirlerin kontrol örneklerine göre sertlik, sakızımsılık gibi tekstürel özellikleri daha zayıf bulunmuştur. Ayrıca renk ölçümü sonuçlarına göre de yüksek basınç uygulanmış sütlerden üretilen peynirler kontrol örneklerine göre daha beyaz ölçülmüştür (Voigt vd. 2012).

Yüksek basınç uygulamasının starter kültür ilave edilmemiş taze peynirin uçucu bileşen profili üzerindeki etkisinin incelendiği bir başka araştırmada, pastörize edilmiş peynire 500 MPa'da 5. dak yüksek basınç uygulanmış ve peynirlerin uçucu bileşenleri belirlenmiştir. 500 MPa basınç uygulanmış peynirde tespit edilen alkol, asit ve keton seviyeleri kontrol peynirindeki seviyelerin sırasıyla %15.7, % 66.2 ve % 95.4'ünü oluşturduğu ancak aldehit veya lakton seviyelerinde önemli bir farklılığın bulunamadığı belirtilmiştir (Evert-Arriagada vd. 2013).

Çiğ koyun sütünden yapılan Torta del Casar peynirlerine olgunlaşmanın 60. gününde 200 ve 600 MPa'da 5 ve 20 dk. 10 °C'de yüksek basınç uygulanmış ve peynirler 240 gün süre ile depolanmıştır. 240. günde kontrol ve yüksek basınç uygulanmış peynirler arasında

serbest amino asit seviyelerinde önemli bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir (Delgado vd. 2015). Çiğ sütten üretilmiş Arzúa-Ulloa peynirine üretimin 14 gününde sırasıyla 400 ve 600 MPa'da 5 dk. yüksek basınç uygulanmış ve peynirlerde lipaz enziminin sırasıyla % 69.9 ve % 50.9 aktivitesini koruduğu belirlenmiştir (Calzada vd. 2015).

Pastörize koyun sütünden yapılan mavi damarlı peynire üretimin 21, 42 ve 63. günlerde 12 °C'de 5 dk. 400 ve 600 MPa'da yüksek basınç uygulanmış ve peynirler 1 yıl boyunca depolanmıştır. 21. günde 400 ve 600 MPa basınç uygulanmış örneklerin β-kazein yıkımını daha düşük seviyelerde gerçekleşmiş ve serbest amino asit miktarlarının diğer örneklere göre en düşük seviyelerde bulunduğu belirtilmiştir. (Calzada vd. 2013).

Çiğ koyun sütünden yapılan peynirlere, üretimin 7. gününde 14 °C'de 10 dk. süreyle sırasıyla 200, 300, 400 ve 500 MPa'da yüksek basınç uygulanmış ve olgunlaşmanın 60. gününde kontrol peynirine benzer pH ve kuru madde değerlerine sahip oldukları belirtilmiştir. 200, 300 ve 400 MPa basınç uygulanan peynirlerin düşük aminopeptidaz aktivitelerine rağmen serbest amino asit seviyeleri daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra 300, 400 ve 500 MPa yüksek basınç uygulanan peynirlerde kontrol örneğine göre daha az uçucu bileşen tespit edildiği belirtilmiştir (Ávila vd. 2017).
Yapılan bir başka araştırmada Cheddar peynirine işlenecek olan süte 400 MPa seviyesinde 15 dk. yüksek basınç uygulaması ile üretilen peynirlerin biyoaktif bileşenlerinin arttığı tespit edilmiştir (Munir vd. 2020).

Dünyaca ünlü birçok peynirde yüksek basınç uygulaması ile ilgili çok sayıda araştırma olduğu anlaşılmaktadır (Mussa ve Ramaswamy 1997, Buffa vd. 2001, Daryaei vd. 2008, Voigt vd. 2010, Voigt vd. 2011, Voigt vd. 2012). Fakat yüksek basınç uygulamasına ilişkin Türkiye peynirlerinden yalnızca Beyaz peynir ile ilgili yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Koca vd. 2018). Literatürde Kaşar Peyniri ile ilişkili yapılan çalışmalarda ise genellikle çeşitli starter kültür kombinasyonlarının kullanımı (Halkman ve Halkman 1991), olgunlaşma düzeyi (Aydemir vd 2015), kalıntı madde içerikleri gibi (Günşen ve Büyükyörük 2003) konular üzerine odaklanmıştır. Ancak Kaşar Peyniri üretiminde yüksek basınç uygulaması ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Kaşar peynirlerinin üretiminde inek sütü kullanılmış ve hammadde çiğ süt Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Süt İşletmesinden temin edilmiştir. Peynirlerin üretiminde kullanılan starter kültür (TCC-4, Chr Hansen) , $CaCl_2$ ve peynir mayası (Chr Hansen) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Süt İşletmesinden temin edilmiştir. Yüksek Basınç sistemi Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezinden hizmet alımı yapılarak kullanılmıştır.

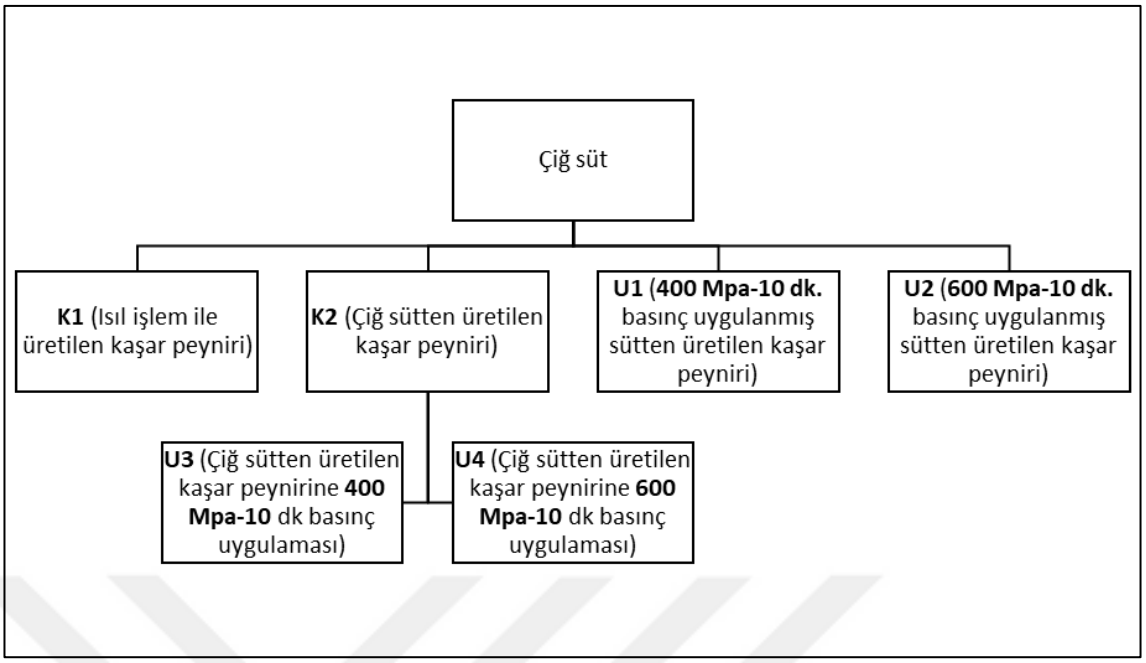
3.2 Yöntem

Kaşar peynirlerinin üretiminde uygulanan basınç seviyeleri ve süresi literatür incelemeleri sonucunda ve yapılan ön denemelere dayanarak 20 °C de 400 ve 600 MPa olarak iki farklı seviyede ve 10 dk olacak şekilde uygulanmıştır.

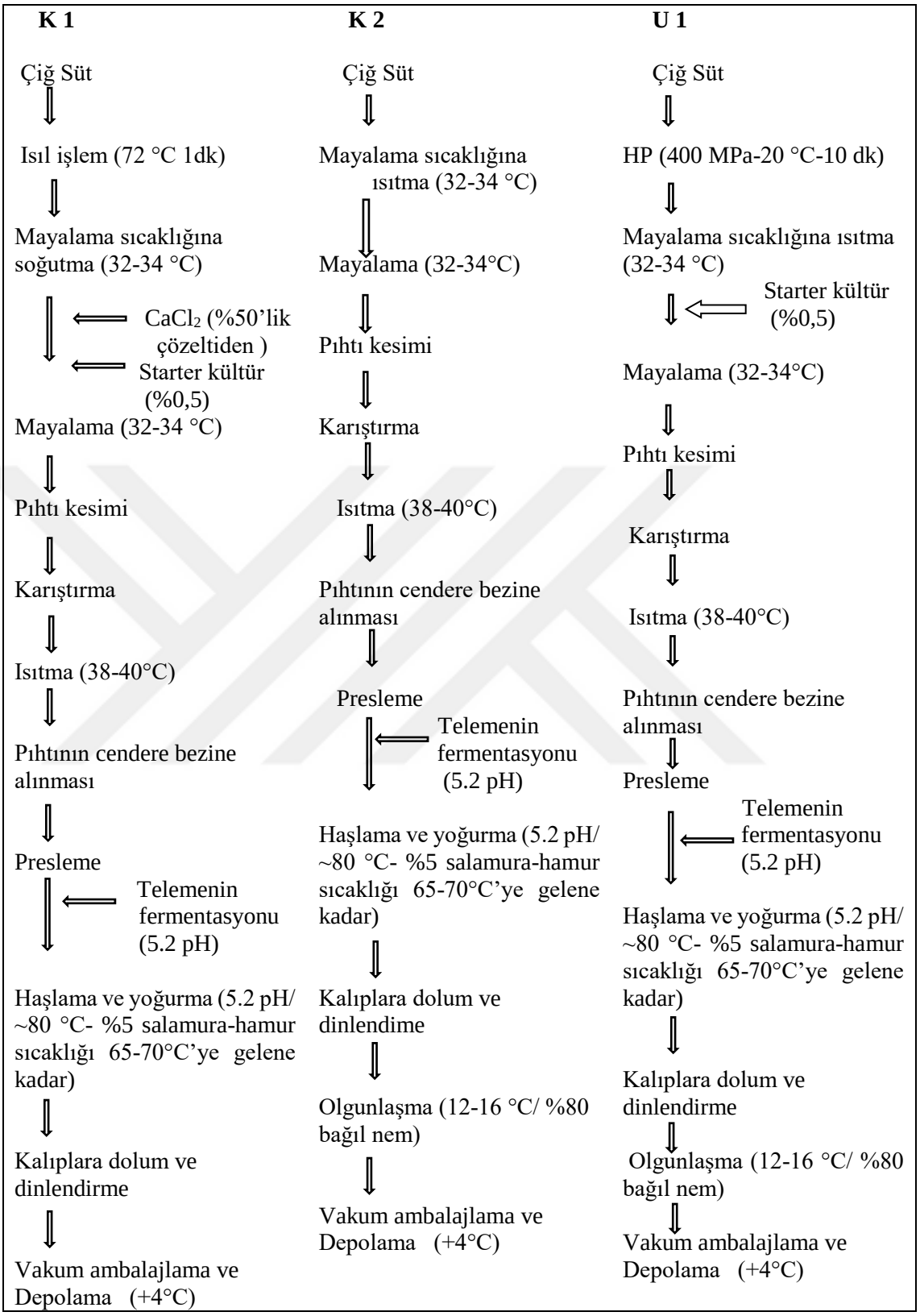
Çalışmanın birinci grup peynirlerin üretiminde; çiğ süt üç gruba ayrılmış ve iki grup süte sırasıyla 400 ve 600 MPa/20 ºC /10 dk yüksek basınç uygulandıktan sonra Kaşar peynirlerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla çiğ sütler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesinde 750'şer ml'lik miktarlarda (PP/PE poşetlerde) vakumlanarak ambalajlanmıştır. Ambalajlamanın ardından çiğ sütler +4 ºC'de soğutucu dolap vasıtası ile Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezine ulaştırılmıştır. Cihaz kapasitesi küçük olduğundan bir seferde yalnızca 750 ml sıvı alabilmektedir. Dolayısıyla sütler 750 ml'lik hacimlerde (Avure marka 2L Food Processor model yüksek basınç cihazının basınç hazne kapasitesi dikkate alınarak) ambalajlanmıştır. Yüksek basınç işlemi için Avure marka 2L Food Processor model (Avure Technologies, Inc. Columbus, Ohio, USA) yüksek basınç cihazı kullanılmıştır. Sütler basınç uygulanacak cihaza +4 ºC'de verilmiştir. Proses esnasında basınç iletici ortam sıcaklığı 18- 20 ºC arasında değiştiği yapılan ön denemelerde

gözlenmiştir Yüksek basınç işleminin ardından sütler yine +4 ºC'deki soğutucu dolap vasıtası ile Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Bölümü laboratuvarına getirilerek basınç uygulanmış sütlerden Kaşar peyniri üretimleri gerçekleştirilmiştir. Kalan diğer bir grup süte ise 72 °C'de 1 dk. ısıl işlem uygulandıktan sonra Kaşar peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir.

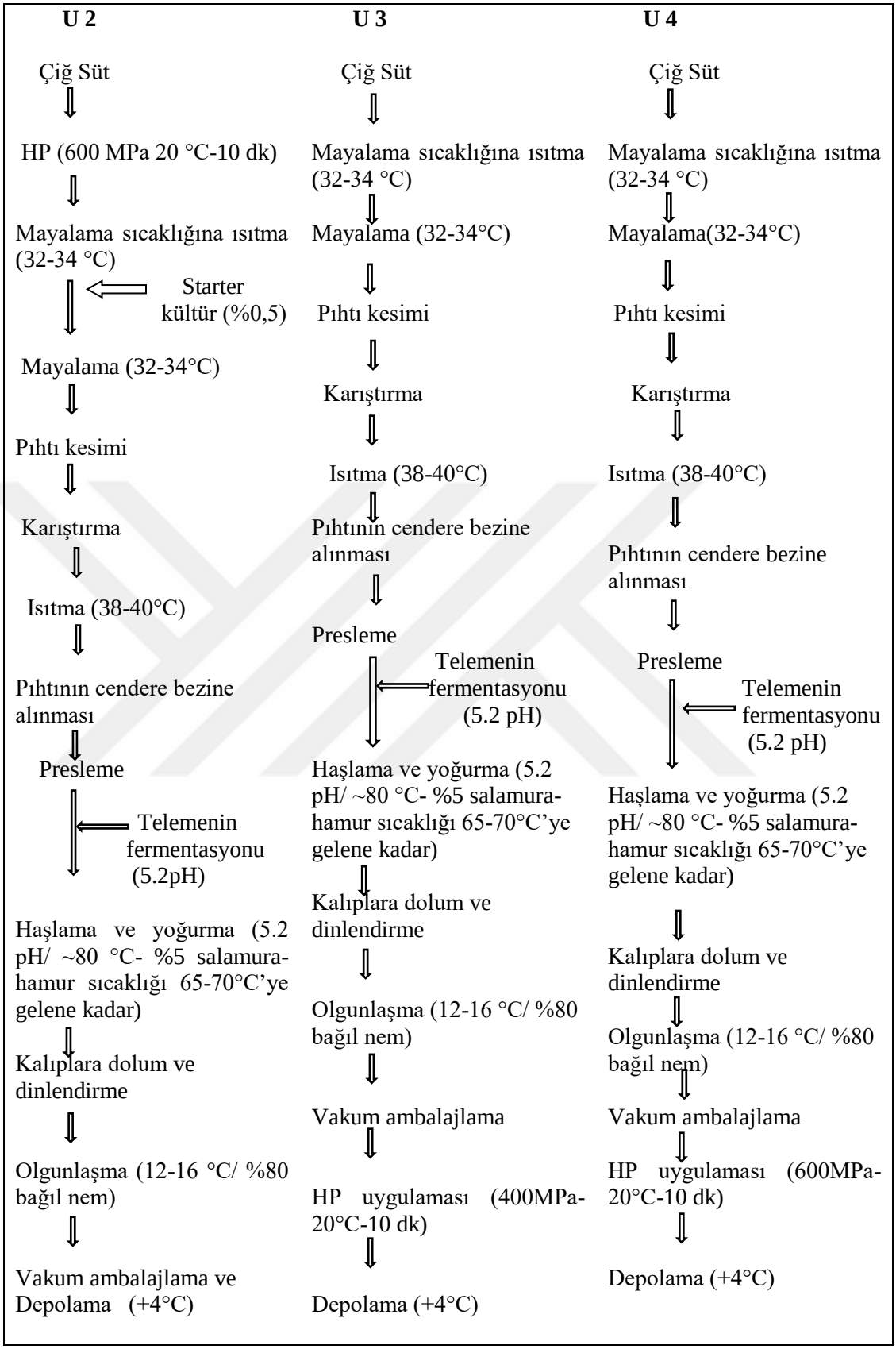
Çalışmanın ikinci grup peynirlerinin üretiminde; çiğ sütten üç grup Kaşar peyniri üretimi gerçekleştirilerek elde edilen iki grup peynire iki farklı düzeyde (400 ve 600 MPa/ 20 ºC/ 10 dk) yüksek basınç uygulanmıştır. Diğer bir grup peynir ise çiğ sütten üretilen klasik Kaşar peyniri olarak kontrol örneğini oluşturmuştur. Basınç uygulanacak peynirler PP/PE poşetlerde vakumlanarak ambalajlanmış ve ardından soğutuculu dolap vasıtası ile +4 ºC'de Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezine ulaştırılmıştır. Basınç uygulamasının ardından peynirler soğutucu dolap vasıtası ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Toplamda 6 farklı uygulama olacak şekilde planlanan deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kaşar peyniri üretim yöntemi Koçak (2015)' in belirttiği şekilde yapılmıştır. Kaşar peyniri üretimi sonrası pastörize sütten üretilen peynir hariç diğer peynirler 12-16 °C' de yaklaşık %80 bağıl nem içeren iklimlendirme kabinlerinde 3 gün süre ile dinlendirilmiştir. Daha sonra tüm peynir örnekleri vakum paketleme yapılarak +4 °C'de depolanmıştır. Tüm peynir örneklerine depolamanın 1, 30, 60. ve 90. günlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır.



Şekil 3.1 Kaşar peyniri üretimlerinin deneme planı



Şekil 3.2 Kaşar peyniri üretimi (Koçak 2015'den modifiye edilerek alınmıştır)



Şekil 3.2 Kaşar peyniri üretimi (Koçak 2015'den modifiye edilerek alınmıştır) (devam)

3.3 Uygulanan Analizler

3.3.1 Çiğ süte uygulanan analizler

3.3.1.1 Kurumadde içeriği

Gravimetrik yöntem ile belirlenmiş, % kurumadde olarak hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.3.1.2 Yağ oranı

Gerber yöntemi ile % yağ olarak belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.3.1.3 pH değeri

Birleşik elektrotlu dijital pH-metre ile ölçülmüştür (Eutech, Cyberscan pH 300).

3.3.1.4 Titrasyon asitliği

Titrasyon yöntemiyle belirlenmiş ve Soxhelet-Henkel (°SH) cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.3.1.5 Protein tayini

Toplam azot değeri Mikro kjeldahl yöntemiyle belirlendikten sonra, 6.38 faktörü ile çarpılmış ve protein oranı hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.1.6 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler plate count agar (PCA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 48 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.1.7 Toplam maya-küf sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler potato dextrose agar (PDA) besiyerine ekim yapılarak 22-25 °C'de 4-5 gün inkübasyon süresinin sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam maya küf miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.1.8 Koliform bakteri sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler violet red bile agar (VRBA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 24 saat inkübasyon sonunda besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform bakteri olarak sayılmıştır (Anonymous 2005).

3.3.2 Yüksek basınç uygulanan sütlere ve pastörize süte uygulanan analizler

3.3.2.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler plate count agar (PCA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 48 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.2.2 Toplam maya-küf sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler potato dextrose agar (PDA) besiyerine ekim yapılarak 22-25 °C'de 4-5 gün inkübasyon süresinin sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam maya küf miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.2.3 Koliform bakteri sayımı

10 ml süt örneği tartılarak ringer solüsyonu ile uygun dilüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler violet red bile agar (VRBA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 24 saat inkübasyon sonunda besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform bakteri olarak sayılmıştır (Anonymous 2005).

3.3.3 Pıhtıya uygulanan analizler

3.3.3.1 Jelleşme profili

Rennet ilave edilmiş sütün dinamik reolojik özellikleri paslanmaz çelik bir koni ve bir plaka ile donatılmış dinamik Kinexus Pro+ model reometre (Malvern, Worcestershire, UK) ile belirlenmiştir. Çiğ süte, ısıl işlem görmüş süte ve basınç uygulanmış sütlere rennet ilave edilerek 30 sn boyunca karıştırılmış, ardından süt reometreye yüklenerek ölçüm işlemine başlamadan önce yaklaşık 3 dk bekletilmiştir. Depolama modülü 32 °C sıcaklıkta 60 dk. boyunca izlenmiştir. Depolama modülünün 1 Pa'yı geçtiği nokta pıhtılaşma süresi olarak kabul edilmiştir (Wang vd. 2007).

3.3.4 Kaşar peynirlerine uygulanan analizler

3.3.4.1 Kurumadde içeriği

Gravimetrik yöntem ile belirlenmiş ve % kurumadde olarak hesaplanmıştır (Anonim 2006).

3.3.4.2 Yağ oranı

Gerber yöntemi ile % yağ olarak belirlenmiştir (Anonim 2015).

3.3.4.3 pH değeri

Birleşik elektrotlu dijital pH-metre ile ölçülmüştür (Eutech, Cyberscan pH 300).

3.3.4.4 Titrasyon asitliği

Titrasyon yöntemiyle belirlenmiş ve Soxhelet-Henkel (°SH) cinsinden hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.5 Tuz tayini

Mohr yöntemine göre yapılmıştır. 5 g peynir örneği 60-70 °C'deki sıcak suda ezilmiştir. Sulu kısım balon jojeye aktarılarak bu işlem 5-6 kez tekrarlanmıştır. Bu şekilde tuzun hemen hemen tamamın suya geçmesi sağlandıktan sonra balon joje saf su ile 500 ml'ye tamamlanmıştır. Balon içeriği filtre kağıdından süzülerek süzüntüden 25 ml erlene ayrılmıştır. Erlene 0.5 ml K_2CrO4 çözeltisi ilave edilerek ve 0,1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızı renge kadar titre edilmiştir. Şahit deneme için 25 ml saf su aynı şekilde potasyum kromat indikatörlüğünde $AgNo_3$ çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuç aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Anonim 2007).

$$\text{Tuz miktarı (\%)} = \frac{0.585 \times F \times (V_1 - V_0)}{M}$$

3.3.4.6 Asit değeri

Rendelenmiş kaşar peyniri örneklerinden 15 gram alınarak kselgur ile ezilmiştir. Rendelenen örnekler eter ile yıkanarak saf süt yağı eterde çözdürülmüştür. Rotary evaparatör yardımı ile eter uzaklaştırılmış ve saf süt yağı ayrılmıştır. Peynirlerden elde edilen saf süt yağında asit değeri Downey (1975)' e göre belirlenmiştir. 1 g. saf süt yağı tartılmış ve üzerine 10mL eter/alkol (1:1) karışımı ilave edilmiştir. Üzerine 0.1 mL fenol fitaleyn indikatörü eklenerek alkolde hazırlanmış 0.1 N KOH ile titre edilmiştir.

Asit Değeri (mg KOH/ g yağ) = $\frac{\text{Sarfiyat x Normalite x 56.1}}{\text{Örnek miktarı (g)}}$

3.3.4.7 Peynir randımanı

Kaşar peynirlerinde gerçek ve teorik randıman aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Koçak 2015).

Teorik randıman (%)= $\frac{\text{50 x süt kurumaddesi (\%)}}{\text{Peynir kurumaddesi (\%)}}$

Gerçek randıman (%) = $\frac{\text{Peynirin ağırlığı (kg)}}{\text{Sütün ağırlığı (kg)}}$ x 100

3.3.4.8 Protein tayini

Mikro kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Tüplere 0.2 g peynir örneği tartıldıktan sonra üzerine yaklaşık 1-2 g katalizör karışımı ($CuSO_4$-K_2SO_4) ilave edildikten sonra üzerine10 mL derişik sülfirik asit (%98'lik) eklenmiş ve tüpler 430 °C sabit sıcaklıkta şeffaf renge gelene kadar yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında tüpler soğutulmuş ve destilasyon düzeneğine yerleştirilerek destile edilmiş, toplanan destilat 0.05 N HCl çözeltisi ile titre edilerek harcama not edilmiş ve örnekteki toplam azot aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\%N = \frac{VxNxFx14x10^{-3}}{m} \times 100$$

V: Harcanan HCl miktarı
N: titrasyonda kullanılan HCl'nin normalitesi
F: HCl çözeltisinin faktörü
M: Örnek miktarı

Toplam toplam azot değeri 6.38 faktörü ile çarpılarak % protein oranı hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.9 Toplam serbest aminoasit miktarı

Cd-Ninhidrin yöntemi ile belirlenmiştir. uda çözünen azot analizinde elde edilen ekstrakttan 10-100 µL alınarak ve 1 mL suda çözündürülerek üzerine 2 mL Cd-ninhydrin ilave edilmiştir. Bu karışım 84 ºC'ye kadar ısıtıldıktan sonra 5 dk. süreyle bekletilip soğutulmuş ve spektrofotometre ile 507 nm'deki absorbansı tespit edilmiştir. Elde edilen absorbans değerleri lösin (leu) amino asidiyle hazırlanan standart kullanılarak kaşar peynirlerinin serbest amino asit miktarları tespit edilmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.10 Olgunlaşma indeksi

Suda çözünen azot miktarının toplam azot miktarına bölünmesi ile belirlenmiştir (WSN/TN). Suda çözünen azot miktarının tayini için 20 g peynir örneği 40 ml su ile karıştırılarak 2 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım su banyosunda (40 °C) 1 saat bekletildikten sonra 3000x g'de ve 4 °C'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında üst kısımdaki yağ tabakası uzaklaştırılarak sıvı kısım cam pamuğu yerleştirilmiş Whatman kâğıdından süzülmüştür. Süzüntüden 10 ml alınarak kjeldahl metodu ile suda çözünen azot miktarı belirlenmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.11 % 12 Trikloroasetik asitte çözünen azot (TCA-SN)

Suda çözünen azot analizinden elde edilen filtrattan 25 ml alınarak %12'lik TCA çözeltisinde çözündürülerek filtre edilmiş ve kjeldahl metodu ile TCA'da çözünen azot içeriği belirlenmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.12 Üre-PAGE

Süt proteinlerinin ayrımında protein molekül büyüklüğü ve elektriksel yük oranına göre ayrımı yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde Na-kazeinat standart olarak kullanılmıştır. 10 mg dondurularak kurutulmuş peynir örneği 1 ml örnek tamponu içinde çözündürülerek örnek hazırlanmıştır. Elektroforez ünitesi hazırlanmış ve poliakrilamid jel iki cam arasına 1 mm kalınlığında dökülmüştür. Jeller hazırlandıktan sonra örneklerden 8 µL, standart olarak kullanılan Na-kazeinattan 4 µL jele yüklenmiştir. Hazırlanan jeller jel ünitesine bağlanarak uygun seviyede elektrot tamponu eklenmiş ve örnekler jele yüklenmeden boş jele 30 dk sabit voltaj uygulanmıştır. Daha sonra örnekler jele mikro şırınga ile yüklenmiştir. Örnekler ayırma jeline girinceye kadar sabit voltaj uygulanmış, sonrasında iki jel için 50 mA sabit akım uygulanmıştır. Ayrım tamamlandıktan sonra jeller boyama çözeltisinde 12 saat bekletilmiştir. Protein bantları boyandıktan sonra jelde boyanmayan bölgelerden boyanın uzaklaştırılması için jeller saf su içinde bekletilmiştir Elektroforetogramlar bir tarayıcı kullanılarak dijital resim olarak kaydedilmiştir (Hayaloğlu vd. 2011).

3.3.4.13 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

10 g peynir örneği tartılarak 90 mL ringer solüsyonu ilave edilerek stomacher poşetinde karıştırılarak uygun diliüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler plate count agar (PCA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 48 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.4.14 Toplam maya-küf sayımı

10 g peynir örneği tartılarak 90 mL ringer solüsyonu ilave edilerek stomacher poşetinde karıştırılarak uygun diliüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler potato dextrose agar (PDA) besiyerine ekim yapılarak 22-25 °C'de 4-5 gün inkübasyon süresinin sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam maya küf miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2005).

3.3.4.15 Koliform bakteri sayımı

10 g peynir örneği tartılarak 90 mL ringer solüsyonu ilave edilerek stomacher poşetinde karıştırılarak uygun diliüsyon oranına kadar seyreltilmiştir. Seyreltme tüplerinden alınan örnekler violet red bile agar (VRBA) besiyerine ekim yapılarak 35-37 °C'de 24 saat inkübasyon sonunda besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli koloniler koliform bakteri olarak sayılmıştır (Anonymous 2005).

3.3.4.16 Tekstür profil analizi

Peynir örnekleri (2x2x2cm) küp şeklinde kesilerek homojen bir şekilde örnek alınmış, TA.TX plus Texture Analyser (Stable Microsystems Ltd. Godalming, UK) cihazında 25 kg'lık load cell ve P720 silindirik uç kullanılarak peynirlerde sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, elastikiyet ve esneklik özellikleri belirlenmiştir (Gunasekaran ve Ak 2003). Analiz şartları, test hızı 5 mm/s, ilk test hızı 1 mm/s, son test hızı 5 mm/s olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.3.4.17 Uçucu bileşen analizi

Peynir örneklerinde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle sağlanmıştır. 5 g peynir örneği 40 mL'lik viallere tartıldıktan sonra üzerine 0.5 g NaCl ve 10 µL iç standart (81 ppm 2 metil 3-heptanon ve 2-metil pentanoik asit) eklenmiştir. Örnekler analiz edilinceye kadar -25 ºC'de muhafaza edilmiştir. Vialler enjeksiyondan önce SPME düzeneğinde 40 ºC'de 30 dk. bekletilmiş ardından uçucu bileşenlerin adsorbsiyonu için 50/30 µm DVB/CAR/PDMS fiber üzerine 30 dk. bekletilmiştir (Whetstine vd. 2003).

Uçucu bileşenlerin ayrımı ve tanımlanması için, alev iyonlaşma dedektörü ve kütle spektrometresi bulunan gaz kromatografisi cihazı (Agilent GC 7890, USA) kullanılmıştır. SPME yöntemi ile fiber üzerine tutunan bileşenlerin fiberden enjeksiyon bloğuna bırakılması, splitless modunda ve manuel olarak yapılmıştır. HP- 5MS kolonu

kullanılarak ayrılan uçucu bileşenler kütle spektrometresinde (Agilent GC5975, USA) 30-300 eV aralığında taranmıştır. Kromatografide kolon sıcaklık programı, 40 ºC'de 5 dk, 10 ºC'lik artışla 100 ºC'ye, 20 ºC'lik artışla 200 ºC'ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 10 dk bekletme olacak şekilde uygulanmıştır.

Uçucu bileşenler kütle spektrometresinde tanımlanırken NIST/Flavournet kütüphanelerinde tarama yapılmıştır. Belirlenen uçucu bileşenlerin miktarları, örneklerin ekstraksiyonu sırasında kullanılan iç standart ve uçucu bileşenlerin gaz kromatografisinden belirlenen alanları kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Relatif miktar } (\mu g/100\ g) = \frac{\text{(Uçucu madde alanı X iç standardın miktarı)}}{\text{İç standardın alanı}} \text{ X d.f.}$$

d.f: Düzeltme faktörü

3.3.4.18 Duyusal değerlendirme

Örneklerin duyusal değerlendirmesi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerinden ve tüketim alışkanlıkları içerisinde kaşar peyniri olan 7 kişilik panelist grubu gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistlere puanlama ve sıralama testi sunulmuştur (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Puanlama testinde örnekler tat-aroma, bünye-yapı, görünüş-renk bakımından puanlanmış, sıralama testinde ise örnekler lezzet, yapı-tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik özellikleri bakımından en çok beğenilenden en az beğenilene şeklinde sıralanmıştır (Meilgaard vd. 2006).

Panelistin Adı Soyadı: Tarih:

Sunulan Kaşar peyniri örneklerini tat-aroma, bünye-yapı, görünüş-renk özellikleri bakımından aşağıda verilmiş olan kusurların varlığı dikkate alınarak ilgili özelliğin toplam puanı üzerinden değerlendirip puan veriniz. Örneklerde algıladığınız kusurları ayrıca kutucuklara işaretleyiniz.

		528	197	285	392	671	432
Tat-Aroma Kusursuz (10 puan) Normal Aralık (5-10p.)	**Puan** ⟶						
	Kusurlar						
	Acı tat	○	○	○	○	○	○
	Yem tadı	○	○	○	○	○	○
	Fermente tat	○	○	○	○	○	○
	Yavan tat	○	○	○	○	○	○
	Pişmiş tat	○	○	○	○	○	○
	Asidik tat	○	○	○	○	○	○
	Okside tat	○	○	○	○	○	○
	Ransit tat	○	○	○	○	○	○
	Temiz olmayan tat	○	○	○	○	○	○
	P.a.s tadı	○	○	○	○	○	○
	Mayamsı tat	○	○	○	○	○	○
	Kimyasal tat	○	○	○	○	○	○
	Yabancı tat	○	○	○	○	○	○
	Metalik tat	○	○	○	○	○	○
Bünye ve Yapı Kusursuz (5p.)	**Puan** ⟶						
	Krılgan	○	○	○	○	○	○
	Dağılan-ufalanan	○	○	○	○	○	○
	Gazlı-Gözenekli	○	○	○	○	○	○
	Lastiğimsi	○	○	○	○	○	○
	Aşırı sert	○	○	○	○	○	○
	Aşırı yumuşak	○	○	○	○	○	○
Görünüş ve Renk Kusursuz (5p.)	**Puan** ⟶						
	Benekli görünüş	○	○	○	○	○	○
	Soluk-Mat	○	○	○	○	○	○
	Zayıf/Yumuşak	○	○	○	○	○	○
	Doğal olmayan renk	○	○	○	○	○	○
	Homojen olmayan	○	○	○	○	○	○

Şekil 3.3 Puanlama testi kartı

Panelistin Adı Soyadı: Tarih

Sunulan Kaşar peyniri örneklerini tat-aroma, bünye-yapı, görünüş-renk özellikleri bakımından değerlendirip en çok beğendiğinizden en az beğendiğinize göre sıralayınız.

Sıra no	Lezzet	Yapı-Tekstür	Görünüş	Genel kabul edilebilirlik
1 (En çok)				
2				
3				
4				
5				
6 (En az)				

Şekil 3.4 Sıralama testi kartı

3.3.4.19 İstatistik değerlendirme

Verilerin değerlendirilmesinde tanıtıcı istatistik analizi yapılmıştır. Kaşar peynirlerinin analizlerine ait veriler, iki faktörlü biri tekrarlanan ölçümlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Varyans analizinde kontrol örnekleri olan K1 ve K2 örnekleri ayrı ayrı her uygulama örneği ile (U1,U2,U3,U4) karşılaştırılmıştır. Örnekler ve depolama günleri arasındaki farklılık Duncan testi ile analiz edilmiştir (Kocabaş vd. 2013).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Hammadde Çiğ Sütün Özellikleri

Kaşar peynirlerinin üretiminde hammadde olarak kullanılan çiğ süte ait bazı kimyasal özellikler starndart sapmaları ile birlikte çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün özellikleri (n=3)

Özellikler	Ortalama Değerler $\overline{x}$±S $\overline{x}$
pH	6.75±0.00
Titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden)	0.14±0.00
Toplam kurumadde (g/100g)	12.25±0.26
Yağ (g/100g)	3.53±0.04
Toplam protein (g/100g)	3.02±0.02

Çiğ sütün titrasyon asitliği değeri Türk Gıda Kodeksi'nin 2019/12 numaralı "İçme sütleri Tebliği'nde verilen sınırlar (laktik asit cinsinden % 0.135-0.200) içerisindedir (Anonim 2019). Benzer şekilde protein, yağsız kurumadde ve yağ değerleri bakımından da çiğ süt tebliğ değerlerine (sırasıyla en az % 2.9, % 8 ve %3.5) uygundur. Analiz sonuçları kullanılan çiğ sütün peynir üretimi için uygun olduğunu göstermektedir.

4.2 Sütlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çiğ süt, pastörize süt ve basınç uygulanmış sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Çiğ, pastörize ve basınç uygulanmış sütlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/mL) (n=3)

Örnekler	Koliform	TMAB	Maya	Küf
Çiğ Süt	3.00±0.39	5.10±0.53	1.92±0.54	1.41±0.47
P. Süt	T.E.	2.71±0.17	T.E.	T.E.
400 S	1.51±0.40	3.61±0.13	T.E.	T.E.
600 S	0.50±0.07	2.74±0.08	T.E.	T.E.

P. Süt: 72 C'de 1 dk ısıl işlem uygulanmış süt
400 S: Çiğ süte 400 MPa- 10 dk basınç uygulanmış süt
600 S: Çiğ süte 600 MPa- 10 dk basınç uygulanmış süt
T.E.: Tespit edilememiştir.

Peynirlerin üretiminde kullanılan sütler koliform bakteri bakımından incelendiğinde ısıl işlem uygulaması çiğ sütte tespit edilen koliform mikroorganizma sayısında 3 log, 400 MPa'da 10 dk'lık yüksek basınç uygulaması ile 1.5 log, 600 MPa 'da 10 dk'lık basınç uygulaması ise koliform bakteri sayısında 2.5 log azalma sağlamıştır. Örneklerdeki redüksiyon oranları sırasıyla (mL'de kob olarak hesaplandığında) 400 MPa'da %97, 600 MPa basınçta %99' dur. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı incelendiğinde, ısıl işlemle yaklaşık 2.4 log azalma sağlanırken, 400 MPa basınçla 1.5 log azalma, 600 MPa basınçta ise azalma ısıl işleme benzer olarak 2.4 log olarak tespit edilmiştir. Maya ve küf sonuçlarına bakıldığında ise ısıl işleme benzer şekilde 400 ve 600 MPa'da 10 dk. uygulanan yüksek basınç, maya ve küf sayısında %100 inaktivasyon sağlamıştır.

Yüksek basıncın mikroorganizmalar üzerinde etkisinin oldukça değişken olduğu bilinmektedir. Mikroorganizmalar üzerinde yüksek basıncın etkisini belirleyen değişkenler basınç seviye ve uygulama süresi, başlangıç mikroorganizma sayısı, basınç ortamının kompozisyonu, sıcaklık, gıdanın kompozisyonu, su aktivitesi gibi parametreler olarak sıralanabilir (Balasubramaniam ve Farkas 2008). Bu nedenle yüksek basınç uygulanacak olan gıdaya uygun olan basınç uygulama şartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Gram pozitif bakterilerin gram negatif bakteriler ve maya ve küflere göre basınç uygulamasına daha dayanıklı olduğu bilinmektedir (Cheftel 1995).
Yüksek basıncın sütün mikrobiyal kalitesine etkisinin incelendiği ilk çalışmalarda süte 680 MPa seviyesinde 10 dk uygulanan yüksek basıncın sütün toplam bakteri yükünü yaklaşık olarak 5 log azalttığı belirtilmiştir (Hite 1899).

Yüksek basınç uygulamasının çiğ sütün mikrobiyal inaktivasyonuna etkisinin incelendiği bir çalışmada süte 700 MPa seviyesinde birkaç dk. boyunca yüksek basınç uygulaması ile sütteki toplam bakteri sayısında 2.5 log azalma sağlandığı, maya ve küflerin ise tamamen inaktif hale geldiği bildirilmiştir (Rademacher vd. 1998).

Cheddar Peynirine işlenecek olan süte 586 MPa basınçta 1 dk. ve toplamda 3 döngü olacak şekilde yüksek basınç uygulandığı bir çalışmada sütün toplam bakteri sayısında yaklaşık olarak 1.5 log, koliform bakteri sayısında ise yaklaşık olarak 2 log azalma sağladığı belirtilmiştir (Drake vd. 1997).

4.3 Peynirlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.3.1 Koliform bakteri sayımı

Kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri sayımı sonuçları çizelge 4.4'de verilmiş, şekil 4.1'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.3'de verilmiştir.

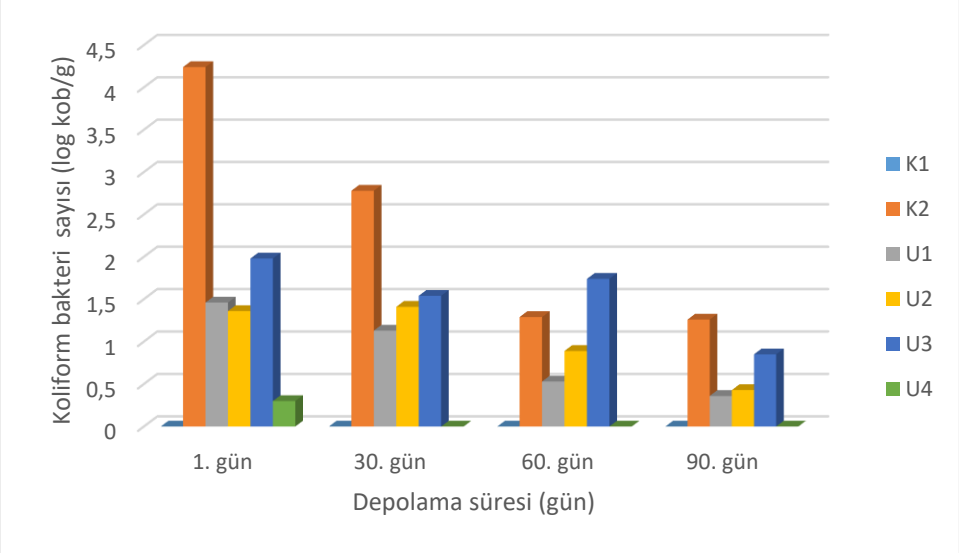
Çizelge 4.3 Kaşar peynirlerinin koliform bakteri sayılarına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	35.21266	4	8.80316	2.27331	0.133255
Hata	38.72402	10	3.87240		
Gün	14.30573	3	4.76858	7.63305	**0.000618**
Gün*Muameleler	10.49600	12	0.87467	1.40008	0.219882
Hata	18.74181	30	0.62473		

Çizelge 4.4 Kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri sayısı (log kob/g) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
K2	4.24±0.76	2.78±1.44	1.29±1.03	1.26±1.18	2.39 ± 2.03^{A}
U1	1.46±1.10	1.13±0.98	0.53±0.46	0.36±0.21	0.87 ± 1.01^{aA}
U2	1.36±1.19	1.41±1.05	0.89±0.67	0.43±0.31	1.02 ± 1.04^{aA}
U3	1.98±1.42	1.54±0.61	1.74±0.26	0.85±0.01	1.52 ± 1.06^{aA}
U4	0.30±0.03	T.E.	T.E.	T.E.	0.07 ± 0.26^{aA}
Ort. n=18	1.55 ± 1.7^{c}	1.14 ± 1.33^{bc}	0.74 ± 1.10^{ab}	0.48 ± 1.03^{a}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek
T.E.; tespit edilememiştir



Şekil 4.1 Kaşar peyniri örneklerinin koliform bakteri sayısı

Koliformlar, Gr (-) mikroorganizmalardır ve basınç uygulamasına maya ve küflerden sonra en duyarlı mikroorganizma grubundan biridir (Cheftel 1995).

Süte yüksek basınç uygulaması (U1 ve U2) ve çiğ sütten üretilen peynire basınç uygulaması (U3 ve U4) ile elde edilen kaşar peynirlerinin koliform mikroorganizma sayıları gerek pastörize sütten gerekse çiğ sütten üretilen kontrol örnekleri ile kıyaslandığında farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Kaşar peynirlerinin depolama süresince koliform grubu mikroorganizma sayılarındaki azalma önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Koyun sütünden üretilen peynirlerin olgunlaşma periyodu boyunca mikroflorasının incelendiği bir çalışmada, koyun peynirlerine 200 ve 500 MPa'da 15 dk. yüksek basınç uygulanmış ve olgunlaşmanın 15. gününde 200 ve 500 MPa basınç uygulana örneklerde koliform bakteri tespit edilemediği belirtilmiştir (Moschopoulou vd. 2010).

Koyun sütünden üretilen La Serena peynirine üretimin 2. ve 50. günlerinde 300 ve 400 MPa seviyesinde 10 dk yüksek basınç uygulanmıştır. Peynir örneklerine üretimin 2. günü uygulanan 300 MPa yüksek basınç koliform mikroorganizma sayısını 4.13 log azaltırken, aynı günde uygulanan 400 MPa seviyesindeki yüksek basınç uygulaması ise koliform mikroorganizma sayısında 5.50 log azalma sağlamıştır. Bununla birlikte üretimden sonra 50. günde peynirlere 300 ve 400 MPa seviyelerinde uygulanan yüksek basıncın koliform bakteri sayısında sırasıyla 4.85 log ve 5 log'dan fazla azalma sağladığı belirtilmiştir (Arque´s vd. 2006).

Yapılan bu çalışmada çiğ sütten elde edilen peynire üretimin 1. günü 400 MPa basınç uygulaması ile koliform bakteri sayısında 2.26 log azalma sağlanırken, 600 MPa basınç uygulaması ile 3.94 log azalma sağlandığı tespit edilmiştir.

4.3.2 Toplam mezofilik aerobik grup mikroorganizma sayımı

Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen grup mikroorganizma sayım sonuçları çizelge 4.6'da verilmiş, şekil 4.2'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinin TAMB bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.5'de verilmiştir.

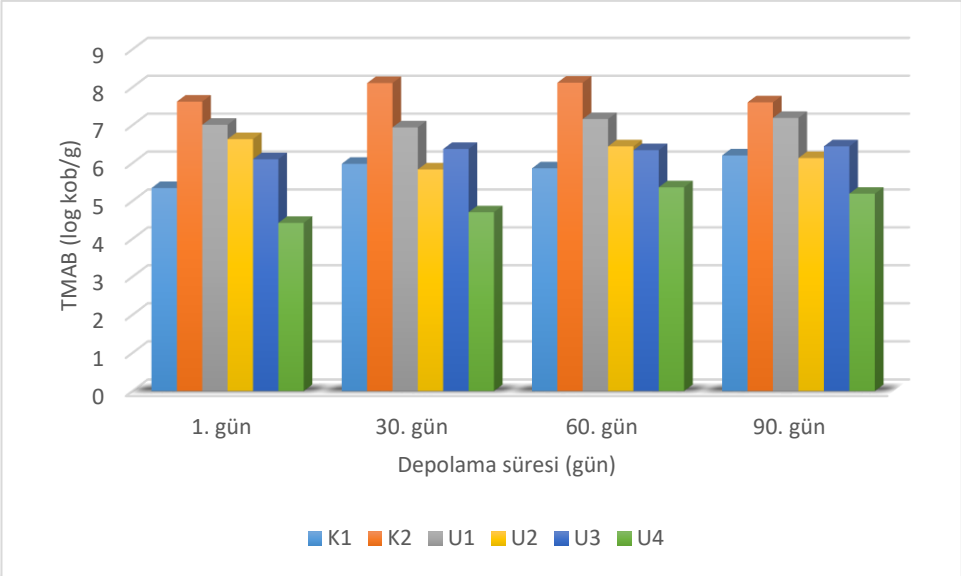
Çizelge 4.5 Kaşar peynirlerinin TAMB sayılarına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	57.528	4	14.382	3.6290	**0.044720**
Hata	39.631	10	3.963		
Gün	0.990	3	0.330	1.0781	0.373259
Gün*Muameleler	2.914	12	0.243	0.7937	0.653446
Hata	9.178	30	0.306		

Çizelge 4.6 Kaşar peyniri örneklerinin TMAB sayısı (log kob/g) (n=3)

	Depolama Günleri				
Örnekler	**1. gün**	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort.(n=12)**
K1	5.34±1.55	5.98±0.68	5.86±0.57	6.20±0.39	$5.84±1.01^{a}$
K2	7.62±0.72	8.11±1.03	8.12±0.81	7.60±0.21	$7.86±0.83^{B}$
U1	7.01±0.86	6.94±0.92	7.16±0.73	7.19±1.04	$7.07±0.93^{aB}$
U2	6.63±0.85	5.83±1.10	6.44±1.84	6.13±1.30	$6.25±1.41^{aB}$
U3	6.10±0.77	6.37±1.01	6.34±0.79	6.44±0.64	$6.31±0.85^{aB}$
U4	4.42±0.22	4.70±0.60	5.36±0.66	5.19±0.54	$4.91±5.09^{aA}$
Ort.(n=18)	$6.18±1.44^{a}$	$6.32±1.42^{a}$	$6.54±1.37^{a}$	$6.45±1.13^{a}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.2 Kaşar peyniri örneklerinin TMAB sayısı

Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peyniri örneklerinin toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayılarına etkisi incelendiğinde, yüksek basınç uygulanan tüm örnekler (U1,U2,U3,U4) ile ısıl işlem ile üretilen Kaşar peyniri örneğinin (K1) TMAB sayısı arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak çiğ sütten üretilen Kaşar peyniri örneği (K2) ile U1,U2,U3 ve U4 örnekleri karşılaştırıldığında peynire 600 MPa yüksek basınç uygulanan örneğin (U4) toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kaşar peynirlerinin depolama süresince toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yüksek basınç uygulamasının mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin, uygulanan basıncın seviye ve süresi, hedef mikroorganizmanın türü, işlem sıcaklığı, basınç uygulanan gıdanın bileşimi gibi çeşitli koşullara bağlı olduğu bildirilmiştir (Cheftel 1995, Huppertz 2006). Bu nedenle bu çalışmada yüksek basınç uygulanan ürünlerin (çiğ süt ve peynir) farklılığından dolayı yüksek basınç uygulaması sonucunda, ulaşılan mikrobiyal inaktivasyon düzeyleri de farklı olmuştur.

Koyun sütünden üretilen peynirlerin olgunlaşma periyodu boyunca bileşim ve mikroflorasının incelendiği bir çalışmada, koyun peynirlerine 200 ve 500 MPa'da 15 dk. yüksek basınç uygulanmış, ve peynir örneklerinde toplam bakteri, koliform bakteri sayımları sonucunda 200 MPa basıncın toplam bakteri sayısında önemli bir azalmaya sebep olmadığı, ancak 500 MPa basınç uygulamasının peynirin toplam bakteri yükünü yaklaşık olarak 4 log azalttığı tespit edilmiştir (Moschopoulou vd. 2010).

Yüksek basınç uygulamasının koyun sütünden üretilen peynirlerin proteolizine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise peynirlere üretimin 1. günü sırasıyla 200, 300, 400 ve 500 MPa seviyelerinde 10 dk süre ile yüksek basınç uygulanmıştır. Çalışma sonucunda peynire 400 MPa seviyesinde uygulanan yüksek basınç peynirin toplam bakteri sayısında 3.5 log azalma sağlarken 500 MPa basınç uygulaması ise 4.75 log azalma sağlandığı belirtilmiştir (Juan vd. 2007).

Yapılan bu çalışmada peynire 400 MPa basınç uygulaması ile toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında 1.52 log azalma sağlanırken, 600 MPa basınç uygulaması ile 3.2 log azalma sağlandığı tespit edilmiştir.

4.3.3 Maya ve küf sayımı

Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısı sonuçları çizelge 4.8 ve 4.10'da, küf sayısı sonuçları çizelge 4.12'de verilmiş, şekil 4.3 ve 4.4'de grafik halinde gösterilmiştir.

K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin maya sayısı arasındaki farklılık incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Kaşar peynirlerinin maya sayılarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	125.9396	4	31.4849	36.1887	**0.000006**
Hata	8.7002	10	0.8700		
Gün	1.0377	3	0.3459	0.9383	0.434396
Gün*Muameleler	5.5826	12	0.4652	1.2620	0.290280
Hata	11.0589	30	0.3686		

Çizelge 4.8 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısı (K1 ile karşılaştırma) (log kob/g) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**				
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort. n=12**
K1	0.69±0.58	0.65±0.52	1.31±0.93	1.66±1.53	1.08±1.25[a]
K2	3.13±0.13	3.64±0.53	3.51±0.94	3.71±0.40	3.49±0.65
U1	2.50±0.26	3.11±0.46	3.84±0.62	3.47±0.52	3.23±0.72[b]
U2	3.25±0.31	3.70±0.50	3.04±0.51	2.72±0.24	3.17±0.56[b]
U3	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
U4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Ort. n=18	1.59±1.5[a]	1.85±1.78[a]	1.95±1.76[a]	1.92±1.70[a]	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek
T.E.; Tespit edilememiştir

Isıl işlem ile üretilen Kaşar peyniri (K1) ile uygulama örneklerinin (U1,U2,U3 ve U4) maya sayıları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çiğ sütten üretilen Kaşar peyniri örneklerine yüksek basınç uygulaması tüm depolama günlerinde peynirlerde maya organizmalarının inaktivasyonunu sağlarken çiğ süte aynı düzeylerde yüksek basınç uygulamasının peynirlerde yeterli düzeyde inaktivasyon sağlamadığı tespit edilmiştir. Hammadde çiğ süte 400 ve 600 MPa basınç uygulanması sonucu tespit edilen maya miktarı çizelge 4.2'de incelendiğinde %100 inaktivasyon sağlanmasına karşın, çizelge 4.8'den izleneceği üzere üretilen peynirlerde maya tespit edilmesi peynir üretimi

sonrasında maya kontaminasyonundan kaynaklandığı söylenebilir. Ancak peynire yüksek basınç uygulamasının üretim sırasındaki kontaminasyondan kaynaklı mikroorganizmalarda inaktivasyon sağladığı tespit edilmiştir. Tüm depolama günlerinde en yüksek maya sayısı çiğ sütten üretilen Kaşar peyniri örneğinde (K2) saptanmıştır. Kaşar peynirlerine uygulanan muamelelerden bağımsız olarak örneklerin maya sayısında depolama süresince görülen artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K2 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin maya sayısı arasındaki farklılık incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.9'da verilmiştir.
K2 örneği ile U1, U2, U3, U4 örneklerinin maya sayısı bakımdan karşılaştırıldığında her bir depolama günündeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.10' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

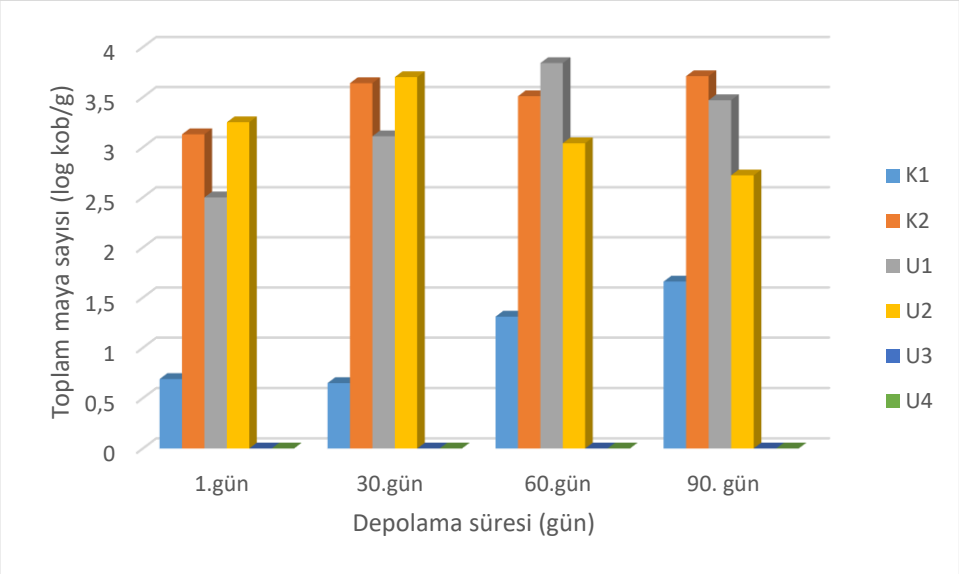
	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	157.7185	4	39.4296	89.3435	**0.000000**
Hata	4.4133	10	0.4413		
Gün	0.9481	3	0.3160	2.1651	0.112856
Gün*Muameleler	4.0874	12	0.3406	2.3335	**0.029616**
Hata	4.3790	30	0.1460		

Çizelge 4.10 Kaşar peyniri örneklerinin maya sayısı (K2 ile karşılaştırma) (log kob/g) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1.gün	30.gün	60.gün	90. gün
K2	$3,13\pm0.13^{aA}$	3.64 ± 0.53^{cA}	3.51 ± 0.94^{bA}	3.71 ± 0.40^{dB}
U1	2.50 ± 0.26^{aA}	3.11 ± 0.46^{abA}	3.84 ± 0.62^{cdA}	3.47 ± 0.52^{bcAB}
U2	3.25 ± 0.31^{abA}	3.70 ± 0.50^{bA}	3.04 ± 0.51^{abA}	2.72 ± 0.24^{aA}
U3	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
U4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek
T.E.; Tespit edilememiştir

Depolamanın 1, ve 30 ve 60. günlerinde K2 örneği ile U1,U2 örnekleri arasında farklılık bulunmazken ($p>0.05$), U3 ve U4 örnekleri arasında farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.3 Kaşar peyniri örneklerinin toplam maya sayısı

Kaşar peyniri örneklerinin küf sayıları incelendiğinde, çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinde küf sayısı bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki

interaksiyon önemli bulunmamış (p>0.05) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.11'de verilmiştir.

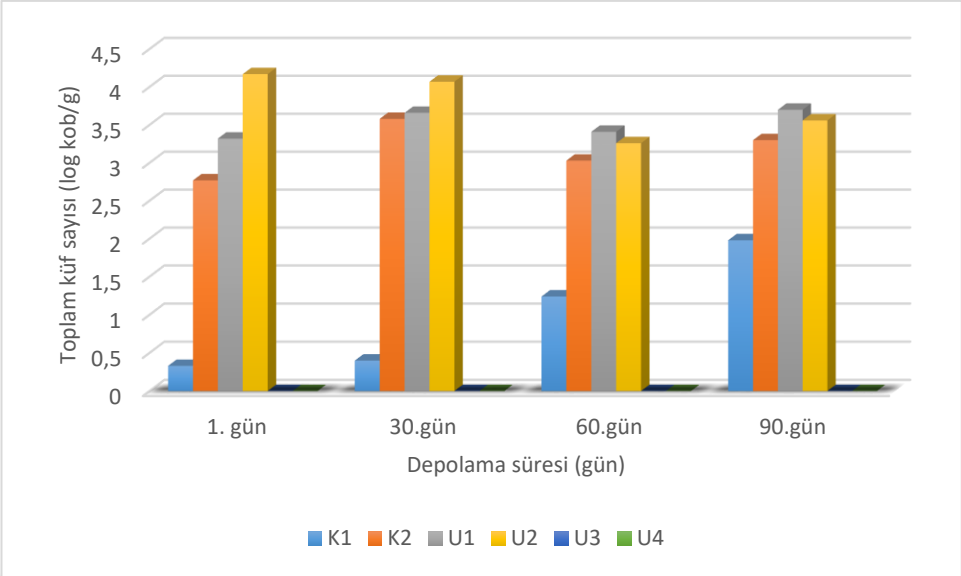
Çizelge 4.11 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayılarına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	166.1666	4	41.5416	49.1968	**0.000002**
Hata	8.4440	10	0.8444		
Gün	0.7849	3	0.2616	0.8452	0.480043
Gün*Muameleler	6.6460	12	0.5538	1.7892	0.096510
Hata	9.2865	30	0.3096		

Çizelge 4.12 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayısı (log kob/g) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**				
	1. gün	**30.gün**	**60.gün**	**90.gün**	**Ort.n=12**
K1	0.33±0.27	0.40±0.37	1.24±0.88	1.98±1.43	$0.98±1.19^{a}$
K2	2.77±0.55	3.58±0.35	3.03±0.69	3.30±0.22	$3.17±0.59^{A}$
U1	3.32±0.50	3.66±0.39	3.41±0.61	3.70±0.46	$3.51±0.54^{bAB}$
U2	4.17±0.36	4.07±0.76	3.26±0.74	3.56±0.56	$3.76±0.75^{bB}$
U3	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
U4	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Ort.n=18	$1.76±1.8^{a}$	$1.95±1.93^{a}$	$1.82±1.63^{a}$	$2.09±1.76^{a}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek
T.E.; Tespit edilememiştir



Şekil 4.4 Kaşar peyniri örneklerinin küf sayısı

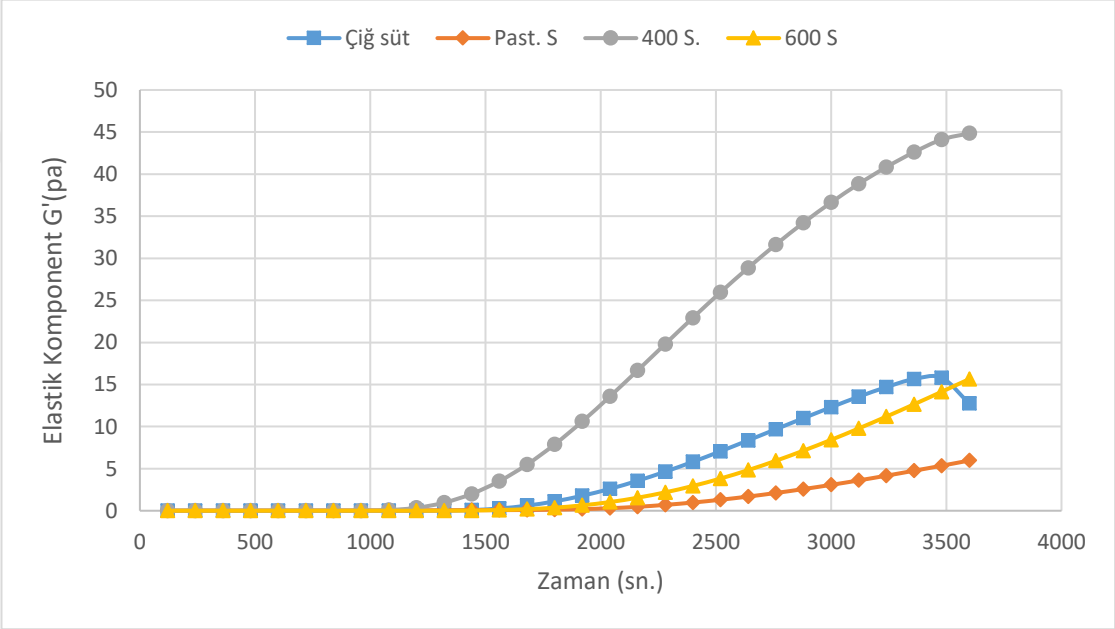
Isıl işlem ile üretilen Kaşar peyniri ile gerek süte basınç uygulaması gerekse peynire basınç uygulaması ile üretilen örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Söz konusu farklılığın basınç seviyesine bağlı olarak da arttığı gözlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerin küf sayılarındaki değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Çizelge 4.12 incelendiğinde peynire yüksek basınç uygulamasının küfleri tamamen inaktif hale getirdiği görülmektedir. Süte basınç uygulamasından sonra elde edilen peynirlerde (U1 ve U2 örneği), küf oluşumu tespit edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, çiğ sütlere 400 ve 600 MPa yüksek basınç uygulaması ile maya ve küflerin inaktif olmasına (Çizelge 4.2) karşın peynir üretiminin daha sonraki aşamalarında çeşitli yollarla bulaşma olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, peynire yüksek basınç uygulamasının her iki seviyede de peynirin raf ömrü üzerinde önemli bir etkiye sahip olan maya ve küf gelişimine karşı etkili olabileceği söylenebilir.

Maya ve küfler yüksek basınca oldukça duyarlı mikroorganizmalardır. 300-400 MPa basınçta birkaç dk. içerisinde inaktif hale geldiği belirtilmektedir Ancak maya ve küflerin askosporlarının inaktivasyonu için daha yüksek seviyelerde basınç uygulaması gerektiği bildirilmektedir (Muntean 2016).

4.4 Reolojik Analizler

4.4.1 Jelleşme profili

Çiğ süt, ısıl işlem görmüş süt ve yüksek basınç uygulanmış olan sütlerin jelleşme profilleri şekil 4.5'de verilmiştir.



Past. S: 72 C'de 1 dk ısıl işlem uygulanmış süt
400 S: Çiğ süte 400 MPa- 10 dk basınç uygulanmış süt
600 S: Çiğ süte 600 MPa- 10 dk basınç uygulanmış süt

Şekil 4.5 Kaşar peyniri üretiminde kullanılan çiğ süt, ısıl işlem uygulanmış süt ve basınç uygulanan sütlerin jelleşme profili

Sütlerin jelleşme profili incelendiğinde, süte uygulanan yüksek basıncın pıhtı oluşma süresini etkilediği gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada süte 400 MPa'da 10 dk. yüksek basınç uygulanması pıhtılaşma süresini çiğ ve pastörize süte göre kısaltırken, süte 600 MPa basınç uygulaması ise pıhtılaşma süresini çiğ süte göre uzatmıştır. Süte 600 MPa'da 10 dk. yüksek basınç uygulaması ile birlikte sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi uzamış ve elde edilen pıhtının yapısı diğer sütlerden elde edilenlere göre daha zayıf olduğu gözlenmiştir. Süte 400 MPa'dan yüksek seviyelerde basınç uygulanması sonucu

kazein miselleri parçalanmakta ve misel boyutu küçülmektedir. Aynı zamanda basınç etkisi ile denatüre olan β-laktoglobulin ile kazein misellerinin birleşmesi, κ-kazeinin rennet ile hidrolizasyonunu etkilemekte ve pıhtılaşmanın ikinci aşamasında kazein misellerinin agregasyonunu engelleyebilmektedir (Needs vd. 2000, Zobrist vd. 2005).

Yüksek basınç uygulamasının sütün pıhtılaşma süresine etkisinin incelendiği benzer çalışmalarda araştırmacılar, süte uygulanan 600 MPa-10 dk basınç süre kombinasyonunun sütün maya ile pıhtılaşma süresini çiğ süte göre uzattığını ve elde edilen pıhtının daha zayıf olduğunu bildirilmişlerdir. (Needs vd. 2000, Zobrist vd. 2005).

4.5 Kimyasal Analizler

4.5.1 Kurumadde oranı

Kaşar peyniri örneklerinde kurumadde oranı ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.14'de verilmiş, şekil 4.6'da grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranları bakımından muameleler ile depolama günleri arasında interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.13'te verilmiştir.

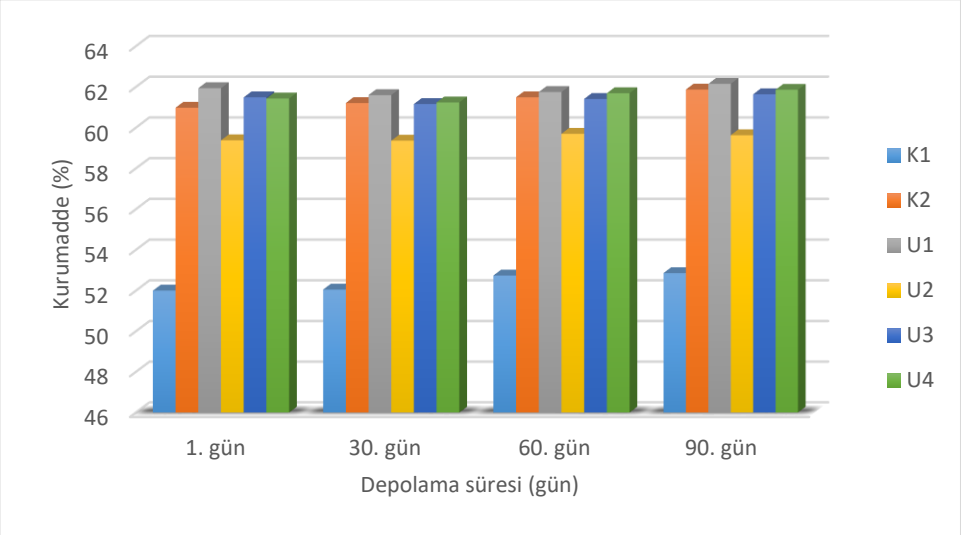
Çizelge 4.13 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	763.7	4	190.9	41.54	**0.000003**
Hata	46.0	10	4.6		
Gün	2.6	3	0.9	3.47	**0.028174**
Gün*Muameleler	1.1	12	0.1	0.37	0.965900
Hata	7.5	30	0.2		

Çizelge 4.14 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranı (%) (n=3)

	Depolama Günleri				
Örnekler	**1. gün**	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort. n=12**
K1	52.00±0.55	52.05±0.61	52.74±0.79	52.86±0.70	$52.41±0.81^{a}$
K2	60.98±0.34	61.21±0.15	61.49±0.29	61.87±0.58	$61.38±0.52^{A}$
U1	61.94±0.36	61.60±0.36	61.75±0.42	62.15±0.18	$61.86±0.41^{cA}$
U2	59.38±1.18	59.36±1.21	59.70±1.43	59.63±1.05	$59.51±1.28^{bA}$
U3	61.49±0.50	61.16±0.61	61.41±1.32	61.64±1.31	$61.42±1.07^{bcA}$
U4	61.43±0.91	61.24±0.63	61.69±1.24	61.86±1.64	$61.55±1.24^{bcA}$
Ort. n=18	$59.53±3.64^{a}$	$59.43±3.55^{a}$	$59.79±3.48^{ab}$	$60.00±3.55^{b}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.6 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranları

K1 örneği ile yüksek basınç uygulanmış tüm örneklerin kurumadde oranları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durumun süte uygulanan ısıl işlemle birlikte serum proteinlerinde gerçekleşen denatürasyondan dolayı proteinlerin su tutma kapasitelerinin artması (Şenel vd. 2011) ve buna bağımlı olarak peynirlerin kurumadde oranın azalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Buna karşın, U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile K2 örneğinin kurumadde oranları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır

($p>0.05$). Yüksek basınç uygulanan örneklerin kurumadde oranları incelendiğinde U2 örneğinin kurumadde oranının diğer örneklerden daha düşük kurumadde oranına sahip olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde süte 600 MPa-10 dk. basınç uygulaması ile üretilen Kaşar peyniri örneği ısıl işlem ile üretilen kontrol örneğinden sonra en düşük kuru maddeye dolayısıyla en yüksek nem içeriğine sahip olan örnek olmuştur.

Peynire basınç uygulanmasının peynirin bileşim özelliklerini etkilemediği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Saldo vd. 2002, Rynne vd. 2008, Moschopoulou vd. 2010). Benzer şekilde bu çalışmada da peynire basınç uygulaması ile elde edilen U3 ve U4 örneklerinin çiğ sütten üretilen kontrol örneği olan K2 örneği ile kurumadde miktarı bakımından bir farklılık olmadığı tespit edilememiştir.

Depolama süresince tüm örneklerin kurumadde oranları düşük düzeyde bir artış göstermiştir. Ancak bu artış 30 günlük periyotlarda önemsiz bulunurken, 90. gün sonunda gözlenen farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.5.2 Yağ oranı

Kaşar peyniri örneklerinde yağ oranı ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.16'da verilmiş, şekil 4.7'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinin yağ oranı bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyasyon analizi sonuçları çizelge 4.15'te verilmiştir.

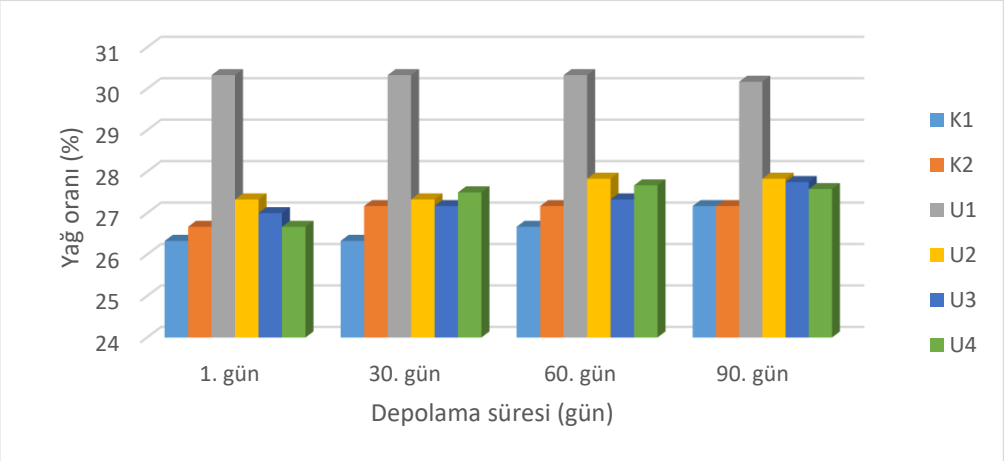
Çizelge 4.15 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	96.80	4	24.20	3.720	**0.041869**
Hata	65.06	10	6.51		
Gün	2.83	3	0.94	5.643	0.303445
Gün*Muameleler	2.24	12	0.19	1.115	0.384412
Hata	5.02	30	0.17		

Çizelge 4.16 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranı (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	26.33±0.47	26.33±0.47	26.67±0.47	27.17±0.62	$26.62±0.64^{a}$
K2	26.67±1.25	27.17±1.18	27.17±1.55	27.17±1.55	$27.04±1.46^{A}$
U1	30.33±0.47	30.33±0.47	30.33±0.24	30.17±0.24	$30.29±0.39^{bA}$
U2	27.33±1.89	27.33±1.89	27.83±1.89	27.83±1.89	$27.58±1.98^{aA}$
U3	27.00±0.41	27.17±0.62	27.33±1.25	27.75±0.94	$27.31±0.94^{aA}$
U4	26.67±0.47	27.50±1.22	27.67±1.03	27.58±1.33	$27.35±1.18^{aA}$
Ort. n=18	$27.38±1.72^{a}$	$27.63±1.72^{a}$	$27.83±1.74^{a}$	$27.94±1.64^{a}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.7 Kaşar peyniri örneklerinin yağ oranı

K1 örneği ile U1,U2,U3 ve U4 örnekleri karşılaştırıldığında yalnızca K1 ve U1 örneği arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Süte 400 MPa basınç uygulamasından sonra üretilen U1 örneğinin yağ oranının diğer örneklere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

K2 örneği ile yüksek basınç uygulanmış örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yüksek basınç uygulamasının Cheddar peynirinin randıman, bileşim ve reolojik özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, Cheddar peynirine işlenecek olan süte sırasıyla 483 ve 676 MPa seviyesinde 5 dk. süre ile yüksek basınç uygulanmış ve ardından Cheddar peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen peynirlerin bileşimi incelendiğinde, süte 676 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasının Cheddar peynirinde yağ oranını azalttığı saptanmıştır. Süte 676 MPa basınç uygulaması ile üretilen örneğin yağ oranı, çiğ, pastörize ve 483 MPa basınç uygulamasından sonra elde edilen peynirlere göre daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte süte 483 MPa seviyesinde uygulanan yüksek basıncın, peynirin yağ oranı üzerine etkisinin kontrol örneklerine göre farklılık yaratmadığı bildirilmiştir (San Martin- Gonzales vd. 2007).

Yüksek basınç uygulamasının yağ oranı azaltılmış Mozarella peynirinin bazı fonksiyonel ve reolojik özelliklerine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise, Mozarella peynirleri, üretimin ardından 21 C'de 16 saat dinlendirildikten sonra peynirler vakum paketleme ile ambalajlanmış ve bu peynirlere 400 MPa seviyesinde 5 dk. süre ile yüksek basınç uygulaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen peynirlerin bileşimi incelendiğinde Mozarella peynirine 400 MPa seviyesinde uygulanan yüksek basıncın peynirin yağ oranınında önemli bir değişikliğe neden olmadığı saptanmıştır (Sheean vd. 2005).

Literatürde peynire işlenecek olan süte yüksek basınç uygulamasının, elde edilen peynirin yağ oranına önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmekle birlikte, yapılan bu çalışmada süte 400 MPa basınç uygulaması ile üretilen peynir örneğinin yağ oranı diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Kaşar Peynirlerinin üretimi sırasında elde edilen peyniraltı suyunda

yağ analizi yapılmış ve en düşük yağ değerine sahip olan örneğin U1 örneğine ait olduğu tespit edilmiştir. Süte uygulanan 400 MPa seviyesindeki yüksek basıncın elde edilen pıhtının özelliklerini iyileştirdiği (bkz. Jelleşme profili analizi) ve bu durumun peyniraltı suyuna geçen yağ miktarını azalttığı dolayısıyla peynir örneklerinde ortaya çıkan farklılığın bu sebepten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Peynire basınç uygulaması ile üretilen Kaşar peyniri örneklerinde (U3 ve U4) yağ değerleri ile ilgili elde edilen bu sonuçlar, yüksek basınç uygulamasının peynir bileşimine etki etmediğini belirten önceki araştırmaları (Saldo vd. 2002, Juan vd. 2008, Rynne vd. 2008, Moschopoulou vd. 2010) desteklemektedir.

4.5.3 Kurumaddede yağ oranı

Kaşar peyniri örneklerinde kurumaddede yağ oranları ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.18'de verilmiş, şekil 4.8'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinde kurumaddede yağ oranı bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.17'de verilmiştir.

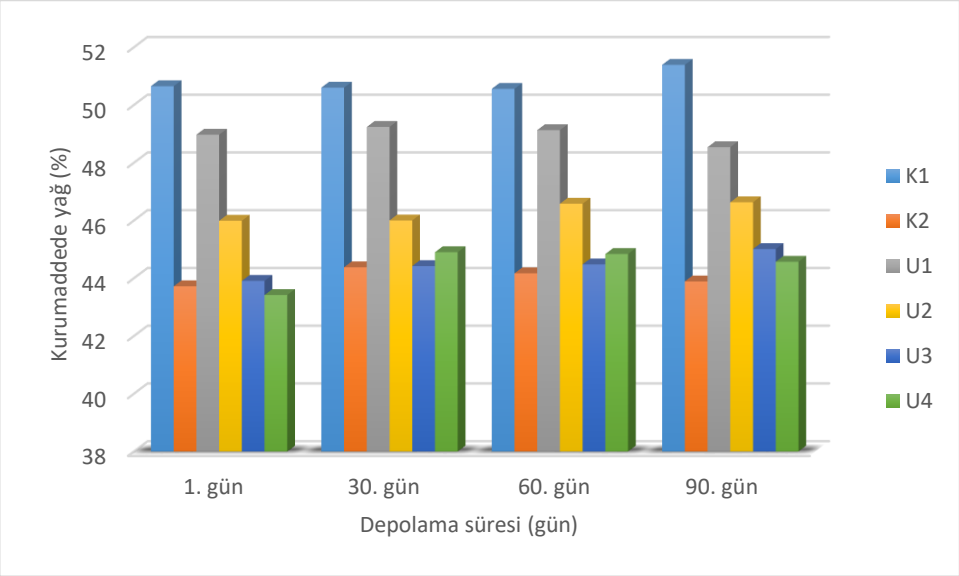
Çizelge 4.17 Kaşar peyniri örneklerinin kurmadede yağ oranına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	382.7	4	95.7	11.83	**0.000830**
Hata	80.9	10	8.1		
Gün	3.5	3	1.2	2.95	**0.048504**
Gün*Muameleler	6.0	12	0.5	1.24	0.304199
Hata	12.0	30	0.4		

Çizelge 4.18 Kaşar peyniri örneklerinin kurumaddede yağ oranı (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	50.65±0.83	50.60±0.92	50.56±0.23	51.39±0.98	$50.80±0.90^{b}$
K2	43.72±1.83	44.38±1.82	44.17±2.32	43.89±2.20	$44.04±2.16^{A}$
U1	48.97±0.62	49.24±0.68	49.13±0.55	48.54±0.33	$48.96±0.65^{bB}$
U2	45.99±2.23	46.00±2.22	46.58±2.03	46.63±2.31	$46.30±2.31^{aAB}$
U3	43.91±0.80	44.42±0.57	44.48±1.09	45.01±0.56	$44.45±0.91^{aA}$
U4	43.42±0.76	44.90±1.66	44.84±0.99	44.57±1.01	$44.42±1.36^{aA}$
Ort.n=18	$46.11±3.17^{a}$	$46.58±2.92^{b}$	$46.62±2.89^{b}$	$46.67±3.06^{b}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.8 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede yağ oranı

Kontrol örnekleri ile yüksek basınç uygulanmış örnekler arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasında tespit edilen farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K1 örneği ile U2, U3 ve U4 örneklerinin kurumaddede yağ oranı arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K2 örneği ile uygulama örnekleri karşılaştırıldığında, K2 örneği ile yalnız U1 örneği arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır. ($p<0.05$) Yüksek basınç uygulanmış örnekler kendi arasında incelendiğinde, süte basınç uygulanması ile peynire basınç uygulanması arasında kurumadede yağ oranı bakımından tespit edilen farklılıkların istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Yapılan bir çalışmada, çiğ keçi sütünden üretilen Ibores peynirine üretimin ardından olgunlaşmanın 1, 30 ve 50. günlerinde 400 ve 600 MPa seviyesinde 7 dk. boyunca yüksek basınç uygulanmış ve peynirlerin bazı fiziko-kimyasal özellikleri 60 günlük olgunlaşma süresi boyunca incelenmiştir. Üretimin 1. günü peynire 400 MPa yüksek basınç uygulanan örneğin kurumaddede yağ oranı çiğ sütten üretilen kontrol örneğinden yüksek olarak bulunurken, 600 MPa basınç uygulanan örneğin kurumaddede yağ oranı kontrol örneğinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. (Delgado vd. 2012).

4.5.4 Tuz içeriği

Kaşar peyniri örneklerinde tuz içeriği ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.20'de verilmiş, şekil 4.9'da grafik halinde gösterilmiştir.

Çiğ ve ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneklerinde tuz içeriği bakımından depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.19'da verilmiştir

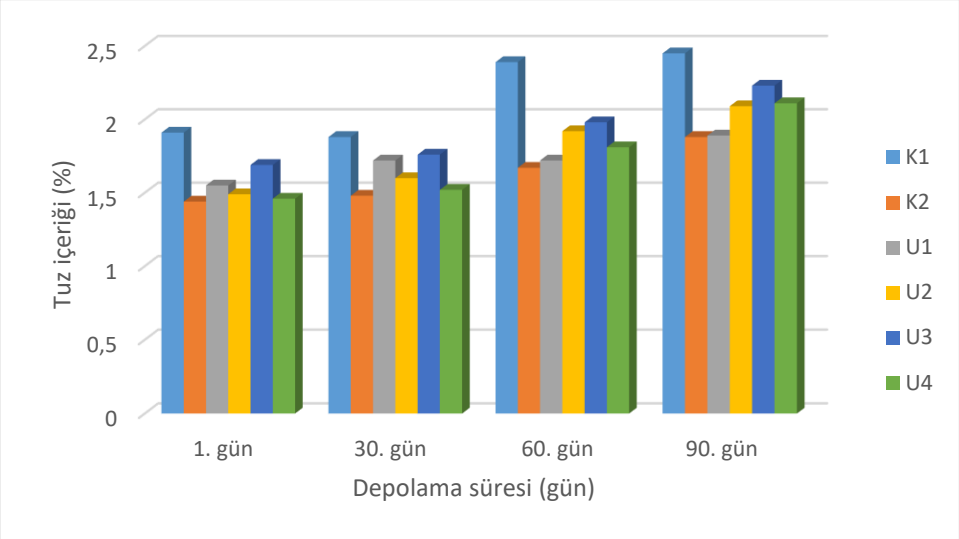
Çizelge 4.19 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içeriğine ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	1.6226	4	0.4056	1.6944	0.227167
Hata	2.3941	10	0.2394		
Gün	2.7440	3	0.9147	11.9683	**0.000025**
Gün*Muameleler	0.3058	12	0.0255	0.3334	0.976163
Hata	2.2927	30	0.0764		

Çizelge 4.20 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içeriği (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	1.91± 0.18	1.88±0.23	2.39±0.47	2.45±0.54	2.15±0.42^{a}
K2	1.44± 0.17	1.48±0.17	1.67±0.33	1.88±0.46	1.61±0.32^{A}
U1	1.55± 0.14	1.72±0.35	1.72±0.31	1.89±0.47	1.72±0.31^{aA}
U2	1.49± 0.12	1.60±0.11	1.92±0.30	2.09±0.57	1.77±0.37^{aA}
U3	1.69± 0.23	1.76±0.13	1.98±0.16	2.23±0.66	1.91±0.38^{aA}
U4	1.46± 0.09	1.52±0.13	1.81±0.30	2.11±0.46	1.72±0.36^{aA}
Ort.n=18	1.58±0.21^{a}	1.65±0.22^{a}	1.91±0.36^{b}	2.11±0.48^{b}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.9 Kaşar peyniri örneklerinin tuz içerikleri

K1 ve K2 örnekleri ile U1, U2,U3 ve U4 örneklerinin tuz içerikleri arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Yüksek basınç uygulanan örnekler kendi arasında incelendiğinde, süte basınç uygulanması ile peynire basınç uygulanması arasında tuz içeriği bakımından gözlenen farklılıkların önemsiz olduğu bulunmuştur (p>0.05).

Örneklerin depolama süresi boyunca tuz içeriklerinde genel bir artış görülmüştür. Depolama günleri boyunca gözlenen bu artış incelendiğinde başlangıca göre 60. ve 90. günlerdeki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yüksek basınç uygulamasının Türk tipi beyaz peynirin tuz oranına etkisinin incelendiği bir çalışmada, beyaz peynire tuzlamanın ardından sırasıyla 50, 100, 200 ve 400 MPa seviyesinde 5 ve 15 dk. boyunca yüksek basınç uygulanmış ve peynirlerin 60 gün depolama süresi boyunca tuz oranları incelenmiştir. Çalışma sonucunda yüksek basınç uygulamasının peynirin tuz oranına bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Koca vd. 2018).

4.5.5 Kurumadede tuz içeriği

Kaşar peyniri örneklerinde kurumaddede tuz içeriği ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.22'de verilmiş, şekil 4.10'da grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peyniri örnekleri kurumaddede tuz içeriği bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.21'de verilmiştir.

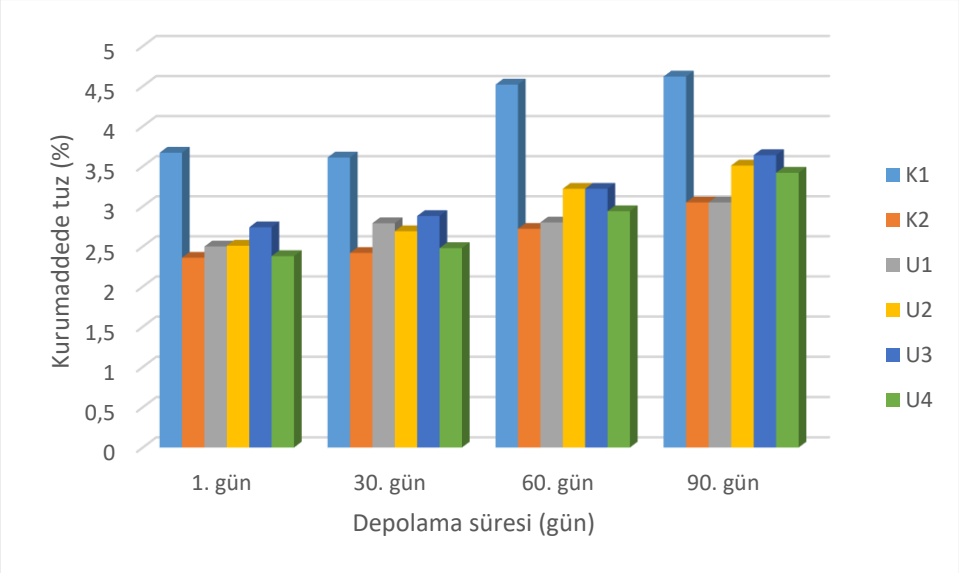
Çizelge 4.21 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede tuz içeriğine ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	1.6858	4	0.4214	0.6248	0.655513
Hata	6.7457	10	0.6746		
Gün	6.1949	3	2.0650	10.7210	**0.000059**
Gün*Muameleler	0.5958	12	0.0497	0.2578	0.991845
Hata	5.7783	30	0.1926		

Çizelge 4.22 Kaşar peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içeriği (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	3.67±0.37	3.61±0.45	4.52±0.81	4.62±0.95	4.10 ± 0.76^{b}
K2	2.36±0.30	2.42±0.29	2.72±0.55	3.05±0.78	2.63 ± 0.52^{A}
U1	2.50±0.20	2.79±0.55	2.80±0.51	3.05±0.75	2.78 ± 0.50^{aA}
U2	2.51±0.18	2.69±0.12	3.22±0.57	3.51±1.00	2.98 ± 0.65^{aA}
U3	2.74±0.35	2.88±0.17	3.22±0.33	3.64±1.15	3.11 ± 0.64^{aA}
U4	2.38±0.15	2.48±0.20	2.94±0.57	3.42±0.83	2.80 ± 0.61^{aA}
Ort.n=18	2.69 ± 0.52^{a}	2.81 ± 0.49^{a}	3.23 ± 0.78^{b}	3.54 ± 0.94^{c}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.10 Kaşar peyniri örneklerinin kurumadede tuz içerikleri

Çizelge 4.22'de görüldüğü gibi, K1 örneğinin kurumadede tuz içeriği diğer tüm örneklerden yüksek bulunmuştur. Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği (K1) ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin kurumaddede tuz içeriği arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çiğ sütten üretilen kontrol örneği (K2) ile diğer uygulama örnekleri (U1, U2, U3, U4) arasında gözlenen farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Örneklerin depolama günleri boyunca kurumaddede tuz içeriğinde artış saptanmıştır. Depolamanın özellikle 60. ve 90. günlerindeki artış istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.5.6 Protein oranı

Kaşar peyniri örneklerinde protein oranı ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.24'te verilmiş, şekil 4.11'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin protein oranlarında muameleler ile depolama günleri arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.23'te verilmiştir.

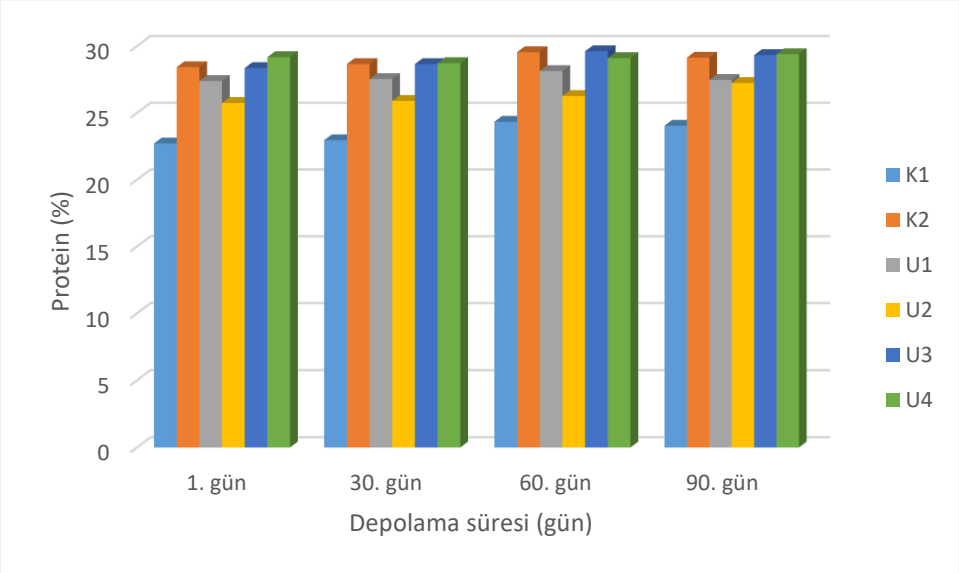
Çizelge 4.23 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	256.88	4	64.22	9.793	**0.001733**
Hata	65.57	10	6.56		
Gün	9.13	3	3.04	3.146	**0.039544**
Gün*Muameleler	5.47	12	0.46	0.471	0.916280
Hata	29.04	30	0.97		

Çizelge 4.24 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranı (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	22.71±0.64	22.96±0.93	24.34±1.95	24.04±1.3	$23.51±1.32^{a}$
K2	28.43±0.56	28.66±2.03	29.55±1.87	29.14±2.09	$28.94±1.56^{A}$
U1	27.39±0.68	27.54±0.46	28.14±1.61	27.47±0.59	$27.63±0.86^{bcA}$
U2	25.75±1.57	25.90±1.69	26.27±1.68	27.24±1.79	$26.29±1.55^{bA}$
U3	28.36±2.05	28.66±1.36	29.62±2.00	29.33±2.11	$28.99±1.70^{cA}$
U4	29.18±1.44	28.73±1.42	29.11±2.08	29.40±1.65	$29.10±1.44^{cA}$
Ort.n=18	$26.97±2.49^{a}$	$27.07±2.45^{ab}$	$27.83±2.53^{b}$	$27.87±2.39^{b}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.11 Kaşar peyniri örneklerinin protein oranları

K1 örneği ile basınç uygulanmış örnekler (U1,U2,U3,U4) arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasındaki farklılık depolama günlerinden bağımsız olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Peynire işlenecek olan süte veya çiğ sütten üretilen peynire yüksek basınç uygulamasının protein oranları üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K2 örneği ile basınç uygulanmış örnekler (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Depolama günleri boyunca örneklerin protein oranlarında değişim gözlenmekle birlikte, tespit edilen bu değişimler istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Süte yüksek basınç uygulaması ile birlikte serum proteinleri denatüre olmakta ve denatüre serum proteinlerinin κ-kazein ile interaksiyonu sonucu protein geri kazanımı artmaktadır (O'Reilly vd. 2001). Peynir sütüne yüksek basınç uygulanması ile birlikte peynir altı suyuna geçen serum proteini oranı azalmakta ve serum proteinlerinin daha fazla bir kısmı peynirde kalmakta, dolayısıyla peynirin toplam protein oranında bir miktar artış söz konusu olmaktadır (Brooker vd. 1998). Bunun yanı sıra peynire basınç uygulanmasının peynirin bileşim özelliklerini etkilemediği de çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Sheehan vd. 2005, Rynne vd. 2008, Costabel vd. 2016). Yapılan bu çalışmada örneklerdeki toplam protein oranları incelendiğinde, süte ısıl işlem uygulaması ile üretilen K1 örneğinin protein miktarının süte basınç uygulanan örneklerden (U1 ve U2 örneği) daha düşük olduğu gözlenmektedir. U1 ve U2 örneklerinin protein miktarlarının K1 örneğine göre daha yüksek tespit edilmesi ve K2 örneği ile U3 ve U4 örneklerinin protein içeriğinin benzerlik göstermesi literatürde yer alan sonuçlar ile uyumludur.

4.5.7 Titrasyon asitliği

Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ilişkin her bir depolama günlerindeki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.26 ve 4.28' de verilmiş ve şekil 4.12'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.25 ve 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	4868.6	4	1217.1	79.48	**0.000000**
Hata	153.1	10	15.3		
Gün	1425.6	3	475.2	121.02	**0.000000**
Gün*Muameleler	141.0	12	11.8	2.99	**0.007322**
Hata	117.8	30	3.9		

Çizelge 4.26 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (K1 ile karşılaştırma) (°SH) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	67.20 ± 2.03^{aA}	70.53 ± 1.35^{abA}	73.47 ± 1.73^{bA}	77.95 ± 1.38^{cA}
U1	77.82 ± 2.56^{aB}	81.15 ± 1.89^{abC}	83.84 ± 0.59^{bC}	88.58 ± 3.55^{cB}
U2	86.53 ± 2.11^{aC}	98.05 ± 3.10^{bD}	101.38 ± 3.66^{cD}	107.01 ± 3.94^{dC}
U3	70.27 ± 2.30^{aA}	73.47 ± 1.11^{aAB}	77.18 ± 3.00^{bAB}	83.84 ± 2.56^{cB}
U4	72.83 ± 2.72^{aA}	76.29 ± 2.47^{abBC}	79.49 ± 3.28^{bB}	84.35 ± 3.48^{cB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolamanın 1. günü K1 örneği ile U1 ve U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken, K1 ile diğer örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 30 ve 60. günü K1 ile U1,U2 ve U4 örneği arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 90. gününde ise K1, örneği ile tüm örneklerin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Isıl işlem uygulanan sütten üretilen K1 örneğinde en düşük titrasyon asitliği değeri saptanmıştır. Peynire basınç uygulanan örneklerin titrasyon asitliği değeri süte basınç uygulanan örneklerden daha düşük bulunmuştur. Depolama süresi boyunca, U2 örneğinin titrasyon asitliği değerinin karşılaştırılan diğer örneklerin titrasyon asitliği değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır.

Depolama süresince tüm örneklerde asitlik artmıştır. Ancak sadece U2 örneğinde tüm depolama süresince gözlenen değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla beraber K1 örneği ile U1, U3 ve U4 örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişim benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.27 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	3607.7	4	901.9	42.60	**0.000003**
Hata	211.7	10	21.2		
Gün	1372.2	3	457.4	121.46	**0.000000**
Gün*Muameleler	153.5	12	12.8	3.40	**0.003216**
Hata	113.0	30	3.8		

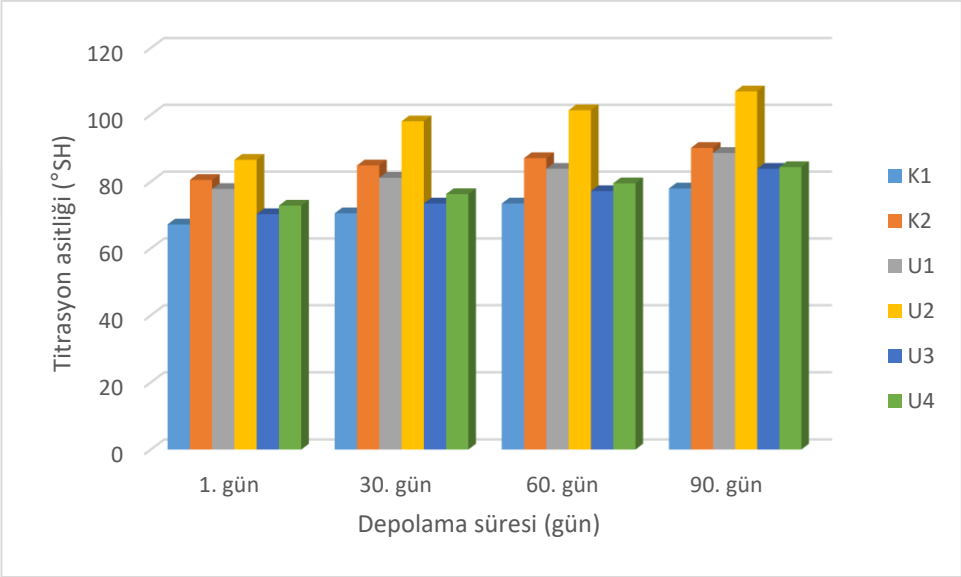
Çizelge 4.28 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (K2 ile karşılaştırma) (°SH) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	80.51 ± 3.85^{aC}	84.86 ± 2.52^{bC}	87.04 ± 2.8^{bcC}	90.11 ± 2.93^{cC}
U1	77.82 ± 2.56^{aBC}	81.15 ± 1.89^{abBC}	83.84 ± 0.59^{bBC}	88.58 ± 3.55^{cBC}
U2	86.53 ± 2.11^{aD}	98.05 ± 3.10^{bD}	101.38 ± 3.66^{cD}	107.01 ± 3.94^{dD}
U3	70.27 ± 2.30^{aA}	73.47 ± 1.11^{aA}	77.18 ± 3.00^{bA}	83.84 ± 2.56^{cA}
U4	72.83 ± 2.72^{aAB}	$76.29\pm2.^{47abAB}$	79.49 ± 3.28^{bAB}	84.35 ± 3.48^{cAB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K2 örneği ile U2, U3 ve U4 örneklerinin titrasyon asitliği arasındaki farklılıkların önemli olduğu bulunurken ($p<0.05$), K2 örneği ile U1 örneği arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).Depolama süresince K2, U1 ve U4 örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim benzerlik göstermiştir. Tüm örneklerde depolama süresince asitlik artmıştır.

U1 ve U2 örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinde gözlenen artış U3 ve U4 örneklerindeki asitlik artışına göre daha hızlı gerçekleşmiştir. U1 ve U2 örneğinde süte yüksek basınç uygulamasının ardından starter kültür ilavesi asitlik gelişiminin hızlanmasına neden olmuştur. Çiğ sütten üretilen peynirlerde ise üretim sonrası basınç uygulanması nedeniyle peynirin mikroorganizma yükünün azalmasına bağlı olarak asitlik artışının yavaşladığı düşünülmektedir.



Şekil 4.12 Kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitliği değerleri

4.5.8 pH değeri

Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri ve depolama süresi boyunca değişimi çizelge 4.30'da verilmiş, şekil 4.13'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin pH değerlerinde muameleler ile depolama günleri arasındaki interaksiyon önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.29'da verilmiştir.

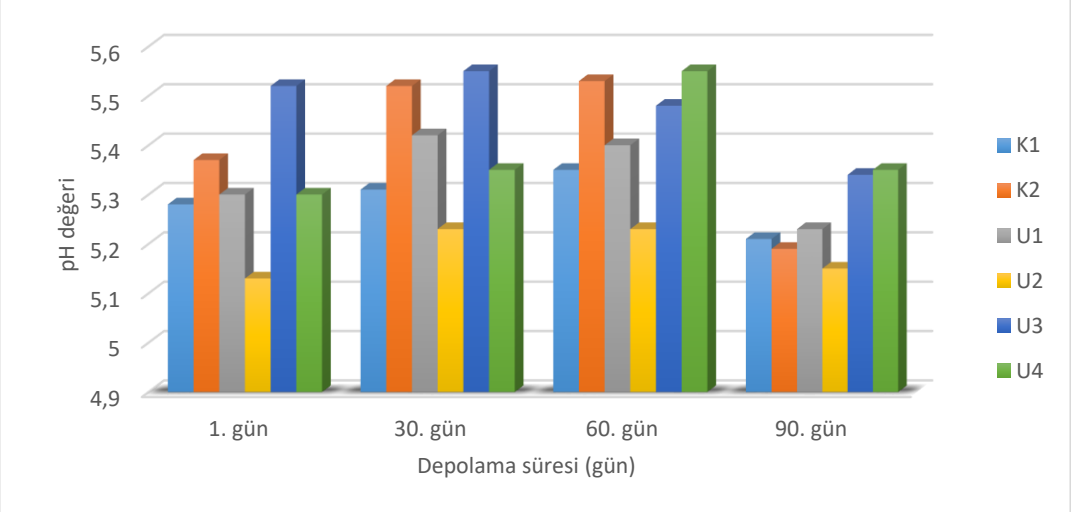
Çizelge 4.29 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	0.554	4	0.139	3.83	**0.038779**
Hata	0.362	10	0.036		
Gün	0.192	3	0.064	3.75	**0.021192**
Gün*Muameleler	0.124	12	0.010	0.61	0.819722
Hata	0.510	30	0.017		

Çizelge 4.30 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	5.28± 0.02	5.31±0.05	5.35±0.05	5.21±0.04	5.28 ± 0.06^{ab}
K2	5.37± 0.24	5.52±0.24	5.53±0.21	5.19±0.04	5.40 ± 0.22^{A}
U1	5.30± 0.1	5.42±0.2	5.40±0.05	5.23±0.09	5.33 ± 0.13^{abA}
U2	5.13± 0.06	5.23±0.07	5.23±0.08	5.15±0.01	5.18 ± 0.07^{aA}
U3	5.52± 0.28	5.55±0.26	5.48±0.27	5.34±0.15	5.47 ± 0.22^{bA}
U4	5.30± 0.19	5.35±0.11	5.55±0.13	5.35±0.16	5.38 ± 0.16^{bA}
Ort.n=18	5.31 ± 0.19^{a}	5.39 ± 0.19^{a}	5.42 ± 0.17^{b}	5.24 ± 5.14^{a}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.13 Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri

Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peyniri örneklerinin pH değerine etkisi incelendiğinde, kontrol örnekleri olan pastörize (K1) ve çiğ (K2) sütten üretilen peynirlerin pH değeri ile çiğ süte (U1, U2) ve peynire basınç uygulaması (U3, U4) ile üretilen peynirlerin pH değerleri arasında görülen farklılığın istatistik olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. ($p>0.05$).

Uygulanan muameleden bağımsız olarak örneklerin pH değerlerindeki değişim depolama günleri boyunca incelendiğinde yalnızca 60. gündeki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yüksek basınç uygulamasının Cheddar peynirinin bazı özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, çiğ sütten ve sırasıyla 400 ve 600 MPa'da basınç uygulanmış olan sütlerden Cheddar peyniri üretilmiştir. Araştırmacılar, çiğ, 400 ve 600 MPa basınç uygulaması ile elde edilen peynirlerin pH değerlerini sırasıyla 5.41, 5.25 ve 5.05 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada olgunlaşma periyodunun son günlerinde süte 600 MPa basınç uygulaması ile üretilen örneğin pH değeri kontrol örneği ve süte 400 MPa basınç uygulamasından sonra üretilen örnek ile kıyaslandığında daha düşük olarak saptanmıştır (Voigt vd. 2012) Bir başka çalışmada ise, çiğ keçi sütünden üretilen Ibores peynirine üretimin ardından 400 ve 600 MPa seviyesinde 7 dk. süre ile yüksek basınç uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, peynire 400 MPa yüksek basınç uygulanan örneğin pH değeri kontrol örneğine benzer olarak bulunurken, 600 MPa basınç uygulanan örneğin pH değeri kontrol örneğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Delgado vd. 2012).

4.5.9 Asit değeri

Süt yağının hidrolize olması ile açığa çıkan serbest yağ asitlerinin toplam miktarını saptamak ve lipoliz düzeyini belirlemek amacıyla uygulanan yöntemlerden birisi olan asit değeri, belirli bir miktarda yağda çözünen serbest yağ asitleri içeriğinin bir ölçüsüdür ve son ürünün duyusal kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Atasoy vd. 2018).

Kaşar peyniri örneklerinin asit değerlerine ilişkin her bir depolama gününde muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.32 ve 4.34' te verilmiş, şekil 4.14'te grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin asit değerleri incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.31 ve 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.31 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	144.818	4	36.205	62.276	**0.000000**
Hata	5.814	10	0.581		
Gün	41.014	3	13.671	98.112	**0.000000**
Gün*Muameleler	8.045	12	0.670	4.811	**0.000231**
Hata	4.180	30	0.139		

Çizelge 4.32 Kaşar peyniri örneklerinin asit değeri (K1 ile karşılaştırma) (mg KOH/g yağ) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	3.48 ± 0.35^{aA}	3.70 ± 0.36^{aA}	4.42 ± 0.23^{bA}	5.63 ± 0.26^{cA}
U1	3.79 ± 0.18^{aA}	4.02 ± 0.12^{abA}	4.67 ± 0.20^{bA}	5.76 ± 0.43^{cA}
U2	6.47 ± 0.52^{aB}	7.08 ± 1.07^{aB}	9.13 ± 0.49^{bB}	10.14 ± 0.07^{cB}
U3	3.59 ± 0.24^{aA}	3.82 ± 0.26^{abA}	4.40 ± 0.44^{bcA}	5.08 ± 0.41^{cA}
U4	3.67 ± 0.28^{aA}	3.96 ± 0.36^{aA}	4.36 ± 0.56^{abA}	4.99 ± 0.12^{bA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Çizelge 4.32' de K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin asit değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Yalnızca K1 örneği ile U2 örneği arasında tüm depolama günlerinde saptanan farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yüksek basınç uygulanan

örnekler kendi aralarında incelendiğinde, depolama periyodu boyunca U2 örneğinin asit değeri, U1, U3 ve U4 örneklerinin asit değerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.33 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	155.501	4	38.875	68.151	0.000000
Hata	5.704	10	0.570		
Gün	33.028	3	11.009	86.567	0.000000
Gün*Muameleler	9.572	12	0.798	6.272	0.000022
Hata	3.815	30	0.127		

Çizelge 4.34 Kaşar peyniri örneklerinin asit değeri (K2 ile karşılaştırma) (mg KOH/g yağ) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	3.41 ± 0.17^{aA}	3.52 ± 0.19^{aA}	4.08 ± 0.30^{abA}	4.41 ± 0.25^{bA}
U1	3.79 ± 0.18^{aA}	4.02 ± 0.12^{abA}	4.67 ± 0.20^{bA}	5.76 ± 0.43^{cB}
U2	6.47 ± 0.52^{aB}	7.08 ± 1.07^{bB}	9.13 ± 0.49^{cB}	10.14 ± 0.07^{dC}
U3	3.59 ± 0.24^{aA}	3.82 ± 0.26^{abA}	4.40 ± 0.44^{bA}	5.08 ± 0.41^{cAB}
U4	3.67 ± 0.28^{aA}	3.96 ± 0.36^{abA}	4.36 ± 0.56^{bcA}	4.99 ± 0.12^{cAB}

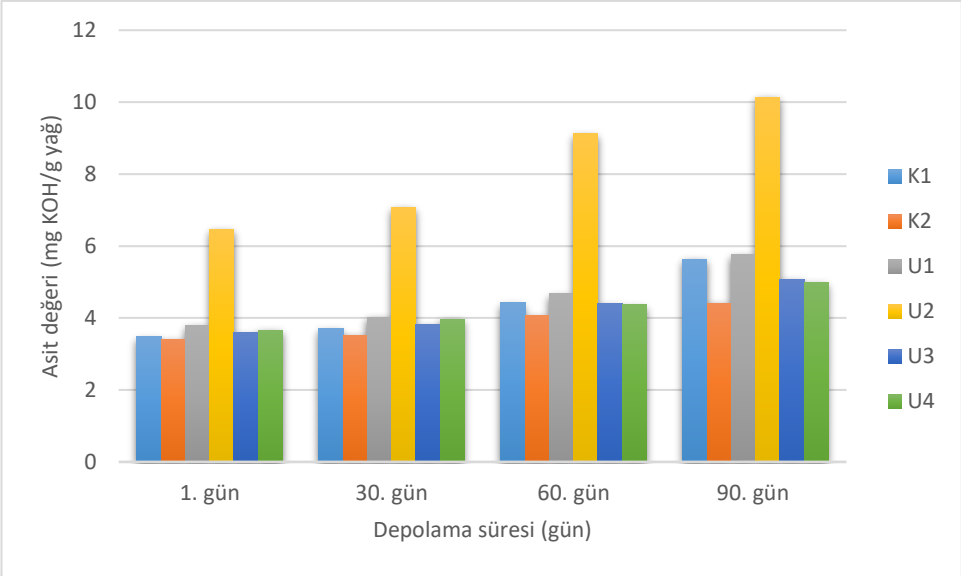
Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

K2 örneği ile U2 örneği arasında tüm depolama günlerinde asit değerleri bakımından farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Depolama süresince tüm örneklerde asit değeri artış göstermiş ve en yüksek artışın U2 örneğinde olduğu saptanmıştır. U2 örneğinde tüm depolama günlerindeki değişim önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Yüksek basınç uygulamasının sütteki lipolitik aktiviteyi arttırdığı belirtilmiştir (Koca 2011). Yüksek basınç uygulamasının lipolizde neden olduğu temel değişiklikler, mikroorganizmaların inaktivasyonu ve hücrelerin lize olması ile enzimlerin ortaya çıkması ve enzim substrat ilişkisinin artmasından kaynaklanmaktadır (O'Reilly vd. 2001). Mikrobiyal lipolitik enzimlerin büyük çoğunluğu hücre içi enzimlerdir. Bu nedenle, peynir matrisine salınmaları hücre lizisi yoluyla sağlanabilmektedir (Collins vd. 2003). Yüksek basınç uygulaması, starter bakterilerinin parçalanmasını sağlayarak hücre içi lipaz enziminin peynir matrisine salınmasını artırmaktadır (Malone vd. 2002). Bununla birlikte yüksek basınç uygulamasının ardından lipoproretin lipazın sütte hala kısmen aktif olarak kaldığı bildirilmektedir (Trujillo vd. 2000). Yapılan bu çalışmada U2 örneğinin asit değerinin, tüm örneklerin asit değerinden oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Yapılan çalışmada Kaşar peyniri üretim yöntemi dikkate alındığında, K1, U1 ve U2 örneklerinin ısıl işlem ve basınç uygulanma seviyeleri dışında kalan tüm parametreler birbiri ile aynıdır. Dolayısıyla bu örneklerin asit değerlerinde gözlenen farklılığın uygulanan yüksek basınçtan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. U2 örneğinin asit değerinin yüksek bulunmasının, süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmasının çiğ sütte doğal olarak bulunan lipaz enzimine etki etmemesi, süte uygulanan basıncın etkisi ile yağ globül membranın hasar görmesine ve süt yağının lipaz enzimine karşı daha duyarlı hale gelmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

U3 ve U4 örnekleri incelendiğinde bu örneklerin asit değerinin çiğ sütten üretilen kontrol örneğinden (K2) daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Yukarıda bahsedilen bilgilerden yola çıkarak, U3 ve U4 örneklerinin toplam mikrobiyal yükü K2 örneğine göre azalmış olsa bile, bu örneklerde basınç etkisi ile gerçekleşmesi muhtemel lizisten dolayı asit değeri K2 örneği ile nispeten benzer seviyede ilerlemiş olabilir.



Şekil 4.14 Kaşar peyniri örneklerinin asit değerleri

4.5.10 Peynir randımanı

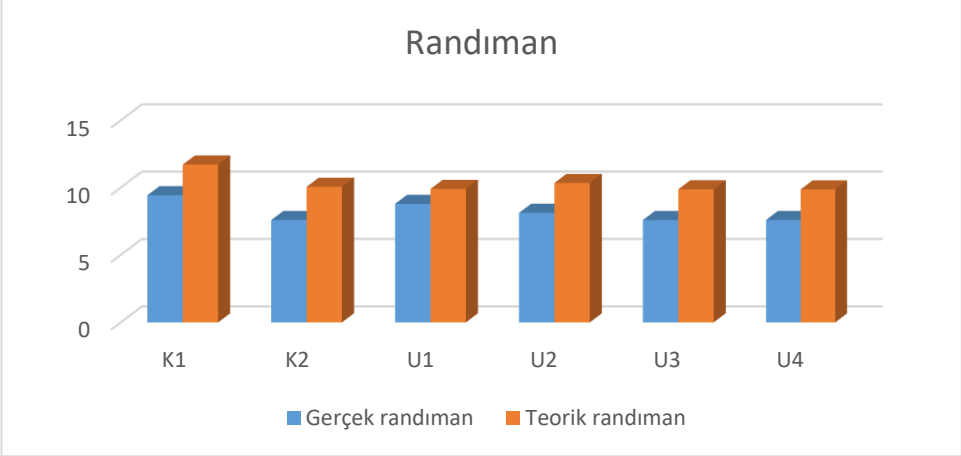
Üretilen ürünün ekonomik olması, üretim faaliyetinin sürdürülebilir olması bakımından oldukça önemlidir. Bu yüzden kaliteli ve güvenilir peynir üretimi için maliyete etkili faktörler dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Bu faktörlerden en önemlilerinden birisi de peynir randımanıdır (Aydemir ve Koçak 2007). Peynir yapımında, ekonomik nedenlerden dolayı peynir verimi üreticilerin dikkatini çekmektedir. Peynir verimini arttırmak için özellikle ısıl işlem uygulamaları başta olmak üzere birçok teknik kullanılmaktadır (Huppertz vd. 2004b). Randıman, belirli ağırlıktaki sütten elde edilen peynir miktarı olarak tanımlanmaktadır (Koçak 2015).

Kaşar peyniri üretimlerinde elde edilen gerçek ve teorik randıman değerleri çizelge 4.35'te verilmiş, şekil 4.15'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.35 Kaşar peyniri üretimlerinde elde edilen randıman değerleri (n=3)

Örnekler	Gerçek randıman	Teorik randıman
K1	9.43 ± 1.27^{b}	11.71 ± 0.36^{B}
K2	7.59 ± 0.42^{ab}	10.06 ± 0.29^{AB}
U1	8.79 ± 0.69^{a}	9.90 ± 0.27^{A}
U2	8.12 ± 0.81^{a}	10.34 ± 0.48^{A}
U3	7.59 ± 0.42^{a}	9.87 ± 0.30^{A}
U4	7.59 ± 0.42^{a}	9.86 ± 0.36^{A}

Aynı sütunda gerçek randıman değerleri arasındaki farklılıklar küçük harf, teorik randıman değeri büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.15 Kaşar peyniri örneklerinin randıman değerleri

Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peynirinin gerçek ve teorik randıman değerlerine etkisi incelendiğinde K1 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Isıl işlem ile üretilen peynir örneğinde gerek gerçek randıman gerekse teorik randıman diğer örneklere göre daha belirgin bir şekilde yüksek olduğu saptanmıştır. K2 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örnekleri gerçek ve teorik randıman bakımından incelendiğinde, K2 örneği ile uygulama örnekleri ile arasındaki farklılığın önemli olmadığı bulunmuştur.($p>0.05$). Isıl işlem ile serum proteinlerinin denaturasyonuna bağlı olarak su tutma kapasitesi artmaktadır (Koçak

2015). Dolayısıyla K1 örneğinin randıman değerleri diğer örneklere göre daha yüksek olarak bulunmuştur.

Yüksek basınç uygulamasının peynir üretiminde randımanı etkilediği bildirilmektedir (Koca 2011). Yüksek basıncın peynir randımanına etkisinin incelendiği bir çalışmada peynire işlenecek olan süte 100 MPa basınç seviyesinden başlayarak 800 MPa basınç seviyesine kadar, istenen basınca toplamda 60 dk.'da gelecek şekilde basınç uygulanmıştır. Sonuç olarak, süte uygulanan 250 MPa seviyesindeki yüksek basıncın, elde edilen peynirin randımanına etki etmediği, buna karşın uygulanan basınç seviyesi arttıkça peynirde randımanın arttığı, özellikle süte uygulanan 600-800 MPa seviyelerindeki yüksek basıncın elde edilen peynirin randımanını yaklaşık % 25 oranında arttırdığı tespit edilmiştir (Huppertz vd. 2004b).

Yüksek basınç uygulanan sütlerden elde edilen peynirler aynı zamanda yüksek nem içeriğine sahip olmaktadır. Yüksek basınç uygulaması ile elde edilen peynirlerin yüksek neme sahip olmasının nedeni, süte yüksek basınç uygulaması sırasında süt proteinlerinde bazı değişimlerin meydana geldiğinin bir göstergesi olarak düşünülmektedir (Drake vd. 1997). Süte uygulanan yüksek basınç ile serum proteinlerinde denatürasyon meydana gelmekte ve proteinler su tutabilen bir yapıya sahip olmaktadır. Dolayısıyla sinerez azalmakta ve pıhtıdan suyun uzaklaşması engellenmektedir (O'Reilly vd. 2001).

Yapılan bu çalışmada süte 600 MPa basınç uygulamasının serum proteinlerinde denatürasyona neden olmasına karşın, ısıl işlem uygulaması ile (72°C- 1 dk.) serum proteinlerinde meydana gelen denatürasyon oranının daha yüksek olduğu, K1 örneğinin randımanın U2 örneğinden daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

4.5.11 Suda çözünen azot içeriği (WSN)

Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriklerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede

gözlenen değişim çizelge 4.37 ve 4.39'da verilmiş, şekil 4.16'da grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri suda çözünen azot içeriği bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.36 ve 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.36 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	0.56821	4	0.14205	29.319	**0.000017**
Hata	0.04845	10	0.00485		
Gün	0.74422	3	0.24807	330.170	**0.000000**
Gün*Muameleler	0.07383	12	0.00615	8.189	**0.000002**
Hata	0.02254	30	0.00075		

Çizelge 4.37 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriği (K1 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	0.24 ± 0.02^{aA}	0.40 ± 0.02^{bA}	0.43 ± 0.01^{bcA}	0.47 ± 0.03^{cA}
U1	0.28 ± 0.02^{aA}	0.41 ± 0.06^{bA}	0.47 ± 0.05^{cA}	0.60 ± 0.03^{dB}
U2	0.40 ± 0.03^{aB}	0.63 ± 0.04^{bB}	0.69 ± 0.07^{cB}	0.88 ± 0.04^{dC}
U3	0.27 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.03^{bA}	0.45 ± 0.03^{bA}	0.52 ± 0.02^{cA}
U4	0.26 ± 0.01^{aA}	0.38 ± 0.01^{bA}	0.42 ± 0.01^{bA}	0.52 ± 0.05^{cA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K1 ile U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0.05$), K1 ile U3 ve U4 örnekleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte K1 örneği ile U1 örneğinin suda çözünen azot içerikleri arasında depolamanın yalnız 90. günündeki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K1, U1, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın 30. ve 90. günlerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunurken, K1 ile U2 örneğinde tüm depolama günlerindeki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K1 örneği ile U3 ve U4 örneklerinin suda çözünen azot içeriklerinde depolama süresince gözlenen değişim benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.38 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	0.58678	4	0.14670	32.290	**0.000011**
Hata	0.04543	10	0.00454		
Gün	0.74662	3	0.24887	286.686	**0.000000**
Gün*Muameleler	0.06881	12	0.00573	6.606	**0.000013**
Hata	0.02604	30	0.00087		

Çizelge 4.39 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içeriği (K2 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	0.23 ± 0.02^{aA}	0.39 ± 0.01^{bA}	0.41 ± 0.01^{bA}	0.47 ± 0.04^{cA}
U1	0.28 ± 0.02^{aA}	0.41 ± 0.06^{bA}	0.47 ± 0.05^{cA}	0.60 ± 0.03^{dB}
U2	0.40 ± 0.03^{aB}	0.63 ± 0.04^{bB}	0.69 ± 0.07^{cB}	0.88 ± 0.04^{dC}
U3	0.27 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.03^{bA}	0.45 ± 0.03^{bA}	0.52 ± 0.02^{cA}
U4	0.26 ± 0.01^{aA}	0.38 ± 0.01^{bA}	0.42 ± 0.01^{bA}	0.52 ± 0.05^{cA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K2 ile U2 örneği arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), K2 ile U3 ve U4 örnekleri arasındaki farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte K2 örneği ile U1 örneğinin suda çözünen azot oranları arasında depolamanın yalnız 90. günündeki farklılık önemli bulunmuştur.

Depolama süresince tüm örneklerde suda çözünen azot içeriği artmıştır. K2, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın 30 ve 60. günleri arasındaki değişim önemsiz iken ($p>0.05$),

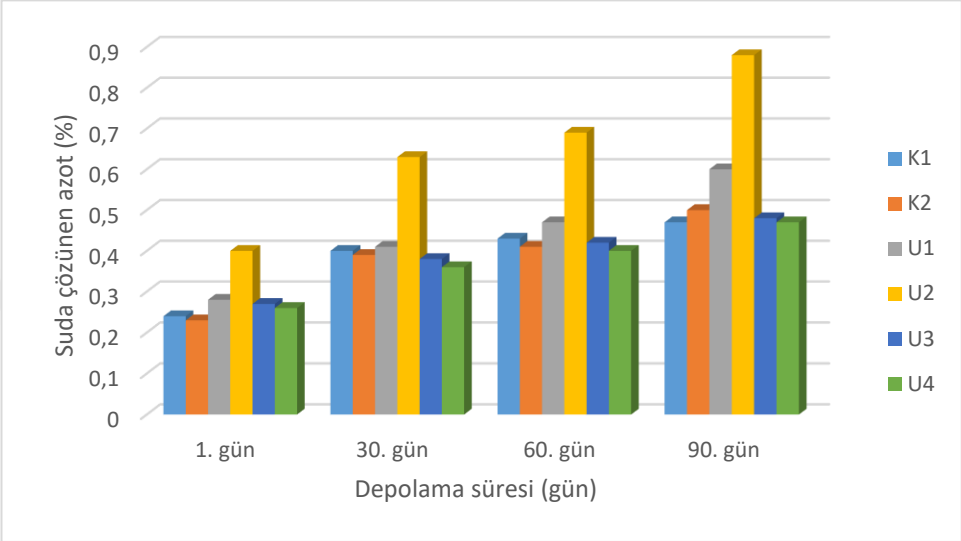
diğer günler arasındaki değişimler önemli bulunmuştur ($p<0.05$). U1 ve U2 örneğinde ise tüm depolama günlerindeki değişim önemli bulunmuştur. ($p<0.05$) K2 örneği ile U3 ve U4 örneği arasındaki depolama süresince gözlenen değişim benzerlik göstermiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot içerikleri incelendiğinde, süte 400 ve 600 MPa basınç uygulaması ile üretilen örneklerin suda çözünen azot içeriğinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bunun yanı sıra peynire 400 ve 600 MPa basınç uygulaması ile üretilen U3 ve U4 örneklerinin suda çözünen azot içeriği K2 örneği ile karşılaştırıldığında bu değerin daha yüksek olarak bulunduğu fakat bu durumun önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bu durum peynire uygulanan yüksek basıncın suda çözünen azot içeriğine önemli bir etkisinin olmadığını, ancak süte yüksek basınç uygulamasının suda çözünen azot miktarını önemli derecede arttığını ortaya koymaktadır.

Suda çözünen azot (WSN), peynirlerde proteoliz düzeyini belirlemeye yarayan parametrelerden birisidir. Peynirin olgunlaşma seviyesini gösteren suda çözünen azot değeri, çoğunlukla primer proteolizin dolayısıyla kazeinin hidrolizi ile oluşan daha düşük molekül ağırlıklı azot fraksiyonlarının düzeyini açıklamaktadır (Koçak vd. 1998). Suda çözünen azot çoğunlukla peynir mayasının kazeini hidrolize etmesiyle ortaya çıkmakta (McSweeney ve Fox 1997), ancak starter bakterilerin plazmin enzimlerinin veya hücre zarf proteinazlarının da suda çözünen azotun oluşmasında az da olsa etkili olduğu bildirilmiştir (Sousa vd. 2001).

Yüksek basıncın peynirde proteolize etkisinin incelendiği bir çalışmada, koyun sütünden elde edilen peynirlere sırasıyla 200, 300, 400 ve 500 MPa seviyelerinde yüksek basınç uygulanmış ve peynirlerin olgunlaşma düzeyleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda olgunlaşma periyodu boyunca tüm peynirlerin suda çözünen azot fraksiyonunda artış meydana geldiği ve bu artışın en fazla 500 MPa basınç uygulanan örnekte gözlendiği belirtilmiştir. Fakat gözlenen bu artışın kontrol örneği ile kıyaslandığında önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Juan vd. 2007).

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında peynire işlenecek olan süte 400 ve 600 MPa'da 10 dk. yüksek basınç uygulanmasının proteoliz düzeyini önemli derecede arttırırken, peynire yüksek basınç uygulamasının ise proteoliz düzeyine etkisinin nispeten daha az olduğu söylenebilir.



Şekil 4.16 Kaşar peyniri örneklerinin suda çözünen azot oranları

4.5.12 %12'lik Triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-SN)

Kaşar peyniri örneklerinin %12'lik TCA-SN içeriklerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.41 ve 4.43' te verilmiş, şekil 4.17'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri %12'lik TCA-SN içerikleri bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.40 ve 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.40 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	0.728600	4	0.182150	15.5338	**0.000272**
Hata	0.117260	10	0.011726		
Gün	0.191362	3	0.063787	55.2349	**0.000000**
Gün*Muameleler	0.061465	12	0.005122	4.4353	**0.000449**
Hata	0.034645	30	0.001155		

Çizelge 4.41 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriği (K1 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	0.08 ± 0.01^{aA}	0.11 ± 0.02^{abA}	0.13 ± 0.02^{abA}	0.17 ± 0.00^{bA}
U1	0.16 ± 0.03^{aAB}	0.19 ± 0.05^{aA}	0.21 ± 0.06^{abA}	0.27 ± 0.06^{bA}
U2	0.25 ± 0.04^{aB}	0.41 ± 0.08^{bB}	0.48 ± 0.11^{cB}	0.57 ± 0.13^{dB}
U3	0.11 ± 0.01^{aA}	0.16 ± 0.02^{aA}	0.17 ± 0.02^{aA}	0.24 ± 0.03^{bA}
U4	0.09 ± 0.01^{aA}	0.14 ± 0.01^{abA}	0.16 ± 0.02^{bcA}	0.22 ± 0.02^{cA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin TCA-SN içeriği arasındaki farklılık incelendiğinde, tüm depolama günlerinde K1 ile U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken, ($p<0.05$) K1 ile U1, U3 ve U4 örnekleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

U2 örneğinde tüm depolama günlerindeki TCA-SN içeriğindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.42 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	0.682968	4	0.170742	14.1375	**0.000402**
Hata	0.120772	10	0.012077		
Gün	0.187814	3	0.062605	50.6938	**0.000000**
Gün*Muameleler	0.063050	12	0.005254	4.2545	**0.000624**
Hata	0.037049	30	0.001235		

Çizelge 4.43 Kaşar peyniri örneklerinin TCA-SN içeriği (K2 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K2	0.10 ± 0.00^{aA}	0.13 ± 0.04^{abA}	0.15 ± 0.03^{abA}	0.19 ± 0.01^{bA}
U1	0.16 ± 0.03^{aAB}	0.19 ± 0.05^{aA}	0.21 ± 0.06^{abA}	0.27 ± 0.06^{bA}
U2	0.25 ± 0.04^{aB}	0.41 ± 0.08^{bB}	0.48 ± 0.11^{cB}	0.57 ± 0.13^{dB}
U3	0.11 ± 0.01^{aA}	0.16 ± 0.02^{aA}	0.17 ± 0.02^{aA}	0.24 ± 0.03^{bA}
U4	0.09 ± 0.01^{aA}	0.14 ± 0.01^{abA}	0.16 ± 0.02^{bcA}	0.22 ± 0.02^{cA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K2 ile U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0.05$), K2 ile U1, U3 ve U4 örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

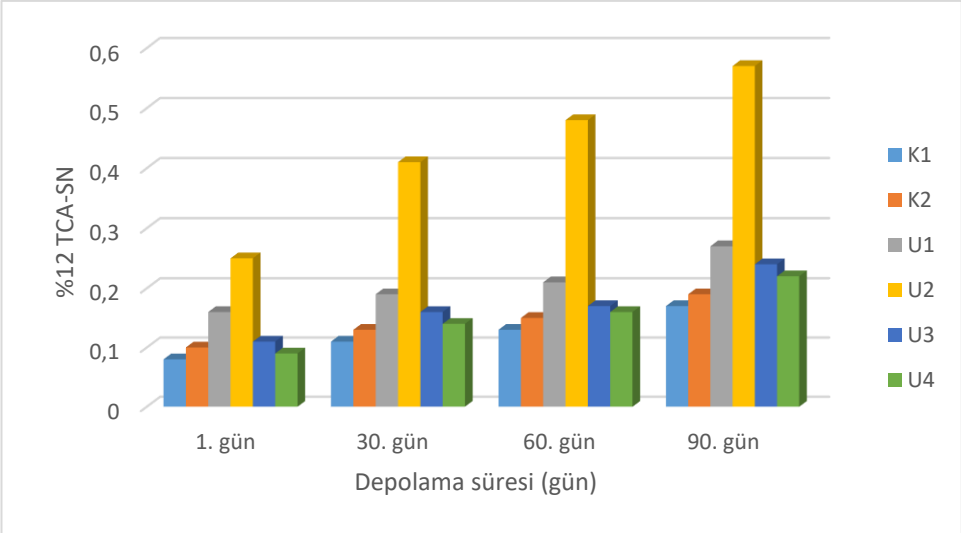
Depolama süresince tüm örneklerde TCA-SN içeriği artış göstermiştir. K2, U1, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın yalnız 90. günündeki değişim istatistik olarak önemli iken, U2 örneğinde tüm depolama günlerinde görülen TCA-SN içeriğindeki değişimin önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm depolama günlerinde en yüksek TCA-SN miktarı ve depolama sırasında artış, U2 örneğinde tespit edilmiştir.

Proteoliz sonucu peptitler ile triklorasetik asit arasında interaksiyon oluşmakta ve bunun sonucunda çökelme meydana gelmektedir. %12'lik TCA'da çözünen azot, proteoliz süresince meydana gelen orta küçük peptidler, amino asitler ve aminler ile üre, amonyak gibi daha küçük azotlu bileşikler hakkında bilgi vermektedir (Metin 2010).

Süte 600 ve 400 MPa yüksek basınç uygulaması ile üretilen örneklerin TCA-SN miktarının diğer örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. U1 ve U2 örnekleri, K1, K2, U3, U4 örnekleri ile karşılaştırıldığında U2 örneğinde tespit edilen farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bu da peynire uygulanan yüksek basıncın TCA-SN miktarına bir etkisinin olmadığını gösterirken, süte 600 MPa yüksek basınç uygulamasının TCA-SN miktarını arttığını göstermektedir. Bu sonuçlar ele alındığında peynire işlenecek olan süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmasının peynirde proteolizi arttırdığı, peynire basınç uygulamasının ise proteolize önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Cheddar peynirine işlenecek olan süte sırasıyla 400 ve 600 MPa seviyelerinde 10 dk. yüksek basınç uygulanmış ve elde edilen peynirler olgunlaşma periyodu boyunca incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda elde edilen tüm peynirlerde TCA-SN seviyesinin artış gösterdiği ve süte basınç uygulaması ile elde edilen örneklerin TCA-SN seviyeleri kontrol örneklerine göre oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Olgunlaşma periyodunun sonunda, TCA-SN değeri en yüksek bulunan peynir, süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulaması ile edile edilen peynir olduğu tespit edilmiş ve bu sonuç düşük pH ve artan kimozin aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir (Voigt vd. 2012).



Şekil 4.17 Kaşar peyniri örneklerinin %12 TCA-SN oranları

4.5.13 Toplam serbest aminoasit içeriği (FAA)

Kaşar peyniri örneklerinin toplam serbest amino asit içeriğine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.45 ve 4.47' de verilmiş, şekil 4.18'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri toplam serbest amino asit içeriği bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.44 ve 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.44 Kaşar peyniri örneklerinin FAA içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	4658.043	4	1164.511	1508.547	**0.000000**
Hata	7.719	10	0.772		
Gün	264.163	3	88.054	99.966	**0.000000**
Gün*Muameleler	119.293	12	9.941	11.286	**0.000000**
Hata	26.425	30	0.881		

Çizelge 4.45 Kaşar peyniri örneklerinin FFA içeriği (K1 ile karşılaştırma) (mg Leu/g peynir) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	1.69 ± 0.08^{aA}	1.49 ± 0.08^{aA}	1.79 ± 0.13^{aA}	2.06 ± 0.09^{aA}
U1	10.22 ± 0.62^{aB}	16.14 ± 0.79^{bC}	16.25 ± 0.38^{bC}	22.22 ± 1.33^{cC}
U2	20.84 ± 0.32^{aC}	22.97 ± 0.77^{bD}	25.69 ± 1.75^{cD}	28.84 ± 1.32^{dD}
U3	2.07 ± 0.19^{aA}	4.69 ± 0.33^{bB}	4.96 ± 0.60^{bB}	5.45 ± 1.33^{bB}
U4	1.89 ± 0.12^{aA}	4.07 ± 0.19^{bB}	4.62 ± 0.53^{bB}	5.16 ± 0.59^{bB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolama süresince tüm örneklerde serbest amino asit içeriği artış göstermiştir. K1 örneğinde depolama süresi boyunca görülen serbest amino asit içeriğindeki değişim önemsiz bulunurken ($p>0.05$), U2 örneğinde depolama periyodu boyunca serbest amino asit içeriğinde görülen değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). U3 ve U4 örneklerinin serbest amino asit miktarındaki değişim depolama süresi boyunca benzerlik göstermiştir.

Isıl işlem uygulanan sütten üretilen Kaşar peynirinin (K1) serbest amino asit içeriği diğer örneklere kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde en yüksek serbest aminoasit içeriği U2 örneğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46 Kaşar peyniri örneklerinin FAA içeriğine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	4262.990	4	1065.748	1267.276	**0.000000**
Hata	8.410	10	0.841		
Gün	312.381	3	104.127	112.201	**0.000000**
Gün*Muameleler	94.642	12	7.887	8.498	**0.000001**
Hata	27.841	30	0.928		

Çizelge 4.47 Kaşar peyniri örneklerinin FFA içeriği (K2 ile karşılaştırma) (mg Leu/g peynir) (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K2	1.38 ± 0.14^{aA}	3.25 ± 0.69^{bA}	4.44 ± 0.41^{bcA}	5.37 ± 0.28^{cA}
U1	10.22 ± 0.62^{aB}	16.14 ± 0.79^{bB}	16.25 ± 0.38^{bB}	22.22 ± 1.33^{cB}
U2	20.84 ± 0.32^{aC}	22.97 ± 0.77^{bC}	25.69 ± 1.75^{cC}	28.84 ± 1.32^{dC}
U3	2.07 ± 0.19^{aA}	4.69 ± 0.33^{bA}	4.96 ± 0.60^{bA}	5.45 ± 1.33^{bA}
U4	1.89 ± 0.12^{aA}	4.07 ± 0.19^{bA}	4.62 ± 0.53^{bA}	5.16 ± 0.59^{bA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K2 ile U1 ve U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0.05$), K2 ile U3 ve U4 örneği arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince tüm örneklerde serbest amino asit içeriği artış göstermiştir. Depolamanın tüm günlerinde U2 örneğinin serbest amino asit içeriğinde görülen değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Süte yüksek basınç uygulandıktan sonra elde edilen peynirlerin serbest amino asit miktarı, çiğ ya da ısıl işlem ile üretilen peynirlere oranla yüksek olduğu bildirilmiştir (Mandal ve Kant 2017). Starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerin kısa peptitlerin yıkımında ve serbest amino asitlerin ortaya çıkmasında önemli rol oynadıkları belirtilmektedir (Sousa vd. 2001). Starter bakterilerin otolizi ile peynirde proteoliz gelişimi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Lize olayı hücre içi bir enzim olan muramidazın hücre duvarındaki peptidoglikan tabakasını hidrolize etmesi ile oluşmaktadır (Özer ve Hayaloğlu 2011). Kazein hidrolizinde yer alan enzimlerin tamamı hücre içi enzimler olup, bu enzimlerin peynir olgunlaşmasına katkı sağlayabilmesi için bakteri hücresinden dışarıya çıkabilmesi yani bakterinin lize olması gerekmektedir (McSweeney 2004). Yüksek basınç uygulamasının hücre membranına hasar verdiği dolayısıyla hücre geçirgenliğinde artışa neden olduğu ve peptidaz gibi hücre içi enzimlerin serbest kalmasını teşvik ettiği bildirilmiştir (Trujillo vd. 2000). Bu durumun protein parçalanmasının hızlandırabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra yüksek basınç

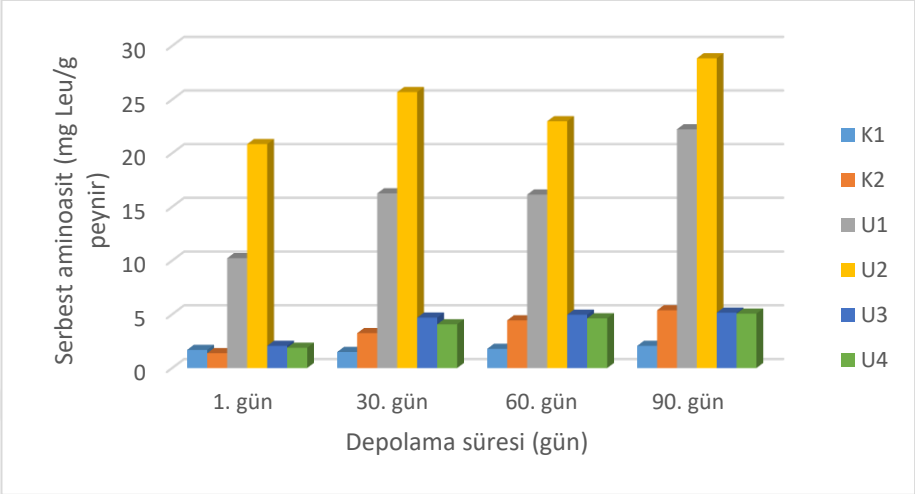
uygulaması β-laktoglobulin ve kazeinin parçalanmasını teşvik ederek proteolizi hızlandırmaktadır (Trujillo vd. 2002). Özellikle süte uygulanan 300 MPa ve üzeri yüksek basıncın kazein misel yüzeyinin artmasına, dolayısıyla kazeinin proteolitik enzimler tarafından parçalanmasının kolaylaştığı belirtilmektedir (Voigt vd. 2012). Yapılan bu çalışmada süte 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulaması ile elde edilen peynir örneklerinin (U1 ve U2) serbest aminoasit içeriğinin diğer tüm örneklerden oldukça yüksek bulunmuştur. U1 ve U2 örneklerine basınç uygulamasının ardınan starter kültür ilave edilmiştir. Dolayısıyla gerek uygulanan yüksek basınç gerekse ilave edilen starter kültürün metobolik aktivitesinin bu örneklerde tespit edilen serbest amino asit miktarının diğer örneklere göre daha yüksek bir değerde olmasına kaynaklık ettiği düşünülmektedir.

Peynire basınç uygulanmış U3 ve U4 örneklerinde ise basınç seviyesi arttıkça serbest amino asit miktarının depolama süresince nispeten arttığı, ancak yine de K2 örneği ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla süte basınç uygulaması ile serbest amino asit içeriğinde önemli derecede bir atış gözlenirken, peynire uygulanan yüksek basınç ile aynı düzeyde etkinin oluşmadığı söylenebilir.

Literatürde yer alan çalışmalarda, yüksek basınç uygulanmış keçi sütünden elde edilen peynirlerin olgunlaşma profilinin incelendiği bir araştırmada, pastörize sütten (72 °C, 15s) ve süte 500 MPa'da 5 dk. yüksek basınç uygulanmış keçi sütünden peynir üretilmiş ve elde edilen bu peynirler 45 gün boyunca olgunlaştırılmıştır. Çalışma sonucunda yüksek basınç uygulanmış sütten üretilen peynirin serbest amino asit değeri olgunlaşma dönemi boyunca, kontrol örneğine göre oldukça yüksek seviyelerde seyrettiği tespit edilmiştir (Trujillo vd. 1999b).

Yüksek basınç uygulamasının keçi peynirinin olgunlaşmasına etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada, çiğ sütten üretilen keçi peynirine üretimin ardından 400 ve 600 MPa seviyelerinde yüksek basınç uygulanmıştır. Peynire 600 MPa basınç uygulanan örneğin serbest amino asit değeri diğer örneklere göre düşük bulunmuştur. Bunun sebebi olarak uygulanan yüksek basıncın starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin

peptidazlarının inaktif hale gelmesinden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir (Delgado vd. 2012).



Şekil 4.18 Kaşar peyniri örneklerinin serbest aminoasit içerikleri

4.5.14 Olgunlaşma indeksi (WSN/TN)

Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.49 ve 4.50' de verilmiş, şekil 4.19' da grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri olgunlaşma indeksi bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.48 ve 4.50' de verilmiştir.

Çizelge 4.48 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	381.108	4	95.277	19.469	**0.000104**
Hata	48.937	10	4.894		
Gün	381.143	3	127.048	161.603	**0.000000**
Gün*Muameleler	39.207	12	3.267	4.156	**0.000748**
Hata	23.585	30	0.786		

Çizelge 4.49 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değeri (K1 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	6.62 ± 0.49^{aA}	11.27 ± 0.90^{bB}	11.34 ± 0.59^{bA}	12.51 ± 1.35^{bAB}
U1	6.41 ± 0.29^{aA}	9.48 ± 1.42^{bAB}	10.69 ± 1.33^{bA}	13.87 ± 0.49^{cB}
U2	9.86 ± 1.04^{aB}	15.46 ± 1.35^{bC}	16.72 ± 1.79^{bB}	20.71 ± 1.95^{cC}
U3	6.14 ± 0.59^{aA}	9.43 ± 1.05^{bAB}	9.81 ± 1.10^{bcA}	11.28 ± 1.08^{cA}
U4	5.67 ± 0.41^{aA}	8.38 ± 0.42^{bA}	9.18 ± 0.76^{bA}	11.40 ± 1.49^{cA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

K1, örneği ile U2 örneği arasında tüm depolama günlerinde olgunlaşma indeksi değerlerindeki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca, U2 örneğinin olgunlaşma indeksi değerinin karşılaştırılan diğer örneklerin olgunlaşma indeksi değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. U2 örneği ile diğer tüm örnekler arasında gözlenen bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresince tüm örneklerde olgunlaşma indeksi değeri artış göstermiştir. K1 örneğinde depolamanın 30, 60 ve 90. günlerindeki olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). U1 ve U2 ve U4 örneklerinin depolama süresince olgunlaşma indeksi değerlerindeki değişim benzer eğilim gösterirmiştir.

Çizelge 4.50 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler	**Serbestlik**	**Kareler**	**F**	**P**
Muameleler	445.989	4	111.497	26.416	**0.000027**
Hata	42.208	10	4.221		
Gün	363.318	3	121.106	141.936	**0.000000**
Gün*Muameleler	38.599	12	3.217	3.770	**0.001551**
Hata	25.597	30	0.853		

Çizelge 4.51 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değeri (K2 ile karşılaştırma) (%) (n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	5.23 ± 0.30^{aA}	8.62 ± 0.31^{bA}	8.79 ± 0.34^{bA}	10.41 ± 1.17^{cA}
U1	6.41 ± 0.29^{aA}	9.48 ± 1.42^{bA}	10.69 ± 1.33^{bA}	13.87 ± 0.49^{cB}
U2	9.86 ± 1.04^{aB}	15.46 ± 1.35^{bB}	16.72 ± 1.79^{bB}	20.71 ± 1.95^{cC}
U3	6.14 ± 0.59^{aA}	9.43 ± 1.05^{bA}	9.81 ± 1.10^{bcA}	11.28 ± 1.08^{cA}
U4	5.67 ± 0.41^{aA}	8.38 ± 0.42^{bA}	9.18 ± 0.76^{bA}	11.40 ± 1.49^{cA}

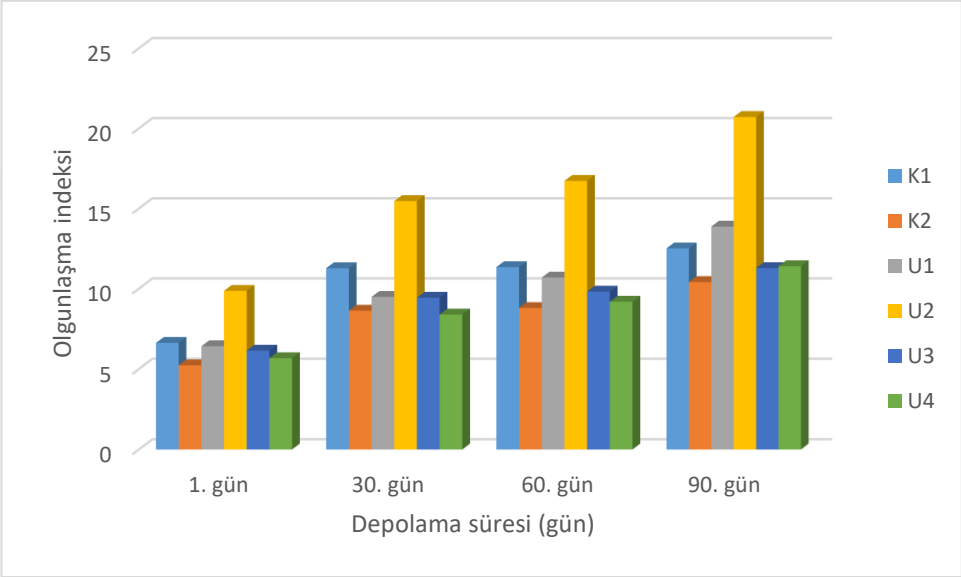
Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolamanın tüm günlerinde K2 ile U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K2 örneği ile U3 ve U4 örneklerinin olgunlaşma indeksi değerleri arasındaki farklılık tüm depolama günlerinde önemli bulunmamıştır. K2 ile U1 örneği arasındaki farklılık depolamanın 90. gününde önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresince tüm örneklerde olgunlaşma indeksi değeri artış göstermiştir. Örneklerin olgunlaşma indeksi değerlerinde gözlenen bu artışlardan, depolamanın 30 ve 90. günlerindeki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Olgunlaşma indeksi, peynir örneklerinin olgunlaşma düzeyini gösteren bir değerdir (Şanlı 2006). Çizelge 4.49 ve 4.51 incelendiğinde depolama süresi boyunca, U2 örneğinin olgunlaşma indeksi değerinin karşılaştırılan diğer örneklerin olgunlaşma indeksi

değerlerinden yüksek olduğu, bunu U1 örneğinin izlediği görülmektedir. Süte 400 MPa ve özellikle 600 MPa yüksek basınç uygulamasının Kaşar peynirinde proteolizi dikkate değer bir şekilde hızlandırdığı, peynire de aynı düzeylerde yüksek basınç uygulamasının proteolizi nispeten artırdığı belirtilebilir. Ayrıca depolama süresince tüm örneklerde proteoliz artarken yüksek basınç uygulanmış tüm örneklerde artışın daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.19 Kaşar peyniri örneklerinin olgunlaşma indeksi değerleri

Delgado vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, çiğ keçi sütünden üretilen Ibores peynirine üretimin ardından 400 ve 600 MPa seviyesinde 7 dk. boyunca yüksek basınç uygulanmış ve basınç uygulanan peynirlerin olgunlaşma indeksi değerlerinin çiğ kontrol örneğinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu durumu da, yüksek basınç etkisiyle pıhtıda kalan enzimin aktivitesinin artması ya da basınç etkisiyle destabilize olan kazein misellerinin proteolitik enzimlere karşı olan hassasiyetinin artmasıyla ilişkilendirmişlerdir.

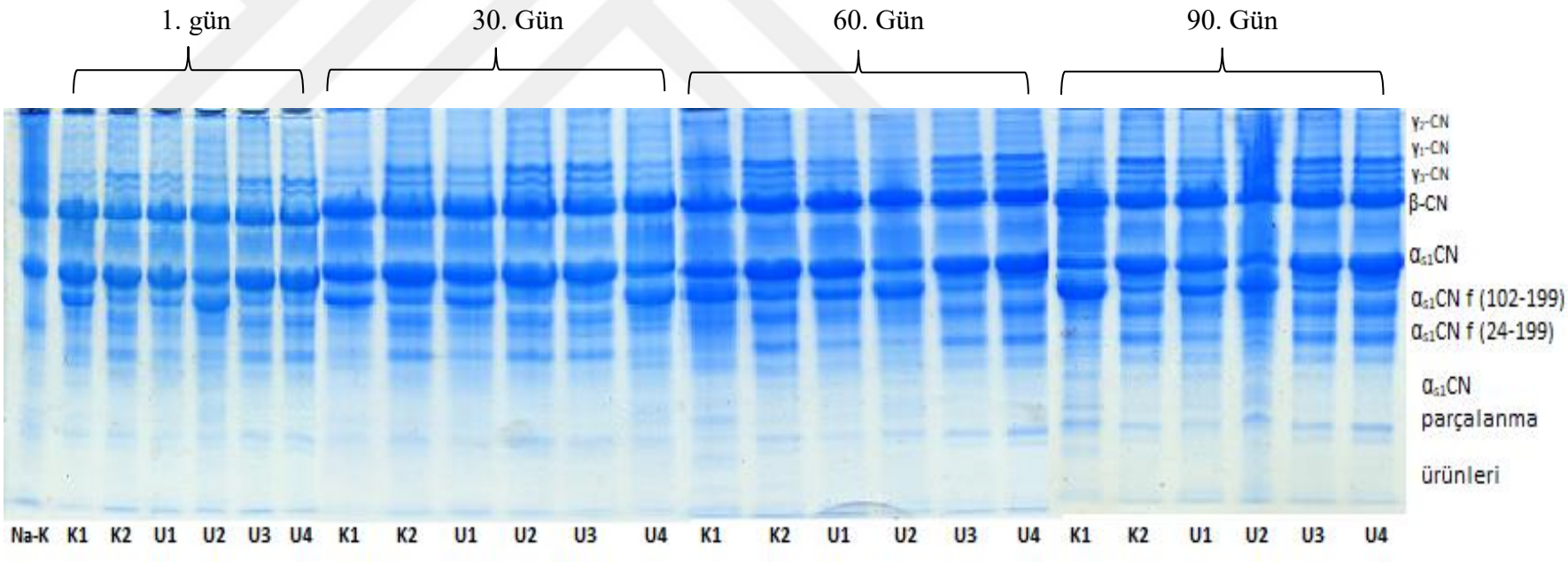
Çiğ sütten üretilen K2 örneğinin 90. gün sonunda ulaştığı olgunlaşma indeksi değerine (%10.41) yani proteoliz düzeyine, süte 600 MPa basınç uygulamasıyla üretilen U2 örneğinde depolama başında, süte 400 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasıyla

elde edilen U1 örneğinde depolamanın 60. gününde, peynire basınç uygulanan U3 ve U4 örneklerinde ise depolamanın 60. gününde ulaşılmaktadır. Bu sonuçlar dikkate alındığında yüksek basınç uygulamasının olgunlaşma süresini kısalttığı saptanmıştır.

4.5.15 Üre-PAGE

Elektroforez, yüklü proteinlerin elektriksel alandaki hareketine dayanan bir ayırma tekniğidir. Elektroforezde molekülleri hareket ettiren güç elektrik potansiyelidir. Proteinlerin elektroforetik ayrımında, onların molekül boyutları ve net elektrik yüklerindeki farklılıklarından yararlanılmaktadır. Proteinlerin elektriksel yükü ve jele uygulanan voltaj, ayrılması istenen proteinin jel içerisindeki hareketliliğini belirlemektedir. Süt proteinlerinin ayrımında yaygın olarak kullanılan üre-PAGE yöntemi, proteinlerin molekül büyüklüğü ve elektriksel yüklerine göre ayrımını sağlamaktadır (Hayaloğlu vd. 2011).

Kaşar peyniri örneklerinin protein fraksiyonlarının incelendiği elektroforetogramları şekil 4.20'de verilmiştir.



Na-K: Sodyum kazeinat
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Şekil 4.20 Kaşar peyniri örneklerinin Üre-PAGE sonuçları

Elektroforetogramlar (Şekil 4.20) incelendiğinde, α_{s1} kazeinin hidrolizinin, β- kazein hidrolizinden daha hızlı gerçekleştiği açıkça gözlenmektedir. Depolama süresi boyunca, β-CN parçalanmasının tüm örneklerde benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Bu da süte ya da peynire yüksek basınç uygulanması ile ısıl işlem uygulamasının β- kazeinin parçalanmasında bir farklılık yaratmadığını göstermektedir. Yapılan çeşitli araştırmalarda, β-kazeinin plazmin tarafından birincil parçalanma ürünleri olan γ-kazeinlerin, β-CN (f29–209), β-CN (f106–209) ve β-CN (f108–209) oluşumunun (Upadhyay vd. 2004), yüksek basınç uygulamasından etkilenmediği bildirilmiştir (Rynne 2008, Voigt vd. 2012). U2 örneğinde depolamanın ilk gününde α_{s1} kazeinin bant üzerindeki yoğunluğunun daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu da süte 600 MPa seviyesinde basınç uygulanmasının α_{s1} kazeinin parçalanmasında etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Depolamanın 30. gününde K2, U2 ve U3 örneklerinde α_{s1} kazeinin parçalanması daha yoğun olarak gözlenmekle birlikte depolamanın 60 ve 90. günlerinde K2, U3 ve U4 örneklerinde α_{s1} kazein yıkımının daha fazla olduğu gözlenmektedir. Depolamanın 60 ve 90. Günlerinde ise U3 ve U4 örneklerinde β-CN parçalanması U3 ve U4 örneklerinde daha yoğun olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 90. gününde özellikle U3 ve U4 örneklerinde proteoz peptonların ortaya çıktığı gözlenmektedir. Elde edilen bu sonuçlar yüksek basınç ile ilgili yapılan bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Voigt vd. 2010, O'Reiliy vd. 2001).

U3 ve U4 örnekleri K2 örneği ile karşılaştırıldığında U3 ve U4 örneklerinde α_{s1} kazein yıkımının daha hızlı gerçekleştiği saptanmıştır.

4.6 Uçucu Bileşen Analizi

Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşenler ve miktarları çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (µg/100 g) (n=3)

Asitler	Günler	K1	K2	U1	U2	U3	U4
Oktanoik asit	1. gün	2.31±0.59	4.34±0.58	2.95±0.20	10.66±3.78	3.20±0.05	2.59±0.24
	30. gün	2.14±0.98	3.61±0.66	6.02±1.57	52.47±2.71	3.97±1.04	9.82±2.45
	60. gün	2.25±0.74	4.95±1.25	8.15±1.50	57.85±2.14	4.75±1.39	4.37±0.68
	90. gün	3.35±0.56	3.26±1.57	14.15±2.49	46.14±1.45	6.35±2.31	3.80±0.74
Hekzanoik asit	1. gün	3.83±0.84	8.54±0.54	8.79±1.50	36.95±1.16	6.09±2.42	5.94±0.13
	30. gün	2.91±0.15	9.77±1.93	20.09±9.07	62.37±8.72	8.37±2.15	13.40±5.60
	60. gün	4.99±1.51	11.55±2.89	36.17±1.45	65.18±7.49	11.42±4.34	8.91±1.82
	90. gün	5.61±1.21	11.89±3.72	45.82±3.46	79.21±1.88	18.75±1.48	9.58±0.71
Asetik asit	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	20.02±2.65	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	19.26±1.76	15.3±2.80	25.78±1.98	14.7±0.61	21.23±0.56
	90. gün	T.E.	26.96±3.84	21.74±1.24	24.45±1.23	12.12±1.54	19.42±2.01
Dekanoik asit	1. gün	0.49±0.36	0.63±0.44	1.14±0.05	1.81±0.57	0.84±0.592	0.65±0.46
	30. gün	0.84±0.16	0.79±0.55	1.85±0.29	10.96±1.73	2.18±0.14	2.98±0.39
	60. gün	1.07±0.26	1.41±0.26	2.56±0.70	8.95±3.01	1.95±0.47	1.14±0.11
	90. gün	1.09±0.25	0.96±0.29	3.19±1.65	5.87±3.71	2.33±0.82	0.72±0.08
Butanoik asit	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	22.96±2.82	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	9.01±1.00	54.49±5.25	T.E.	T.E.
	60. gün	8.39±2.07	10.12±1.35	22.38±3.69	98.31±1.41	12.02±2.35	13.15±1.05
	90. gün	14.88±4.14	18.22±2.94	38.25±3.03	128.02±5.08	20.12±3.54	21.02±2.98
Dodekanoik asit	1.gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	23.04±1.22	0.66±0.11	1.08±0.18
	90.gün	T.E.	T.E.	T.E.	10.78±2.65	T.E.	T.E.
Heptanoik asit	1.gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	31.31±2.50	T.E.	T.E.
	90.gün	T.E.	T.E.	T.E.	87.69±1.98	T.E.	T.E.

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

Alkoller		**K1**	**K2**	**U1**	**U2**	**U3**	**U4**
Feniletil alkol	1. gün	T.E.	1.30±0.32	T.E.	1.38±0.34	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	0.98±0.2	T.E.	1.73±0.49	T.E.	0.80±0.02
	60. gün	T.E.	2.57±1.2	0.66±0.47	1.55±1.49	1.23±0.88	0.84±0.10
	90. gün	0.86±1.3	2.53±1.5	1.66±1.66	2.96±0.22	0.97±0.04	1.04±0.07
Etanol	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	18.32±4.04	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	28.65±1.66	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	27.88±2.42	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	11.8±4.7	18.2±2.12	21.95±3.43	16.38±1.26	17.3±1.3
1-Hekzanol	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	36.84±2.38	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	84.50±3.90	T.E.	T.E.
	60. gün	10.7±0.3	TE	12.18±1.04	66.95±4.21	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	19.8±7.32	29.14±3.34	73.33±1.17	25.3±1.05	21.5±1.12
Benzil alkol	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	6.25±2.54	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	10.15±2.34	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	7.05±2.49	6.15±2.42	6.52±2.01
	90. gün	T.E.	7.89±.012	8.65±0.32	8.39±3.33	6.36±1.03	5.32±0.35
1-Pentanol	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	12.49±1.8	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	8.79±6.45	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	1.65±1.53	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	7.11±2.16	8.02±0.26	12.17±2.49	10.7±1.25	9.27±1.09
1-Oktanol	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	9.60±0.81	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	6.07±6.05	10.30±0.70	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	1.24±1.08	2.98±2.33	6.45±1.03	T.E.	2.82±0.02
	90. gün	T.E.	2.04±0.3	2.20±0.76	7.37±1.49	1.42±1.30	3.58±0.56

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

Aldehitler		**K1**	**K2**	**U1**	**U2**	**U3**	**U4**
(Dodekanal) Laurik aldehit	1. gün	T.E.	3.87±0.3	T.E.	8.83±2.3	0	0.09±0.6
	30. gün	T.E.	TE	T.E.	T.E.	0.99±1.01	T.E.
	60. gün	0.27±0.5	0.47±1.1	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	3.86±0.5	T.E.	T.E.	T.E.
Benzaldehit	1. gün	3.38±0.01	2.52±1.5	T.E.	2.03±0.3	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	1.39±0.1	T.E.	3.29±1.07
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	7.34±1.2	T.E.	T.E.
	90. gün	1.93±0.42	T.E.	T.E.	1.93±0.32	T.E.	T.E.
Nonanal	1.gün	T.E.	0.6±0.05	T.E.	10.7±0.7	T.E.	0.13±0.23
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	3.45±0.17	1.45±0.2
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	90.gün	5.84±0.9	T.E.	0.05±0.3	T.E.	T.E.	T.E.
Ketonlar		**K1**	**K2**	**U1**	**U2**	**U3**	**U4**
2-Nonanon	1. gün	0.42±0.24	1.15±0.35	1.07±0.05	1.41±0.22	1.04±0.10	0.96±0.23
	30. gün	0.45±0.12	0.93±0.24	1.83±0.57	1.87±0.60	1.04±0.23	1.23±0.12
	60. gün	0.56±0.08	1.35±0.09	2.91±0.18	3.54±1.06	1.15±0.04	1.49±0.18
	90. gün	0.83±0.08	1.65±0.23	4.46±0.58	5.53±1.02	1.45±0.69	1.70±0.15
2-Undekanon	1.gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	0.19±0.03	T.E.	0.22±0.02	0.23±0.06	0.25±0.01	T.E.
	60. gün	0.10±0.08	0.14±0.09	0.18±0.04	0.21±0.03	0.65±0.01	T.E.
	90.gün	T.E.	0.12±0.08	0.24±0.17	0.47±0.04	0.11±0.07	T.E.

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

Esterler		K1	K2	U1	U2	U3	U4
Oktanoik asit, metil ester (Metil oktanoat)	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	1.41±0.14	1.09±0.11	3.26±1.66	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	0.70±0.11	0.78±0.05	1.94±0.08	1.03±0.31	0.66±0.05
	90. gün	T.E.	1.14±0.52	1.39±0.84	2.03±1.10	0.75±0.03	0.95±0.20
Oktanoik asit, etil ester (Etil oktanoat)	1. gün	0.81±0.11	0.33±0.25	T.E.	0.49±0.03	T.E.	0.47±0.05
	30. gün	0.32±0.03	1.69±0.56	0.78±0.73	27.78±2.37	T.E.	1.25±0.09
	60. gün	0.97±0.15	0.49±0.34	T.E.	5.27±1.38	T.E.	T.E.
	90. gün	0.23±0.02	0.51±0.42	0.22±0.3	0.01±0.0	T.E.	T.E.
Hekzanoik asit, metil ester	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	1.29±0.06	T.E.
	30. gün	T.E.	0.33±0.02	T.E.	0.72±0.01	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	2.89±0.25	5.01±1.64	T.E.	T.E.
Hekzanoik asit, etil ester	1. gün	T.E.	T.E.	0.49±0.01	26.29±3.99	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	0.29±0.08	22.26±1.68	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	25.47±1.8	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Dekanoik asit metil ester	1. gün	T.E.	T.E.	0.38±0.07	0.26±0.05	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	0.37±0.03	0.74±0.02	1.29±0.07	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	0.29±0.1	0.43±0.47	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Dekanoik asit etil ester	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	0.2±0.02	0.43±0.03	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	0.13±0.11	0.32±0.23	T.E.	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	0.17±0.03	0.71±0.02	0.23±0.05	T.E.	T.E.

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

Etil nanonat	1. gün	T.E.	1.01±0.04	T.E.	3.19±0.51	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	1.07±0.01	T.E.	3.40±1.86	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	0.84±0.33	T.E.	1.56±0.81	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	4.97±0.20	T.E.	T.E.
Etil laurat	1. gün	T.E.	0.12±0.08	T.E.	1.97±0.09	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	0.05±0.00	T.E.	5.95±0.19	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	13.70±1.99	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	2.58±0.25	T.E.	T.E.
Etil heptonat	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	0.83±0.08	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	3.04±0.13	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	2.48±0.22	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	1.45±0.60	T.E.	T.E.
Dodekanoik asit metil ester	1.gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	0.62±0.02	0.77±0.05	T.E.	T.E.
	90.gün	T.E.	T.E.	T.E.	0.26±0.09	T.E.	T.E.

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

Hidrokarbonlar		**K1**	**K2**	**U1**	**U2**	**U3**	**U4**
Dodekan	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	0.32±0.10	T.E.	T.E.	0.54±0.01	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	90. gün	6.33±0.98	T.E.	T.E.	T.E.	0.23±0.01	T.E.
Eikosan	1. gün	T.E.	4.39±1.26	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	1.86±0.31
	60. gün	T.E.	1.55±0.08	T.E.	1.04±0.46	0.51±0.01	0.17±0.23
	90. gün	2.10±0.01	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Tridekan	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	1.59±0.55	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	0.40±0.03	T.E.	T.E.	T.E.
1-Oktan	1. gün	T.E.	1.44±0.02	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Hekzadekan	1. gün	T.E.	T.E.	T.E.	1.11±0.03	0.97±1.23	T.E.
	30. gün	T.E.	1.53±1.07	1.59±0.12	1.07±0.79	0.35±0.06	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	1.43±0.32	T.E.	0.62±0.08	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
1-pentadekan	1. gün	T.E.	T.E.	12.72±1.86	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	20.30±4.34	0.85±0.01	T.E.	T.E.
	90. gün	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	6.28±0.84

Çizelge 4.52 Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen bazı uçucu bileşen miktarları (devam) (µg/100 g) (n=3)

2-Oktan, (Z)-	1. gün	T.E.	12.08±1.3	67.55±3.0	66.56±1.22	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	26.53±3.05	68.56±2.02	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	2.42±0.88	13.12±1.77	T.E.	T.E.	6.31±0.38	T.E.
	90.gün	T.E.	T.E.	36.54±1.02	T.E.	T.E.	T.E.
1-Nonan	1.gün	T.E.	T.E.	28.98±1.5	T.E.	T.E.	T.E.
	30. gün	T.E.	T.E.	2.33±0.27	T.E.	T.E.	T.E.
	60. gün	T.E.	T.E.	5.67±1.77	T.E.	T.E.	T.E.
	90.gün	T.E.	T.E.	T.E.	39.69±2.20	T.E.	T.E.

K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek
T.E.: Tespit edilemedi

Kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen uçucu bileşenler incelendiğinde, ısıl işlem ile üretilen kaşar peyniri örneğinde (K1), toplam 15 uçucu bileşen tespit edilmiş ve bu uçucu bileşenlerin 4 asit, 2 alkol, 3 aldehit, 2 keton, 1 ester, 3 adet hidrokarbondan oluştuğu saptanmıştır.

Çiğ sütten üretilen Kaşar peyniri örneğinin (K2) uçucu bileşenleri incelendiğinde, toplam 28 adet uçucu bileşen tespit edilmiş ve bu uçucu bileşnlerin 5 asit, 6 alkol, 3 aldehit, 2 keton, 7 ester ve 5 adet hidrokarbondan oluştuğu belirlenmiştir.

Süte 400 MPa seviyesinde 10 dk. yüksek basınç uygulaması ile üretilen Kaşar peyniri örneğinin (U1) uçucu bileşenleri incelendiğinde, toplam 27 adet uçucu bileşen tespit edilmiş ve bu uçucu bileşenlerin 5 asit, 6 alkol, 2 aldehit, 2 keton, 7 ester ve 5 adet hidrokarbondan oluştuğu saptanmıştır.

Süte 600 MPa seviyesinde 10 dk. yüksek basınç uygulaması ile üretilen Kaşar peyniri örneğinin (U2) uçucu bileşenleri incelendiğinde, toplam 34 adet uçucu bileşen tespit edilmiş ve bunların 7 asit, 6 alkol, 3 aldehit, 2 keton, 10 ester ve 6 adet hidrokarbondan oluştuğu saptanmıştır.

Çiğ sütten üretilen Kaşar peynirine 400 MPa seviyesinde 10 dk basınç uygulaması ile elde edilen Kaşar peyniri örneğinin (U3) uçucu bileşenleri incelendiğinde, toplam 23 adet uçucu bileşen tespit edilmiş ve bunların 6 asit, 6 alkol, 3 aldehit, 2 keton, 2 ester ve 4 adet hidrokarbondan oluştuğu saptanmıştır.

Çiğ sütten üretilen Kaşar peynirine 600 MPa seviyesinde 10 dk basınç uygulaması ile elde edilen Kaşar peyniri örneğinin (U4) uçucu bileşenleri incelendiğinde, toplam 20 adet uçucu bileşen tespit edilmiş ve bu uçucu bileşenlerin 6 asit, 6 alkol, 3 aldehit, 1 keton, 2 ester ve 2 adet hidrokarbondan oluştuğu saptanmıştır.

Kaşar peyniri üretiminde uygulanan muamelelerin, uçucu bileşenler üzerine etkisi incelendiğine, ısıl işlem ile üretilen K1 örneğinde tespit edilen uçucu bileşenler diğer örneklerle karşılaştırıldığında hem sayı hem de tanımlanan bileşenlerin miktarı bakımından daha az olduğu gözlenmektedir. Bununla birlikte süte 600 MPa basınç uygulaması ile üretilen örnekte tespit edilen tüm uçucu bileşenlerin hem toplam sayı hem de miktar bakımından diğer örneklerden daha fazla olduğu bulunmuştur. Peynire basınç uygulaması ile üretilen U3 ve U4 örneklerinin uçucu bileşen sayısı ve kompozisyonu birbirleri ile nispeten benzerlik göstermiştir. Çiğ sütten üretilen K2 örneğinin uçucu bileşen sayısı ve kompozisyonu ise U1 örneği ile benzerlik göstermektedir.

Hayaloğlu (2009) tarafından yapılan çiğ sütten üretilen farklı sürelerde olgunlaştırılmış (6-10 ay) Kaşar peynirinin aroma bileşenlerinin belirlendiği bir çalışmada, kaşar peyniri örneklerinin uçucu fraksiyonunda 11 asit, 16 ester, 16 keton, 6 aldehit, 27 alkol, 7 kükürt bileşiği,7 terpen ve 23 çeşitli bileşiği içeren toplam 113 bileşik tanımlandığı belirtilmiştir.

Asitler

Asitler, peynirlerin aromasına kendi başlarına katkıda bulunmakla kalmamakta, aynı zamanda metil ketonların, alkollerin, esterlerin ve laktonların öncüleri olarak da görev yapmaktadırlar (McSweeney ve Souza 2000).

Yapılan bu çalışmada toplamda 7 adet asit (oktanoik asit, hekzanoik asit, asetik asit, dekanoik asit, butanoik asit, dodekanoik asit, heptanoik asit) tespit edilmiş ve bu asitlerden bazıları Kaşar peyniri örneklerinin üretim yöntemlerine göre farklılık göstermiştir. Oktanoik asit ve hekzanoik asit tüm örneklerde tüm depolama günlerinde tespit edilmekle birlikte, U2 örneğinde bu asitlerin miktarı diğer örneklere göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Hekzanoik asidin, Torta del Casar peyniri (Delgado vd. 2010), geleneksel Yunan Xinotyr tipi peynir (Bontinis vd. 2012), ve teleme peyniri (Massouras vd. 2006) gibi koyun peynirlerinin aromasına önemli katkı sağladığı bildirilmiştir. Peynire sirke aroması veren ve çoğunlukla salamura peynirlerde sıkça ve yüksek konsantrasyonlarda rastlanılan bir aroma bileşiği olan asetik asit (Demiral 2014), K1

örneği dışında tüm örneklerde 60. ve 90. günlerde tespit edilmiştir. Dekanoik asit tüm örneklerde tespit edilmiş ancak depolamanın ilk gününde tüm örneklerde miktarı yaklaşık olarak aynı iken, depolamanın ilerleyen günlerinde U2 örneğinde miktarı diğer örneklere göre artış göstermiştir. Dodekanoik asit K1, K2 ve U1 örneklerinde tespit edilemezken, U2 örneğinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U3 ve U4 örneklerinde ise depolamanın yalnızca 60. gününde tespit edilmiştir. Heptanoik asit ise yalnızca U2 örneğinde depolamanın 30 ve 60. günlerinde tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada olgun Cheddar peynirinde düz zincir yapısında olan pentanoik, hekzanoik, dekanoik ve dodekanoik yağ asitleri tespit edilmiş ve bu yağ asitlerinin aroma üzerinde önemli katkısı olduğu bildirilmiştir (Curioni ve Bosset, 2002). Butanoik asit ise K1, K2, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde tespit edilirken, U1 örneğinde 30, 60 ve 90. günlerde tespit edilmiştir. U2 örneğinde ise tüm depolama günlerinde tespit edilmiş ve miktarının diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Temelde lipoliz ile üretilen bu yağ asidi, ransit tadın ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000). Ayrıca Valin, Treonin, ve Metiyonin gibi amino asitlerin katabolizması yoluyla da üretilmektedir (Bosset vd. 1993).

Alkoller

Alkoller, peynirlerde proteoliz, glikoliz ve lipoliz yoluyla ortaya çıkmaktadır. Küflü peynirlerden sonra, uzun süre olgunlaştırılan peynirlerin uçucu bileşenlerinin arasında alkoller önemli bir yer kaplamaktadır. Türkiye'de üretilen farklı peynir çeşitlerinin aroma bileşenlerinin belirlendiği bir çalışmada Divle, Ezine, Mihaliç, Van Otlu ve Civil peynirlerinde alkol miktarının analiz edilen diğer peynir örneklerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Hayaloğlu ve Karabulut 2013). Bahsi geçen bu peynirlerin olgunlaştırılmış peynirler olduğu dikkate alındığında, alkol oluşumda peynirlerin olgunlaşma düzeyinin oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bu çalışmada tüm örneklerde toplamda 6 farklı alkol bileşeni (feniletil alkol, etanol, 1- hekzanol, benzil alkol, 1- pentanol, 1 oktanol) saptanmıştır. Feniletil alkol, K1 örneğinde depolamanın yalnızca 90. günü tespit edilirken, U1 ve U3 örneklerinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U4 örneğinde depolamanın 30,60 ve 90. günlerinde,

K2 ve U2 örneklerinde ise tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. Etanol ve 1-pentanol, K1 örneğinde tespit edilemezken, K2, U1, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın yalnızca 90. gününde, U2 örneğinde ise tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. Temelde laktoz fermantasyonu ve alanin aminoasidi katabolizması ile üretilen, ayrıca ester oluşumunda önemli rol oynayan (Hayaloğlu 2009) etanol miktarının, örneklerde tespit edilen diğer tüm alkollerden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. 1- hekzanol, K1 örneğinde depolamanın yalnızca 60. gününde, K2, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın yalnız 90. gününde, U1 örneğinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U2 örneğinde ise depolamanın tüm günlerinde tespit edilmiştir. Benzil alkol, K1 örneğinde tespit edilemezken, K2 ve U1, örneklerinde depolamanın yalnızca 90. gününde, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U2 örneğinde ise tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. 1-oktanol ise, K1 örneğinde tespit edilemezken, U3 örneğinde depolamanın yalnız 90. gününde, U1 örneğinde depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde, K2 ve U4 örneklerinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U2 örneğinde ise tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. Bu alkol bileşenlerinin süte 600 MPa seviyesinde basınç uygulandıktan sonra üretilen U2 örneğinde tüm depolama günlerinde ve diğer örneklerden miktar bakımından fazla olduğu görülmektedir. Yukarıda değinildiği gibi alkol oluşumu ile peynirlerin olgunlaşma düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu dikkate alındığında U2 örneğinin diğer örneklere göre olgunlaşmasının daha hızlı olduğu söylenebilir.

Aldehitler

Aldehitler, amino asitlerin katabolizması sırasında transmisyon ya da Strecker degradasyonu sırasında meydana gelen ara bileşiklerdir (McSweeney ve Souza 2002). Hızlı bir şekilde alkollere veya asitlere dönüştürüldükleri için peynirde birikmemektedirler (Hayaloğlu vd. 2007). Dolayısıyla peynir gibi ürünlerin depolanması ya da olgunlaştırılması sırasında aldehit konsantrasyonunda dalgalanmalar gözlenebilmektedir (Avşar vd. 2011).

Kaşar peyniri örneklerinde toplamda 3 adet aldehit (laurik aldehit, benzaldehit, nonanal) tespit edilmiştir. Laurik aldehit, K1 örneğinde depolamanın yalnız 60. gününde tespit

edilirken, K2 örneğinde depolamanın 1 ve 60. günlerinde, U1 örneğinde depolamanın 90. gününde, U2 ve U4 örneklerinde depolamanın 1. gününde, ve U3 örneğinde depolamanın 30. gününde tespit edilmiştir. Benzaldehit, K1 örneğinde depolamanın 1 ve 90. günlerinde, K2 örneğinde depolamanın 1. gününde, U4 örneğinde depolamanın 30. gününde tespit edilirken, U2 örneğinde tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. U1 örneğinde benzaldehit tespit edilememiştir. Nonanal ise K1 ve U1 örneklerinde depolamanın 90. gününde, K2 ve U2 örneklerinde depolamanın 1. gününde, U3 örneğinde depolamanın 30. gününde ve U4 örneğinde depolamanın 1 ve 30. günlerinde tespit edilmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi aldehitler fermente ürünlerin ya da peynirlerin depolanması sırasında farklı bileşenlere parçalanmakta, dolayısıyla tespit edilen miktarları depolamanın ilerlemesiyle değişkenlik göstermekte ya da hiç tespit edilememektedirler.

Ketonlar

Ketonlar, tereyağı ve mavi-küflü peynirlerin aromalarından sorumlu maddeler olup, ppm ve ppb gibi düşük algılanma eşik değerine sahiptirler (Avşar vd. 2011). Alkollere indirgenebilen ara bileşiklerdir (Molimard ve Spinnler 1996). 2-Nonanon ve 2-Undekanonun meyvemsi, küfümsü ve çiçeğimsi gibi kokularla karakterize edildiği ve süt ürünlerinde düşük algılama eşiğine sahip olduğu bildirilmiştir (Molimmard ve Spinnler 1990).

Yapılan bu çalışmada kaşar peyniri örneklerinde toplam 2 adet keton (2-nonanone, 2-undecanone) tespit edilmiştir. 2- nonanone, tüm örneklerde tüm depolama günlerinde tespit edilirken, 2- undekanon, K1 örneğinde depolamanın 30 ve 60. günlerinde, K2 örneğinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U1,U2 ve U3 örneklerinde depolamanın 30,60 ve 90. günlerinde tespit edilmiştir.U4 örneğinde ise 2- undekanon tespit edilmemiştir.

Esterler

Peynirde meyvemsi tattan sorumlu olan esterler, alkollerin ve karboksilik asitlerin doğrudan esterleşmesi veya alkoliz ile oluşmaktadır (Liu vd. 2004). Esterler peynir aromasına meyve aroması vermekle birlikte alkol ve yağ asitleri arasındaki esterleşme reaksiyonu nedeniyle yağ asitlerinin keskinliğini en aza indirerek lezzet dengesine katkıda bulunmaktadır (Hayaloğlu 2009).

Yapılan bu çalışmada kaşar peyniri örneklerinde toplamda 10 adet ester bileşeni (oktanoik asit metil ester, oktanoik asit etil ester, hekzanoik asit metil ester, hekzanoik asit etil ester, dekanoik asit metil ester, dekanoik asit etil ester, etil nonanat, etil laurate, etil heptonat, dodekanoik asit metil ester) tespit edilmiş ve bunların çoğunlukla etil esterler olduğu gözlenmiştir. Esterlerin çoğunlukla U2 örneğinde tespit edildiği gözlenmektedir. Esterleşme reaksiyonlarının gerçekleşmesinde mikroorganizmaların gelişimi, özellikle maya ve küflerin esteraz aktiviteleri önemli bir etken olduğu bildirilmektedir (Avşar vd. 2011). Örneklerin maya-küf sayım sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.8, 4.10 ve 4.12) U3 ve U4 örneklerinde maya ve küfe rastlanmazken, K1 örneğinde diğer örneklere göre daha az miktarda maya ve küfe rastlandığı gözlenmektedir. Bahsi geçen bu durum K1, U3 ve U4 örneklerinde diğer örneklere göre ester bileşeninin daha az tespit edilmesini açıklayabilir.

Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar, lipid otoksidasyonunun ikincil ürünleri olup, aromatik bileşiklerin oluşumu için öncü bileşenlerdir (Arora vd. 1995). Peynirlerde hidrokarbonlar sıklıkla tespit edilmesine rağmen, düşük tespit miktarları ve yüksek algılama eşikleri nedeniyle peynir aromasına katkıda bulunmamaktadırlar (Delgado vd. 2010, Delgado vd. 2011, Bontinis vd. 2012). Kaşar peyniri örneklerinde toplamda 8 adet farklı hidrokarbon bileşiği (dodekan, eikosan, tridekan, 1-oktan, hekzadekan, 1-pentadekan, 2-oktan (z), 1-nonan) tespit edilmiştir.

4.7 Tekstür Profil Analizi

Tekstür, gıdaların tüketimi sırasında ortaya çıkmakla birlikte, özünde görme, dokunma ve ses duyularını harekete geçiren, yiyeceklerin birçok özelliğini kapsayan bir "yeme kalitesi" dir. ISO (International Organization for Standardization), gıda ürününün tekstürünü "ürünün mekanik, dokunsal ve uygun olduğu durumlarda görsel ve işitsel alıcılar aracılığıyla algılanabilen tüm reolojik ve yapısal (geometrik ve yüzey) özellikleri şeklinde tanımlamıştır (Anonymous 2008). Gıdaların tekstürel özellikleri, tüketicinin ürüne karşı olan ilgisinde, satın alma kararlarında ve nihai tüketimde önemli bir rol oynamaktadır.

Tekstür, peynirlerin temel kalite özelliğidir. Peynirin genel görünümü ve ağızda bıraktığı his, lezzetten önce değerlendirilmektedir (Lawrence vd. 1987). Peynir çeşidine göre farklı tekstürler ortaya çıkmaktadır. Her peynir türü için beklenen bir baskın tekstürel özellikler bulunmaktadır. Örneğin, Mozzarella peyniri "esnek" veya "lifli" olarak tanımlanırken Parmesan peyniri "ufalanabilir'' ya da ''dağılabilir'' olarak tanımlanmaktadır (Gunesakaran ve Ak 2003).

Peynir üretimi sırasında, çeşitli faktörler peynirin yapısına etki etmektedir. Bunlar, hammadde çiğ süt ile ilgili faktörler (sütün bileşimi, mikrobiyolojik kalitesi vb.), üretim prosesi ile ilgili faktörler (ısıl işlem, starter kültür, pıhtıya uygulanan mekanik işlemler vb.) ve olgunlaşma sürecine ilişkin (ambalaj materyali, süre, sıcaklık, nem vb.) faktörlerdir (Ak ve Altay 2011).

Peynirin iskelet yapısını kazeinler oluşturmakta ve protein matriksi içinde oluşan boşluklarda su, yağ, bakteriler gibi unsurlar yer almaktadır. Peynirde mevcut yağ ve su, dolgu maddesi görevi görmekte ve bunlar esas olarak ağ yapıyı zayıflatan veya yumuşatan bileşenler olarak değerlendirilmektedir. Özellikle suyun protein üzerindeki plastikleştirici etkisi yapısal, reolojik ve tekstürel sonuçları ile bunların endüstriyel işlemlere etkileri bakımından oldukça önemlidir. Peynirin iskelet yapısını oluşumunda kalsiyum fosfatın önemi büyüktür. Kalsiyum fosfat bu iskelet yapı içerisinde bir anlamda

yapıştırıcı olarak görev almaktadır. Peynirde kalsiyum fosfat seviyesinin azaldıkça peynirin yapısı zayıflamakta ve yumuşamaktadır. Peynirlerin bileşiminde aynı maddeler bulunmasına rağmen üretim süreçlerinin farklı olması nedeniyle birbirinden faklı mikroyapılara sahip peynirler elde edilmektedir. Mikro ve makro düzeyde oluşan yapısal farklar ve yapıda zaman içerisinde meydana gelen çeşitli değişimler (kazeinlerin hidrolze olması, suyun proteinler tarafından adsorbe edilmesi gibi.) peynirerin reolojik ve tekstürel özelliklerini belirleyen ana faktörlerdir (Ak ve Altay 2011).

Yapılan bu çalışmada tekstür profil analizi ile Kaşar peyniri örneklerinde 7 farklı özellik belirlenmiş olup bunlar sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), iç yapışkanlık (cohesiveness), elastikiyet (springiness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) özelliklerinden oluşmaktadır.

Sertlik (Hardness)

Sertlik, tekstür cihaz probunun ilk deviniminde (dişler arasındaki ilk ısırık) örneğin deformasyonu için gerekli olan maksimum kuvvettir. Kesici dişler arasında peynir örneğinin ısırılarak koparılması için gerekli olan kuvvete karşılık gelmektedir (Şanlı 2006).

TPA çalışmalarında en yaygın olarak ölçülen parametre sertliktir ve kuvvet-süre (ya da kuvvet-deformasyon) eğrisinde maksimum noktaya denk gelen kuvvet değerini ifade etmektedir (Bourne 2002). Peynirlerde bulunan yüksek protein ve pH değeri sertlik özelliğini arttırırken, diğer bileşim öğeleri (su, yağ, tuz) sertliği azaltmaktadır (Ak ve Altay 2011).

Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerine ilişkin tüm depolama günlerinde muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.54 ve 4.56'da verilmiş, şekil 4.21'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin sertlik değerleri incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyonun önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.53 ve 4.55'te verilmiştir.

Çizelge 4.53 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	8.91895E+07	4	2.22973E+07	159.9	**0.000018**
Hata	6.97160E+05	5	1.39432E+05		
Gün	1.00710E+07	3	3.35703E+06	23.01	**0.000007**
Gün*Muameleler	1.92177E+07	12	1.60147E+06	10.98	**0.000024**
Hata	2.18805E+06	15	1.45870E+05		

Çizelge 4.54 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri (g) (K1 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	4638 ± 43.26^{cA}	3981 ± 151.40^{cbA}	3378 ± 47.58^{bA}	2472 ± 173.78^{aA}
U1	7600 ± 76.23^{aC}	8072 ± 16.16^{aD}	7557 ± 23.74^{aC}	7217 ± 131.00^{aC}
U2	6325 ± 107.73^{bB}	6253 ± 52.01^{bC}	5366 ± 64.12^{aB}	5557 ± 110.30^{abB}
U3	8581 ± 59.34^{cD}	5207 ± 11.61^{aB}	7436 ± 22.90^{bC}	7532 ± 57.64^{bC}
U4	8535 ± 24.31^{bD}	5725 ± 55.71^{aBC}	8307 ± 71.05^{bC}	7143 ± 88.61^{bC}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peynirinin sertlik değerine olan etkisi incelendiğinde, ısıl işlem ile üretilen Kaşar peyniri örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneği arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm depolama günlerinde K1 örneği ile U1, U2, U3, U4 örneklerinin sertlik değeri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 1. gününde U3 ve U4 örnekleri en yüksek sertlik değerine sahiptir. Bunu U1 ve U2 örnekleri izlemekte, K1 ise

en düşük sertlik değerine sahiptir. Ayrıca peynire uygulanan yüksek basıncın seviyesi örneklerde (U3-U4) farklılık yaratmış ancak bu farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Süte farklı düzeylerde basınç uygulaması U1 ve U2 örneklerinin sertlik değerlerinde farklılık yaratmış ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Örneklerin sertlik değerlerinin depolama süresi boyunca değişim gösterdiği gözlenmektedir. K1 örneğinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde önemli bulunan bu değişim, U3 ve U4 örneklerinde depolamanın 30 ve 60. günlerinde önemli bulunmuştur ($p<0.05$). U2 örneğinde yalnız depolamanın 60. gününde gözlenen değişim önemli bulunurken ($p<0.05$), U1 örneğinde depolama süresi boyunca gözlenen değişimin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.55 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	2.15164E+07	4	5.37910E+06	35.71	**0.000719**
Hata	7.53266E+05	5	1.50653E+05		
Gün	7.36346E+06	3	2.45448E+06	17.49	**0.000037**
Gün*Muameleler	1.71965E+07	12	1.43304E+06	10.21	**0.000037**
Hata	2.10538E+06	15	1.40359E+05		

Çizelge 4.56 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri (g) (K2 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	8307 ± 156.17^{aBC}	8202 ± 23.20^{aC}	7866 ± 136.64^{aB}	7814 ± 19.45^{aB}
U1	7600 ± 76.23^{aB}	8072 ± 16.16^{aC}	7557 ± 23.74^{aB}	7217 ± 131.00^{aB}
U2	6325 ± 107.73^{bA}	6253 ± 52.01^{bB}	5366 ± 64.12^{aA}	5557 ± 110.30^{abA}
U3	8581 ± 59.34^{cC}	5207 ± 11.61^{aA}	7436 ± 22.90^{bB}	7532 ± 57.64^{bB}
U4	8535 ± 24.31^{cC}	5725 ± 55.71^{aAB}	8307 ± 71.05^{cB}	7143 ± 88.61^{bB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K2 örneği ile U2 örneğinin sertlik değeri arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0.05$), K2 örneği ile U1 örneği arasında tüm depolama günlerinde tespit edilen farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$). Bununla birlikte K2 örneği ile U3 ve U4 örneklerinin depolamanın yalnızca 30. gününde saptanan farklılığın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresince örneklerin sertlik değerindeki değişim artış-azalış göstererek düzensiz bir değişim sergilemiştir. Ancak başlangıca göre 90. gün sonunda tüm örneklerde sertlik değeri azalmıştır. K2 ve U1 örneklerinin depolama süresi boyunca sertlik değeri değişimi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). U2 örneğinde depolamanın yalnız 30. gününde, U3 örneğinde depolamanın 30 ve 60. günlerinde, U4 örneğinde ise depolamanın 30 ve 90. günlerinde gözlenen değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Örneklerin sertlik değerleri incelendiğinde tüm depolama günlerinde en düşük değeri K1 örneğinin aldığı saptanmıştır. K1 örneği diğer peynirlerle kıyaslandığında en yüksek neme sahip olan örnektir. Bu durum peynirin kurumadde oranının düşük olmasına ve peynirin yumuşak bir yapıda olmasına neden olmuştur. K1 örneğinden sonra en düşük değeri U2 örneği almıştır.

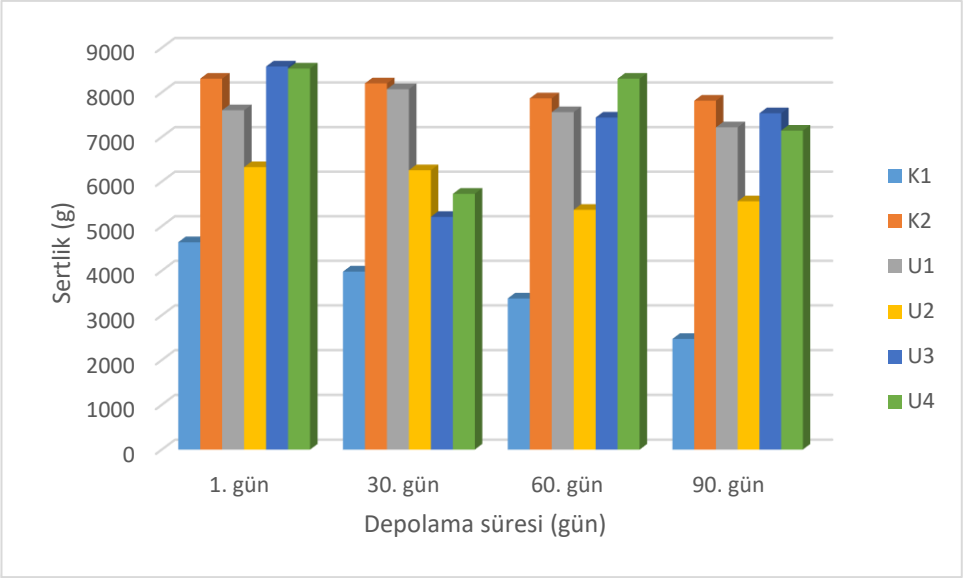
Olgunlaşma boyunca peynir tekstüründeki değişimler, kazein matriksinin yapısına ve kazeinin olgunlaşma süresi boyunca hidroliz seviyesi ile ilişkilidir. (Voigt vd. 2012). Depolama sırasında peynirler, kazein matrisinin proteolitik parçalanması nedeniyle giderek yumuşama ve daha az esneme eğilimi göstermektedir (Tunick vd. 1993). Bunun yanı sıra peynirin pH değeri düştükçe, peynir giderek ‘’gevrek’’ özellik kazanmakta ve parçalanma eğiliminde olduğu bildirilmektedir (Creamer ve Olson 1982, Watkinson vd. 2001). Yüksek pH değerine sahip peynirlerin (pH 5.2 ila 6.2 aralığında) daha sert ve daha az yapışkan olduğu belirtilmektedir (Watkinson vd. 2001). Ancak, peynirin nem, tuz ve kalsiyum içeriği, pH'ın peynir dokusu üzerindeki etkisini değiştirebilmektedir. Belirli bir pH ve tuz içeriğine sahip yüksek nem içerikli peynirlerin, düşük nem içeriğine sahip olanlara kıyasla daha az sert olduğu bilinmektedir. Bu durum, kazein-nem oranındaki

artışla birlikte kazein alt misellerinin şişmesine bağlanmaktadır (Gunesakaran ve Ak 2003). Dolayısıyla nem içeriğindeki en ufak değişikliklerin peynir tekstürü üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği anlaşılabilmektedir.

Yüksek basınç uygulamasının hammadde süte ve peynire farklı seviyelerde uygulanmasının etkisinin incelendiği bu çalışmada süte uygulanan 600 MPa seviyesindeki yüksek basıncın kazein parçalanmasını hızlandırdığı yapılan diğer analizler sonucunda da açıkça görülmektedir (Üre-PAGE, FAA, TCA-SN). Bununla birlikte daha önce de belirtildiği gibi süte uygulanan 600 MPa seviyesindeki yüksek basınç, serum proteinlerinin denatürasyonuna, dolayısıyla proteinlerin su tutma kapasitesinin artmasına neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı U2 örneğinin tekstrürel özelliklerini zayıflatmış olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra K1 örneği en düşük sertlik değerine sahip olan örnek olmuştur. Yukarıda bahsedildiği gibi nem içeriği peynirin sertlik özelliğini oldukça etkilemektedir. Bu durumda en düşük kuru madde oranına sahip olan K1 örneğinin diğer örnekler ile kıyaslandığında en yumuşak olan peynir olarak tespit edilmesi beklenen bir durumdur. Literatürde yüksek basınç uygulanmış peynirlerin tekstürel özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmaktadır.

Voigt vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada Cheddar peynirine işlenecek olan süte yüksek basınç uygulanmış ve elde edilen peynirlerde süte 600 MPa basınç uygulanması sonrası elde edilen peynir örneğinin sertlik değerinin çiğ ve 400 MPa yüksek basınç uygulanan sütten elde edilen peynire göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumun süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulaması ile üretilen peynirin diğer örneklere göre olgunlaşma periyodu boyunca kazein yıkımının daha yoğun olmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.

Ibores peynirine yüksek basınç uygulamalarının çalışıldığı başka bir araştırmada, peynirlere 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmıştır. Araştırmacılar uygulanan yüksek basınç seviyelerinin peynirlerin sertlik değerine etki etmediğini ve basınç uygulanmamış kontrol örnekleri ile basınç uygulanmış örnekler arasında sertlik değerleri bakımından bir farklılık tespit edilmediğini belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).



Şekil 4.21 Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri

Dış Yapışkanlık (Adhesiveness)

Dış yapışkanlık, çiğneme boyunca gıdanın ağızda yapışkanlığı (Civille ve Szczesniak, 1973) ya da yeme sırasında damaktan peyniri çıkarmak için gereken kuvvet olarak (Zoon 1991) tanımlanmaktadır. Tekstür analizi çalışmalarında ise bu parametre peynire birinci sıkıştırma uygulanmasından sonra oluşan negatif kuvvet alanı olarak belirlenmektedir (Gunesakaran ve Ak 2003).

Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ilişkinher bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.58 ve 4.60'da verilmiş, şekil 4.22'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasında interaksiyon bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.57 ve 4.59'da verilmiştir.

Çizelge 4.57 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Muameleler	20684.1	4	5171.0	35.372	**0.000735**
Hata	731.0	5	146.2		
Gün	38964.8	3	12988.3	350.281	**0.000000**
Gün*Muameleler	10975.2	12	914.6	24.666	**0.000000**
Hata	556.2	15	37.1		

Çizelge 4.58 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri (g/sn) (K1 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	61.60 ± 3.40^{aB}	64.58 ± 0.22^{aB}	127.85 ± 14.39^{bD}	168.25 ± 2.65^{cD}
U1	15.73 ± 0.96^{aA}	33.22 ± 0.56^{bA}	49.65 ± 0.43^{cA}	60.76 ± 7.07^{cA}
U2	57.75 ± 4.68^{aB}	76.86 ± 10.78^{bBC}	81.94 ± 8.76^{bB}	107.26 ± 5.86^{cB}
U3	25.84 ± 0.68^{aA}	84.78 ± 1.78^{bC}	106.82 ± 4.75^{cC}	116.73 ± 1.05^{cB}
U4	7.77 ± 2.42^{aA}	25.79 ± 9.18^{bA}	54.02 ± 2.07^{cA}	137.48 ± 0.10^{dC}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

K1 örneği ile U1, U3 ve U4 örnekleri arasında tüm depolama günlerinde dış yapışkanlık değerlerindeki farklılık önemli bulunurken K1 örneği ile U2 örneği arasında depolamanın 60 ve 90. gününde saptanan farklıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm örneklerde depolama süresi boyunca dış yapışkanlık değerinde artış tespit edilmiştir. K1 örneğinde depolamanın 60. ve 90. günlerinde saptanan artış önemli bulunurken, U1 ve U3 örneğinde 30 ve 60. günler, U2 örneğinde 30 ve 90. günler, U4 örneğinde ise tüm depolama günlerinde gözlenen değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.59 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	12833.3	4	3208.3	21.282	**0.002437**
Hata	753.8	5	150.8		
Gün	56433.8	3	18811.3	319.649	**0.000000**
Gün*Muameleler	10892.8	12	907.7	15.425	**0.000003**
Hata	882.7	15	58.8		

Çizelge 4.60 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri (g/sn) (K2 ile karşılaştırma) (n=2)

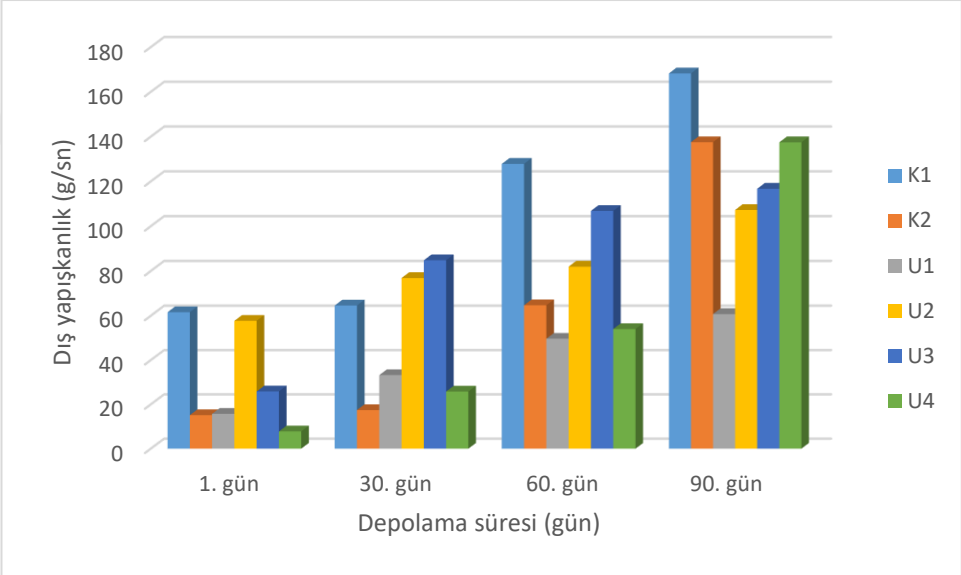
Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	15.13 ± 3.53^{aA}	17.41 ± 0.94^{aA}	64.68 ± 1.56^{bAB}	137.52 ± 14.50^{cC}
U1	15.73 ± 0.96^{aA}	33.22 ± 0.56^{bA}	49.65 ± 0.43^{cA}	60.76 ± 7.07^{cA}
U2	57.75 ± 4.68^{aB}	76.86 ± 10.78^{bB}	81.94 ± 8.76^{bB}	107.26 ± 5.86^{cB}
U3	25.84 ± 0.68^{aA}	84.78 ± 1.78^{bB}	106.82 ± 4.75^{cC}	116.73 ± 1.05^{cB}
U4	7.77 ± 2.42^{aA}	25.79 ± 9.18^{bA}	54.02 ± 2.07^{cA}	137.48 ± 0.10^{dC}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Çizelge 4.60'da K2 örneği ile U1 ve U4 örnekleri arasında depolamanın yalnız 90. gününde dış yapışkanlık değerlerindeki farklılık önemli bulunurken, U2 örneği ile depolamanın 1, 30 ve 90. günlerinde dış yapışkanlık değerlerindeki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K2 örneği ile U3 örneği arasında ise depolamanın 30, 60 ve 90. gününde saptanan farklıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresince örneklerde dış yapışkanlık bakımından saptanan değişimler incelendiğinde, K2 örneğinde depolamanın 60. ve 90. günlerinde saptanan değişim önemli bulunurken, U1 ve U3 örneğinde 30 ve 60. günlerde, U2 örneğinde 30 ve 90. günler, U4 örneğinde ise tüm depolama günlerinde gözlenen değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Bryant vd. (1995), nem içeriğinin arttıkça peynirin daha yapışkan bir hal aldığını belirtmişlerdir. Dış yapışkanlık değerleri göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek değere sahip olan K1 örneğinin nem içeriğinin diğer örneklere göre yüksek olması nedeniyle dış yapışkanlık özelliğinin daha yüksek bulunması beklenen bir durumdur. Ibores peynirine 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasından sonra örneklerin tekstürel analiz sonuçlarına göre dış yapışkanlık değerleri bakımından yüksek basınç uygulamasının önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Delgado vd. 2013).



Şekil 4.22 Kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri

Elastikiyet (Springness)

Elastikiyet, deforme olmuş bir gıdanın deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra deforme olmayan durumuna geri dönme hızı olarak tanımlanmaktadır. (Friedman vd. 1963, Szczesniak 1963, Bourne, 1968). Ayrıca, dil ve damak arasında kısmi sıkıştırmadan sonra numunenin orijinal şekline dönme derecesi veya hızı olarak da tanımlanmıştır (Meullenet vd. 1997). Tekstür cihazında ilk ısırmanın sonu ile ikinci ısırmanın başlangıcı arasındaki süre boyunca numune tarafından geri kazanılan mesafe olarak ölçülmektedir (Gunesekaran ve Ak 2003).

Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri çizelge 4.62'da verilmiş, şekil 4.23'te grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri elastikiyet bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasında interaksiyon olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.61'de verilmiştir.

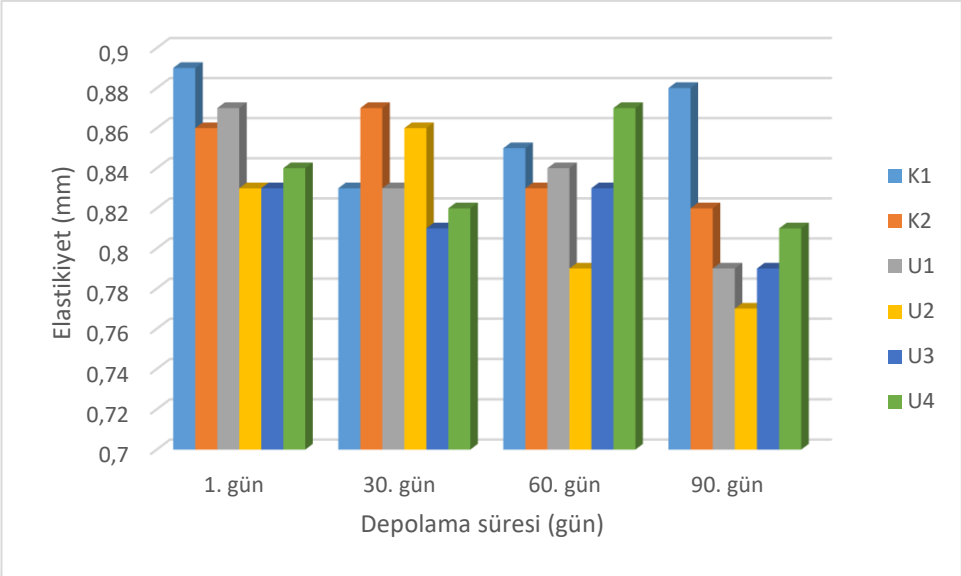
Çizelge 4.61 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	0.00620	4	0.00155	0.194	0.931121
Hata	0.03985	5	0.00797		
Gün	0.01574	3	0.00525	4.262	**0.023001**
Gün*Muameleler	0.01147	12	0.00096	0.776	0.666472
Hata	0.01847	15	0.00123		

Çizelge 4.62 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri (mm) (n=2)

Örnekler	**Depolama Günleri**				
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort.n=8**
K1	0.83±0.01	0.81±0.04	0.83±0.03	0.79±0.02	0.81 ± 0.03^{aA}
K2	0.86±0.00	0.87±0.02	0.83±0.02	0.82±0.00	0.84 ± 0.02^{A}
U1	0.87±0.01	0.83±0.01	0.84±0.01	0.79±0.00	0.83 ± 0.03^{aA}
U2	0.83±0.05	0.86±0.08	0.79±0.03	0.77±0.11	0.81 ± 0.08^{aA}
U3	0.89±0.00	0.88±0.00	0.85±0.03	0.83±0.01	0.86 ± 0.02^{a}
U4	0.84±0.02	0.82±0.01	0.87±0.00	0.81±0.03	0.83 ± 0.03^{aA}
Ort. n=12	0.85 ± 0.03^{a}	0.84 ± 0.04^{a}	0.83 ± 0.03^{a}	0.80 ± 0.06^{b}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.23 Kaşar peyniri örneklerinin elastikiyet değerleri

K1 örneği ile basınç uygulanmış örnekler (U1,U2,U3,U4) arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

K2 örneği ile basınç uygulanmış örnekler (U1,U2,U3,U4) arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Örneklerin depolama günleri boyunca elastikiyet değerlerinde dikkate değer değişim saptanmamıştır. Ancak depolama süresince yalnızca 90. günde saptanan değişim uygulanan muameleden bağımsız olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yağ içeriğindeki azalma sertlik ve elastikiyette artışa neden olmakta iken, nem içeriğindeki artış ters bir etki yaratarak elastikiyet özelliğinde azalmaya neden olmaktadır (Emmons vd. 1980, Tunick vd. 1993, Bryant vd. 1995). Ayrıca depolama süresince peynirler, kazein matrisinin proteolitik parçalanması nedeniyle yumuşama ve elastikiyette azalma gösterme eğilimindedir (Tunick vd. 1993). Elastikiyet sonuçları incelendiğinde en yüksek neme sahip olan K1 ve U2 örneklerinin elastikiyet değerinin de diğer örneklerden düşük olduğu gözlenmektedir.

Keçi sütünden üretilen olgun Ibores peynirine 60 gün olgunlaşmanın ardından 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmıştır. Araştırmacılar tekstür analizi sonucunda basınç uygulanmamış kontrol örnekleri ile basınç uygulanmış örnekler arasında elastikiyet değerleri bakımından bir farklılık tespit edilmediğini belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).

İç Yapışkanlık (Cohesiveness)

Azı dişleri kullanılarak numuneyi tamamen ısırırken bir malzemenin kopmadan önce geçirdiği deformasyon miktarı (Meullenet vd. 1997) ya da bir numunenin parçalanma kolaylığı olarak (Zoon 1991) tanımlanmaktadır. Peynirin ikinci sıkıştırmaya gösterdiği mukavemetinin birinci sıkıştırmadaki davranışına oranı olup birimsizdir (Gunasekaran ve Ak 2003). Peynirin ana kitlesindeki bağların dayanıklılığı hakkında bilgi vermektedir (Şanlı 2006).

Kaşar peyniri örneklerinde iç yapışkanlık değerleri çizelge 4.64'te verilmiş, şekil 4.24'de grafik halinde gösterilmiştir. Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peynirinin iç yapışkanlık değerine etkisi incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasında interaksiyon önemli bulunmamış ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.63'te verilmiştir.

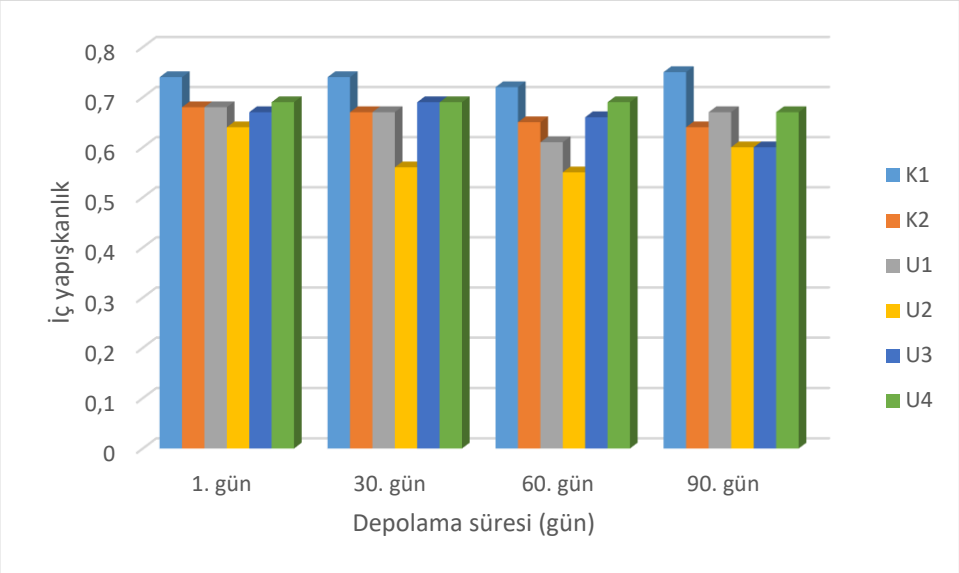
Çizelge 4.63 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	0.09452	4	0.02363	3.925	0.083041
Hata	0.03010	5	0.00602		
Gün	0.00761	3	0.00254	0.855	0.485452
Gün*Muameleler	0.01939	12	0.00162	0.545	0.852557
Hata	0.04447	15	0.00296		

Çizelge 4.64 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değeri (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort.n=8
K1	0.74±0.04	0.74±0.01	0.72±0.07	0.75±0.04	0.73±0.04^{a}
K2	0.68±0.00	0.67±0.02	0.65±0.01	0.64±0.01	0.66±0.01^{A}
U1	0.64±0.14	0.56±0.02	0.55±0.02	0.60±0.04	0.58±0.08^{aA}
U2	0.68±0.01	0.67±0.03	0.61±0.07	0.67±0.02	0.65±0.04^{aA}
U3	0.67±0.02	0.69±0.02	0.66±0.03	0.60±0.00	0.65±0.04^{aA}
U4	0.69±0.03	0.69±0.01	0.69±0.00	0.67±0.01	0.68±0.01^{aA}
Ort. n=12	0.68±0.07^{a}	0.67±0.06^{a}	0.64±0.07^{a}	0.65±0.06^{a}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K1 örneği arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.24 Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerleri

K1 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasında iç yapışkanlık değerleri bakımından farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Benzer şekilde K2 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki ilişki incelendiğinde örnekler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$).

Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerleri çok düşük düzeylerde azalma göstermesine karşın, depolama süresince hemen hemen değişmeden kalmıştır. Kaşar peyniri örneklerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolama sırasında peynirdeki tekstürel değişiklikler iki aşamada meydana gelmektedir. 1. aşamada, üretimden sonraki ilk iki haftada, kazein ağı büyük ölçüde zayıflamakta ve αs_1-kazeinin yaklaşık% 20'si hidrolize edilerek hızlı bir değişim gerçekleşmektedir. Oluşan bu hidroliz olayı ile peynirde bir yumuşama meydana gelmektedir. Üretimden sonra ilk iki haftayı takip eden dönem olan 2. aşamada, proteolitik değişiklikler kademeli olarak ilerlemektedir. Bu aşamada meydana gelen tekstürel değişim, proteoliz oranına ve pH'daki değişime bağlıdır. Her bir peptit parçalandıkça, iki yeni iyonik grup oluşturmakta dolayısıyla protein zincirlerinin çözülmesi artarak matristeki serbest su miktarı azalmaktadır. Böylece protein matriksinin sertliği artarken, iç yapışkanlıkta bir azalma meydana gelmektedir (Creamer ve Olson, 1982).

Peynirin iç yapışkanlığı yağ içeriğinin artmasıyla azalmaktadır. Peynirde yağ oranı azaldıkça peynir daha esnek olduğu için deformasyona direnmekte ve kolayca kopmamakta dolayısıyla daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir. (Gunasekaran ve Ak 2003). K1 örneğinin iç yapışkanlık değerinin diğer örnekler ile karşılaştırıldığında en yüksek değere sahip olması, yağ oranın düşük olması ile açıklanabilir. Bununla birlikte U1 örneği de yağ içeriği en yüksek olan örnek olup, iç yapışkanlık değeri de diğer örneklere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir.

Peynirlere 400 ve 600 MPa yüksek basınç uygulandığı bir çalışmada, tekstür analizi sonucunda peynire uygulanan yüksek basınç seviyelerinin iç yapışkanlık değerini etkilemediği, ancak basınç uygulanmış örneklerin iç yapışkanlık değerlerinin çiğ sütten üretilen kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).

Sakızımsılık (Gumminess)

Sakızımsılık, yarı katı bir yiyeceği yutmaya hazır olana kadar parçalamak için gereken enerji olarak tanımlanmakta ve tekstür profil analizinde sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır (Bourne 1982, Szczesniak 1963).

Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerlerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.66 ve 4.68'de verilmiş, şekil 4.25'te grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin sakızımsılık değerleri incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.65 ve 4.67'de verilmiştir.

Çizelge 4.65 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	68005331	4	17001333	190.990	**0.000012**
Hata	445084	5	89017		
Gün	13268642	3	4422881	57.131	**0.000000**
Gün*Muameleler	16156335	12	1346361	17.391	**0.000001**
Hata	1161251	15	77417		

Çizelge 4.66 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri (g) (K1 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	3089±70.52^{cA}	1491±97.52^{bA}	871±60.65^{aA}	444±55.21^{aA}
U1	6253±62.67^{cC}	4951±45.27^{abC}	5469±76.66^{bC}	4632±5.90^{aC}
U2	5741±15.21^{cC}	3816±36.92^{bB}	3443±67.63^{bB}	2115±7.50^{aB}
U3	4825±55.13^{bB}	4624±11.58^{bC}	3541±81.41^{aB}	5637±45.16^{cD}
U4	4205±71.08^{aB}	3601±5.27^{aB}	4032±5.40^{aB}	4108±87.17^{aC}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Tüm depolama günlerinde K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örnekleri arasında sakızımsılık değerlerindeki farklılık istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

K1 örneğinde depolamanın 30. ve 60. günlerinde tespit edilen farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

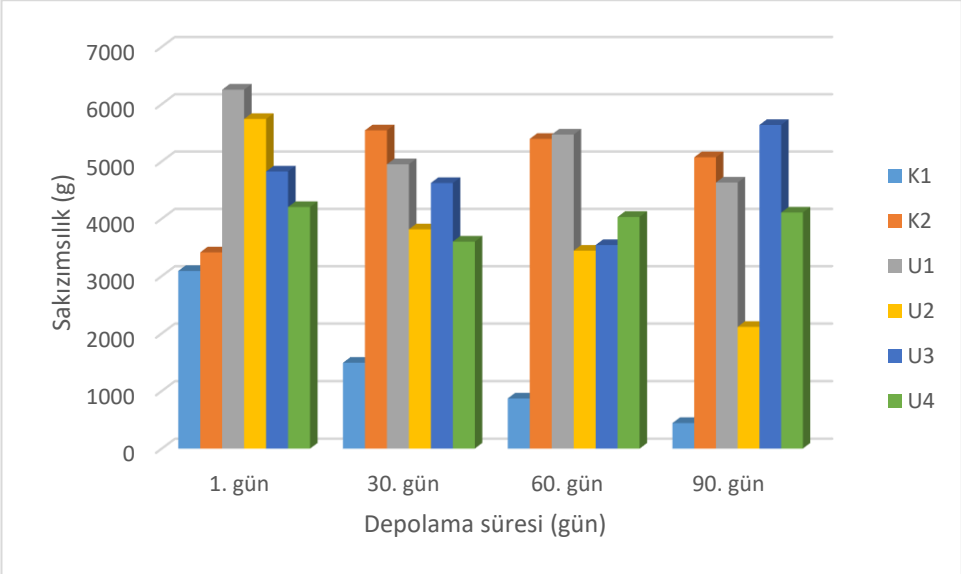
Çizelge 4.67 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Muameleler	20541932	4	5135483	58.207	**0.000221**
Hata	441143	5	88229		
Gün	2196508	3	732169	9.663	**0.000848**
Gün*Muameleler	41054887	12	3421241	45.155	**0.000000**
Hata	1136508	15	75767		

Çizelge 4.68 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri (g) (K2 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K2	3413 ± 17.46^{aA}	5543 ± 47.42^{cC}	5393 ± 65.54^{cB}	5073 ± 4.22^{bD}
U1	6253 ± 62.67^{cC}	4951 ± 45.27^{abCB}	5469 ± 76.66^{bB}	4632 ± 5.90^{aB}
U2	5741 ± 15.21^{cC}	3816 ± 36.92^{bA}	3443 ± 67.63^{bA}	2115 ± 7.50^{aA}
U3	4825 ± 55.13^{bB}	4624 ± 11.58^{bB}	3541 ± 81.41^{aA}	5637 ± 45.16^{cC}
U4	4205 ± 71.08^{aB}	3601 ± 5.27^{aA}	4032 ± 5.40^{aA}	4108 ± 87.17^{aB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.25 Kaşar peyniri örneklerinin sakızımsılık değerleri

Tüm depolama günlerinde K2 örneği ile U2, U3 ve U4 örnekleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak depolamanın 1 ve 90. günlerinde K2 ile U1 örneklerinin sakızımsılık değerleri arasındaki farklılık önemli iken ($p<0.05$), depolamanın 30 ve 60. günlerindeki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K2 örneğinde depolamanın 30. ve 90. günlerinde, U3 örneğinde depolamanın 60 ve 90. günlerinde, U1 ve U2 örneğinde depolamanın 30 ve 90. günlerinde tespit edilen değişim

önemli bulunmuştur ($p<0.05$). U4 örneğinde ise depolama süresi boyunca gözlenen değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolama süresince K2 ve U3 örneklerinin sakızımsılık değerleri düzensiz değişimler gösteririken, diğer örneklerin sakızımsılık değerlerinde azalma belirlenmiştir.

Peynirde sakızımsılık özelliği sertlik özelliği ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Chen vd. 1979). Dolayısıyla sertlik özelliklerini etkileyen etmenler sakızımsılık özelliklerini de etkileyecektir. Peynirlerde depolama süresi ilerledikçe sakızımsılık özelliğinin de azaldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Jeewanthi vd. 2015, Saygılı 2015). Yapılan bu çalışmada kurumadde içeriği diğer örneklere göre daha düşük olan K1 ve U2 örneklerinin sakızımsılık değerlerinin diğer örneklere göre daha düşük bulunması örneklerin nem içerikleri ile açıklanabilir. Yapılan bu çalışmada elde edilen veriler, yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Cheddar peynir ile ilgili yapılan bir çalışmada süte 600 MPa basınç uygulanması sonrası elde edilen peynir örneğinin sakızımsılık değerinin çiğ süt ve 400 MPa yüksek basınç uygulanan sütten elde edilen peynire göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (Voigt vd. 2012).

Peynirlere 400 ve 600 MPa yüksek basınç uygulananan bir çalışmada, peynire 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmış olan örneğin sakızımsılık değerinin kontrol ve 400 MPa basınç uygulanan örneğe göre daha yüksek olarak bulunduğu bildirilmiştir (Delgado vd. 2013).

Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Çiğnenebilirlik, belirli bir numuneyi yutmak için gerekli çiğneme sayısı (Civille ve Szczesniak, 1973) ya da katı bir numuneyi yutmaya hazır duruma getirmek için gereken toplam enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır (Meullenet vd. 1997). Tekstür profil

çalışmalarında sertlik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin çarpımı ile edilmektedir (Gunasekaran ve Ak 2003).

Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.70 ve 4.72' de verilmiş, şekil 4.26'da grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.69 ve 4.71'de verilmiştir.

Çizelge 4.69 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	62045213	4	15511303	394.937	**0.000002**
Hata	196377	5	39275		
Gün	15669396	3	5223132	296.949	**0.000000**
Gün*Muameleler	3879840	12	323320	18.382	**0.000001**
Hata	263840	15	17589		

Çizelge 4.70 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (g) (K1 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	2629 ± 13.79^{dA}	1306 ± 54.21^{cA}	767 ± 46.97^{bA}	395 ± 66.50^{aA}
U1	5764 ± 19.69^{dD}	5264 ± 58.03^{cE}	4549 ± 14.60^{bE}	3471 ± 70.11^{aD}
U2	2850 ± 13.69^{cA}	2229 ± 10.77^{bB}	1448 ± 17.00^{aB}	1239 ± 33.54^{aB}
U3	3905 ± 23.48^{bB}	4595 ± 74.66^{cD}	3698 ± 18.95^{bD}	2695 ± 79.94^{aC}
U4	3477 ± 21.94^{cC}	3518 ± 69.58^{cC}	3016 ± 26.38^{bC}	2713 ± 11.72^{aC}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolamanın 1. gününde K1 örneği ile U1, U3, U4 örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli iken ($p<0.05$), depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde tüm örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

K1 ve U1 örneğinde tüm depolama günlerinde saptanan azalma önemli bulunurken, U2 örneğinde depolamanın 30 ve 60. günleri, U3 örneğinde 30 ve 90. günleri, U4 örneğinde ise depolamanın 60 ve 90. günleri arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

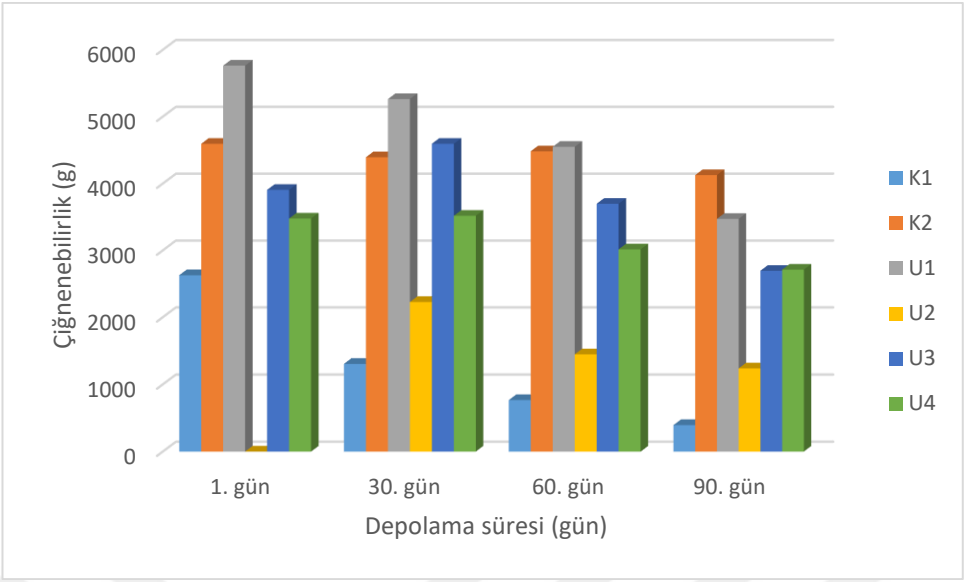
Çizelge 4.71 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	39442316	4	9860579	132.237	**0.000030**
Hata	372836	5	74567		
Gün	10182626	3	3394209	112.533	**0.000000**
Gün*Muameleler	3875497	12	322958	10.708	**0.000028**
Hata	452427	15	30162		

Çizelge 4.72 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri (g) (K2 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K2	4594 ± 72.74^{bC}	4394 ± 67.90^{abC}	4482 ± 34.73^{abD}	4127 ± 28.66^{aD}
U1	5764 ± 19.69^{dD}	5264 ± 58.03^{cD}	4549 ± 14.60^{bD}	3471 ± 70.11^{aC}
U2	2850 ± 13.69^{cA}	2229 ± 10.77^{bA}	1448 ± 17.00^{aA}	1239 ± 33.54^{aA}
U3	3905 ± 23.48^{bB}	4595 ± 74.66^{cC}	3698 ± 18.95^{bC}	2695 ± 79.94^{aB}
U4	3477 ± 21.94^{cB}	3518 ± 69.58^{cB}	3016 ± 26.38^{bB}	2713 ± 11.72^{aB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek



Şekil 4.26 Kaşar peyniri örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri

K2 örneği ile U1, U2, U3, U4 örnekleri arasındaki ilişki incelendiğinde K2 ile U2 ve U4 örnekleri arasında tüm depolama günlerinde çiğnenebilirlik değerlerindeki farklılık önemli iken, K2 ile U1 örneği arasında 1, 30 ve 90., depolama günlerinde, K2 ile 1. 60 ve 90. depolama günlerindeki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

U1 örneğinde depolama süresi boyunca saptanan azalma önemli bulunurken, U2 örneğinde depolamanın 30 ve 60. günleri, U3 örneğinde 30 ve 90. günleri, U4 örneğinde ise depolamanın 60 ve 90. günleri arasındaki azalma önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K2 örneğinin ise depolamanın yalnız 1 ve 90. günleri arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresi boyunca örneklerin çiğnenebilirlik değerleri azalma göstermiştir. Yüksek basınç uygulanan örneklerde depolama süresince çiğnenebilirlik değerlerinde gözlenen azalmanın kontrol örneğine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
Peynirlerde ölçülen çiğnenebilirlik değeri tıpkı sakızımsılık değerinde olduğu gibi peynirin sertlik durumu ile ilişkili olup, sertlik değerini etkileyen tüm unsurlar çiğnenebilirlik özelliğini de etkilemektedir (Gunasekaran ve Ak 2003). Depolama süresi boyunca peynirlerin sertlik özelliklerinde meydana gelen değişim çiğnenebilirlik

özelliğini de benzer şekilde etkileyerek, örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinde azalmaya neden olmuştur.

Cheddar peyniri üretiminde kullanılacak olan süte 600 MPa basınç uygulanması sonrası elde edilen peynir örneğinin çiğnenebilirlik değerinin çiğ sütten üretilen peynirlerin çiğnenebilirlik değerine göre oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (Voigt vd. 2012).

Keçi sütünden üretilen peynirlere yüksek basınç uygulamasının incelendiği bir başka araştırmada ise, peynire uygulanan yüksek basınç seviyelerinin çiğnenebilirlik değerini etkilemediği, ancak basınç uygulanmış örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin çiğ sütten üretilen kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).

Esneklik (Resilience)

Esneklik, 1. ısırma esnasındaki dekompresyon sırasında gerçekleşen işin integralinin, ısırma anında gerçekleşen sıkıştırma boyunca yapılan işe oranı ya da örneğin orijinal boyutlarına geri dönerken harcadığı enerji olarak tanımlanmaktadır. Değeri, bir örneğin elastik sınırına kadar gerilme-gerinim eğrisi altındaki alandan elde edilmekte ve birimi bulunmamaktadır (Gunasekaran ve Ak 2003).

Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerlerine ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.74 ve 4.76'da gösterilmiş, şekil 4.27'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kaşar peynir örnekleri esneklik değeri bakımından incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasında saptanan interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve K1 ve K2 örneklerinin U1, U2, U3 ve U4 örnekleri ile karşılaştırmalarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.73ve 4.75'te verilmiştir.

Çizelge 4.73 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Muameleler	0.011346	4	0.002837	1.785	**0.268903**
Hata	0.007945	5	0.001589		
Gün	0.041589	3	0.013863	24.034	**0.000006**
Gün*Muameleler	0.061116	12	0.005093	8.830	**0.000091**
Hata	0.008652	15	0.000577		

Çizelge 4.74 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri (K1 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	0.34 ± 0.00^{bB}	0.29 ± 0.01^{aB}	0.26 ± 0.03^{aA}	0.28 ± 0.00^{aB}
U1	0.31 ± 0.01^{bAB}	0.29 ± 0.02^{abB}	0.24 ± 0.00^{aA}	0.26 ± 0.03^{abAB}
U2	0.44 ± 0.03^{bC}	0.19 ± 0.02^{aA}	0.21 ± 0.04^{aA}	0.21 ± 0.03^{aA}
U3	0.24 ± 0.00^{aA}	0.28 ± 0.02^{aB}	0.24 ± 0.02^{aA}	0.21 ± 0.02^{aAB}
U4	0.27 ± 0.03^{aA}	0.28 ± 0.01^{aB}	0.26 ± 0.02^{aA}	0.24 ± 0.01^{aAB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolamanın 1, 30 ve 90. günlerinde K1 örneği ile U2 örneği arasındaki farklılık önemli bulunurken, K1 ile U3 ve U4 örnekleri arasında yalnızca depolamanın 1. gününde gözlenen farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K1 örneği ile U1 örneği arasında farklılık saptanamamıştır ($p>0.05$).

Depolama süresince örneklerin esneklik değerlerindeki değişim incelendiğinde, K1 ve U2 örneğinde depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde gözlenen değişim önemsiz bulunurken ($p>0.05$), U1 örneğinde depolamanın yalnız 60. gününde gözlenen değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). U3 ve U4 örneklerinde ise depolama süresince gözlenen değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.75 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Muameleler	0.004410	4	0.001103	0.741	**0.603131**
Hata	0.007444	5	0.001489		
Gün	0.040638	3	0.013546	25.990	**0.000003**
Gün*Muameleler	0.060633	12	0.005053	9.694	**0.000051**
Hata	0.007818	15	0.000521		

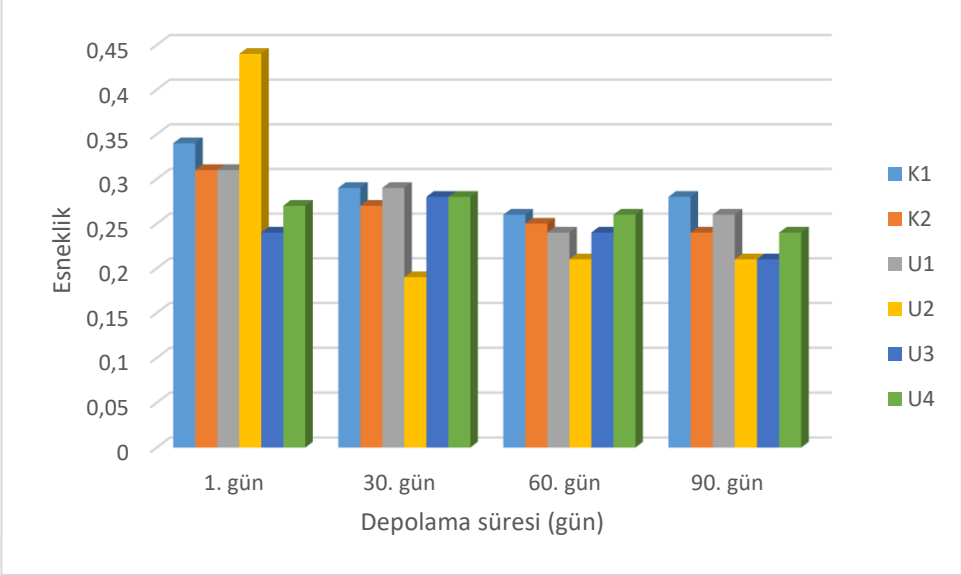
Çizelge 4.76 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri (K2 ile karşılaştırma) (n=2)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K2	0.31 ± 0.00^{bB}	0.27 ± 0.01^{abB}	0.25 ± 0.02^{aA}	0.24 ± 0.01^{aA}
U1	0.31 ± 0.01^{bB}	0.29 ± 0.02^{abB}	0.24 ± 0.00^{aA}	0.26 ± 0.03^{abA}
U2	0.44 ± 0.03^{bC}	0.19 ± 0.02^{aA}	0.21 ± 0.04^{aA}	0.21 ± 0.03^{aA}
U3	0.24 ± 0.00^{aA}	0.28 ± 0.02^{aB}	0.24 ± 0.02^{aA}	0.21 ± 0.02^{aA}
U4	0.27 ± 0.03^{aAB}	0.28 ± 0.01^{aB}	0.26 ± 0.02^{aA}	0.24 ± 0.01^{aA}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

K2 örneği ile U1 ve U4 örneğinin esneklik değerleri arasındaki farklılık tüm depolama günleri boyunca önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). K2 ile U2 örneği arasında depolamanın 1 ve 30. günlerindeki esneklik değerindeki farklılık önemli iken ($p<0.05$), 60. ve 90. günlerdeki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). K2 örneği ile U3 ve U4 örnekleri arasındaki ilişki incelendiğinde yalnızca depolamanın ilk gününde K2 örneği ile U3 örneğinin esneklik değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Literatürde yüksek basınç uygulamasının peynirin esneklik özelliğine etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte, yapılan bu çalışma ile süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasının gerek ısıl işlem, gerekse çiğ sütten üretilen kaşar peynirlerinin esneklik değerinden farklı olduğu gözlenmiştir. Ancak muamelelerden bağımsız olarak depolama sonucunda tüm örneklerde esneklik değerleri arasında farklılık oluşmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.27 Kaşar peyniri örneklerinin esneklik değerleri

4.8 Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme insanların fiziksel ve kimyasal uyaranlara tepkilerini ölçme tekniğidir. Duyusal değerlendirme ile süt ve süt ürünlerinin kaliteleri hakkında çok önemli bilgiler elde edilmektedir. Ürünlerde kalite kontrolü sağlamak, yeni ürünler geliştirmek ve tüketici isteklerini belirlemek gibi hususları içeren bu bilgiler ancak duyusal analizlerle saptanabilmektedir (Hibbert 2009).

Yapılan bu çalışmada Kaşar peyniri örnekleri için 7 panelist ile puanlama ve sıralama testleri uygulanmıştır. Puanlama testinde örnekler tat-aroma, bünye-yapı ve görünüş-renk bakımından değerlendirilirken, sıralama testine ise panelistler örnekleri lezzet, yapı-tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik bakımından en çok beğenilenden en az beğenilene göre sıralamışlardır.

4.8.1 Puanlama testi

4.8.1.1 Tat-aroma

Kaşar peyniri örneklerinin duyusal değerlendirmelerde aldıkları tat-aroma puanları her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.78 ve 4.80' de verilmiş, şekil 4.28'de grafik halinde gösterilmiştir.

K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin tat-aroma puanları arasındaki farklılık incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.77'de verilmiştir.

Çizelge 4.77 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**p**
Muameleler	6.865	4	1.716	1.426	0.294716
Hata	12.032	10	1.203		
Gün	2.960	3	0.987	3.076	**0.042547**
Gün*Muameleler	22.927	12	1.911	5.956	**0.000035**
Hata	9.623	30	0.321		

Çizelge 4.78 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları (K1 ile karşılaştırma)(n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**			
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**
K1	7.57 ± 0.51^{cB}	6.19 ± 1.02^{bA}	5.25 ± 0.69^{bA}	4.14 ± 0.65^{aA}
U1	6.71 ± 0.91^{aB}	7.14 ± 0.47^{aA}	7.03 ± 0.63^{aB}	6.86 ± 0.80^{aB}
U2	5.52 ± 0.58^{aA}	6.80 ± 0.41^{aA}	5.94 ± 0.54^{aAB}	6.27 ± 0.71^{aB}
U3	5.66 ± 0.47^{aA}	6.24 ± 0.33^{aA}	6.15 ± 0.13^{aAB}	6.41 ± 0.31^{bB}
U4	5.66 ± 0.88^{aA}	6.33 ± 0.13^{aA}	6.00 ± 0.32^{aAB}	6.02 ± 0.54^{aB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Isıl işlem ile üretilen K1 örneği ile U1 örneğinin tat-aroma puanları arasındaki farklılıklar depolamanın 1 ve 30. günlerinde önemsiz bulunurken ($p>0.05$), depolamanın 60 ve 90. günlerinde tat- aroma puanları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K1 örneği ile U2, U3 ve U4 örneklerinin duyusal değerlendirmelerde aldıkları tat-aroma puanlarındaki farklılıklar depolamanın 1 ve 90. günlerinde önemli bulunurken ($p<0.05$), 30 ve 60. günlerde aldıkları puanlar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Depolama boyunca örneklerin tat-aroma bakımından aldıkları puanlardaki değişimler incelendiğinde, K1 örneğinin tüm depolama günlerinde tat-aroma puanları arasındaki değişim istatistik olarak önemli bulunurken, U3 örneğinde yalnız depolamanın 90. gününde gözlenen değişim önemli bulunmuştur. U1, U2 ve U4 örneklerinde ise tüm depolama süresi boyunca tat-aroma puanlarında gözlenen değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>.05$). K1 örneğinin duyusal değerlendirmelerde aldığı tat aroma puanları depolama süresince azalma göstermiştir. U1, U3 ve U4 örneğinin tat-aroma puanları hemen hemen değişmeden kalmış, 90. gün sonunda nispeten artmıştır. Ancak bu artış önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K2 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	4.431	4	1.108	1.441	0.290398
Hata	7.685	10	0.768		
Gün	3.514	3	1.171	3.338	**0.032363**
Gün*Muameleler	3.817	12	0.318	0.907	0.551462
Hata	10.526	30	0.351		

Çizelge 4.80 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları (K2 ile karşılaştırma)(n=3)

Örnekler	Depolama Günleri				
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün	Ort. n=12
K1	7.57±0.51	6.19±1.02	5.25±0.69	4.14±0.65	5.78±1.52
K2	6.09±0.78	6.47±0.41	6.62±0.47	6.37±0.25	$6.38±0.57^{A}$
U1	6.71±0.91	7.14±0.47	7.03±0.63	6.86±0.80	$6.93±0.81^{A}$
U2	5.52±0.58	6.80±0.41	5.94±0.54	6.27±0.71	$6.13±0.86^{A}$
U3	5.66±0.47	6.24±0.33	6.15±0.13	6.41±0.31	$6.11±0.45^{A}$
U4	5.66±0.88	6.33±0.13	6.00±0.32	6.02±0.54	$6.00±0.62^{A}$
Ort.n=18	$6.20±1.04^{a}$	$6.52±0.65^{b}$	$6.16±0.77^{ab}$	$6.01±1.08^{ab}$	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

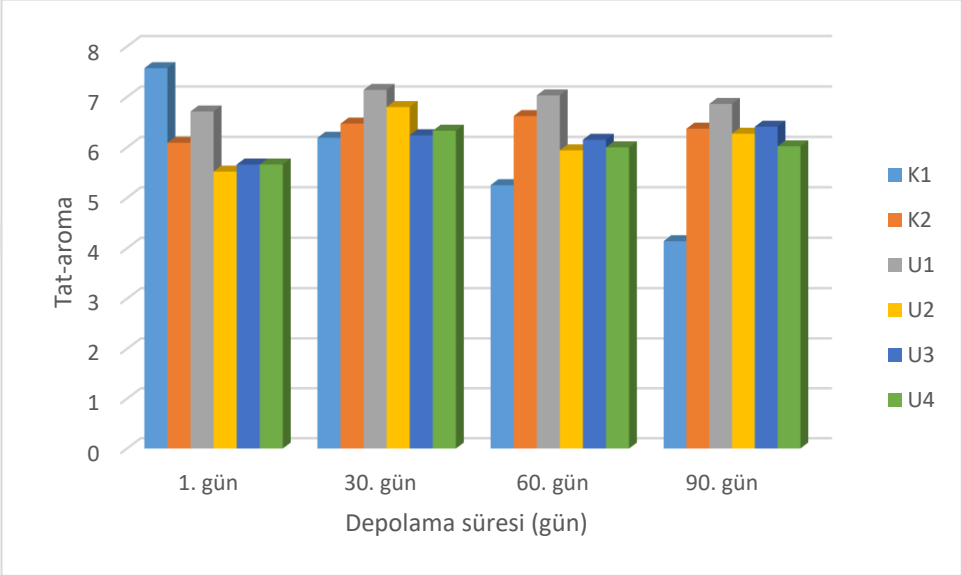
K2 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılık depolama günlerinden bağımsız olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolama günleri boyunca muamelelerden bağımsız olarak örneklerin tat-aroma puanlarındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 1. gün ile 30. gün arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. Depolama süresince K1 örneğinin belirgin bir şekilde tat-aroma puanı azalırken, diğer tüm örneklerinin puanlarında kısmen azalma gözlenmiştir.

Örneklerin tat-aroma puanları incelendiğinde, K1 örneğinin en düşük puanı aldığı görülmektedir. U1 örneği ise en yüksek puanı almıştır. Panelistler K1 örneğinin çoğunlukla yavan tat aromaya sahip olduğunu, U2 örneğinde ise acı, fermente, ransit tat algıladıklarını belirtmişlerdir. Özellikle U1 örneği panelistler tarafından en fazla beğenilen örnek olarak belirtilmiştir.

Yüksek basınç ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda süte 586 MPa seviyesinde 1 dk. süre ile 3 döngü şeklinde yüksek basınç uygulanmıştır. Çalışma sonucunda süte yüksek basınç uygulaması ile üretilen peynirde panelistler acı tat kusuru algıladıklarını belirtmişlerdir (Drake vd. 1997).

Olgun keçi peynirine yüksek basınç uygulamasının peynirin bazı niteliklerine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise, peynirlere 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmıştır. Yapılan duyusal değerlendirme sonucu panelistler, basınç uygulanmamış kontrol örnekleri ile basınç uygulanmış örnekler arasında tat bakımından bir farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).



Şekil 4.28 Kaşar peyniri örneklerinin tat-aroma puanları

4.8.1.2 Bünye ve yapı

Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanlarına ilişkin tüm depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.82 ve 4.84' te verilmiş, şekil 4.29'da grafik halinde gösterilmiştir.

K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin bünye ve yapı puanları arasındaki farklılık incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.81'de verilmiştir.

Çizelge 4.81 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Muameleler	6.7449	4	1.6862	2.128	0.151729
Hata	7.9235	10	0.7923		
Gün	0.0644	3	0.0215	0.198	0.897122
Gün*Muameleler	5.0184	12	0.4182	3.852	**0.001325**
Hata	3.2569	30	0.1086		

Çizelge 4.82 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları (K1 ile karşılaştırma)(n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	3.95 ± 0.29^{bA}	3.14 ± 0.42^{aA}	2.80 ± 0.52^{aA}	2.47 ± 0.47^{aA}
U1	3.90 ± 0.58^{aA}	4.14 ± 0.11^{aA}	4.19 ± 0.17^{aB}	4.32 ± 0.07^{aB}
U2	3.43 ± 0.20^{aA}	3.86 ± 0.20^{aA}	3.68 ± 0.37^{aAB}	3.85 ± 0.59^{aB}
U3	3.52 ± 0.58^{aA}	3.52 ± 0.27^{aA}	4.04 ± 0.67^{aB}	3.92 ± 0.31^{aB}
U4	3.71 ± 0.53^{aA}	3.52 ± 0.41^{aA}	3.86 ± 0.60^{aB}	3.71 ± 0.51^{aB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Kaşar peynir örneklerinin bünye ve yapı puanları incelendiğinde, depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). K1 örneği ile U1, U3 ve U4 örneği arasındaki farklılıklar depolamanın 60 gününde önemli bulunurken, depolamanın 90. gününe gelindiğinde K1 ile tüm uygulama örnekleri arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Süte (U1 ve U2) ve peynire basınç uygulanarak elde edilen örnekler (U3 ve U4) arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K1 örneğinin depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde bünye ve yapı puanlarındaki değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). U1,U2 U3 ve U4 örneklerinin depolama süresince bünye ve yapı bakımından aldıkları puanlardaki değişimler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

K2 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.83'te verilmiştir.

Çizelge 4.83 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	1.6806	4	0.4201	0.580	0.684225
Hata	7.2470	10	0.7247		
Gün	1.5456	3	0.5152	4.103	**0.014906**
Gün*Muameleler	0.9863	12	0.0822	0.655	0.778957
Hata	3.7669	30	0.1256		

Çizelge 4.84 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları (K2 ile karşılaştırma)(n=3)

Örnekler	**Depolama Günleri**				
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort. n=12**
K1	3.95±0.29	3.14±0.42	2.80±0.52	2.47±0.47	3.09±0.73
K2	3.66±0.38	3.57±0.71	4.18±0.05	4.24±0.24	3.91 ± 0.53^{A}
U1	3.90±0.58	4.14±0.11	4.19±0.17	4.32±0.07	4.13 ± 0.35^{A}
U2	3.43±0.20	3.86±0.20	3.68±0.37	3.85±0.59	3.70 ± 0.43^{A}
U3	3.52±0.58	3.52±0.27	4.04±0.67	3.92±0.31	3.75 ± 0.56^{A}
U4	3.71±0.53	3.52±0.41	3.86±0.60	3.71±0.51	3.70 ± 0.55^{A}
Ort.n=18	3.69 ± 0.51^{a}	3.62 ± 0.52^{a}	3.79 ± 0.67^{b}	3.75 ± 0.75^{b}	

Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

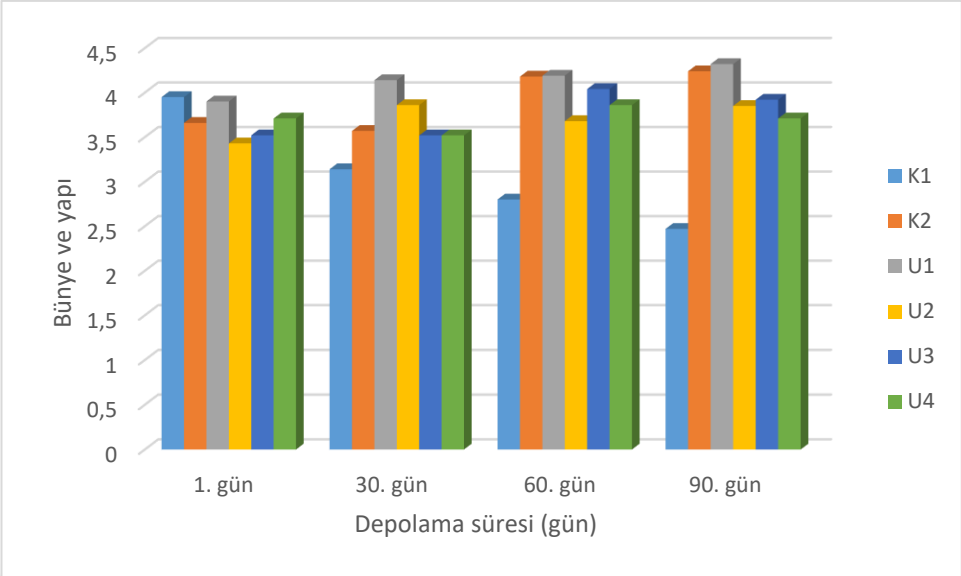
Yüksek basınç uygulamasının Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapısına etkisi incelendiğinde, K2 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Kaşar peynirlerine uygulanan muamelelerden bağımsız olarak depolamanın 60.ve 90. günlerinde örneklerin bünye ve yapı puanlarındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Örneklerin bünye ve yapı değerlendirmesinde aldıkları puanların ortalamaları incelendiğinde en düşük puanı K1 örneği en yüksek puanı ise U1 örneği almıştır. K1 örneği depolamanın ilk günlerinde diğer örneklere göre daha yüksek puanlar alırken, depolama süresince aldığı puanlarda azalma saptanmıştır. Depolama günleri ilerledikçe panelistler K1 örneğinin aşırı yumuşak olduğunu ve lastiğimsi yapı gösterdiğini bildirmişlerdir. U2 örneğinde panelistler kırılgan, dağılan- ufalanan yapı kusuru olduğunu belirtmişlerdir. Süte uygulanan 600 MPa'lık yüksek basınç pıhtı niteliğini zayıflatmış ve bünyede fazla su tutmasına neden olmuştur. Dolayısıyla elde edilen peynirin yapısı da olumsuz etkilenmiştir. K2 örneği U3 ve U4 örnekleri ile benzer puanlar almış ve panelistler tarafından bu örneklerde bir yapı kusuru belirtilmemiştir.

Yüksek basınç ile ilgili yapılan benzer bir çalışmada süte 586 MPa seviyesinde 1 dk. süre ile 3 döngü şeklinde yüksek basınç uygulanmıştır. Duyusal değerlendirmeler sonucunda süte yüksek basınç uygulamasının ardından üretilen peynir örnekleri tekstürel olarak panelistlerden en düşük puanı alan örnek olmuştur. Çalışmada panelistler bu örneğin yapısının çiğ ve ısıl işlem ile üretilen peynirlere göre oldukça zayıf olduğunu ve örnekte mantarımsı tekstür kusurunu algıladıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, süte yüksek basınç uygulaması ile elde edilen bu örneğin zayıf tekstüre sahip olmasını, örneğin yüksek nem içeriği ve düşük yağ oranına sahip olmasından kaynaklanabileceğini belirtilmişlerdir (Drake vd. 1997).

Peynire yüksek basınç uygulamalarının çalışıldığı bir başka araştırmada ise, peynirlere 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanmıştır. Yapılan duyusal değerlendirme sonucu panelistler, basınç uygulanmamış kontrol örnekleri ile basınç uygulanmış örnekler arasında tekstür bakımından bir farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir (Delgado vd. 2013).



Şekil 4.29 Kaşar peyniri örneklerinin bünye ve yapı puanları

4.8.1.3 Görünüş ve renk

Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanlarına ilişkin her bir depolama günlerindeki muameleler arasındaki farklılık ve depolama süresince her bir muamelede gözlenen değişim çizelge 4.86 ve 4.88'de verilmiş, şekil 4.30'da grafik halinde gösterilmiştir.

K1 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin görünüş ve renk puanları arasındaki farklılık incelendiğinde depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.85'te verilmiştir.

Çizelge 4.85 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K1 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	1.426	4	0.356	1.316	0.328750
Hata	2.708	10	0.271		
Gün	2.105	3	0.702	8.607	**0.000284**
Gün*Muameleler	4.248	12	0.354	4.343	**0.000531**
Hata	2.445	30	0.082		

Çizelge 4.86 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları (K1 ile karşılaştırma)(n=3)

Örnekler	Depolama Günleri			
	1. gün	30. gün	60. gün	90. gün
K1	4.33 ± 0.13^{bB}	4.28 ± 0.11^{bA}	3.74 ± 0.24^{aA}	3.30 ± 0.41^{aA}
U1	3.81 ± 0.33^{aAB}	4.47 ± 0.14^{bA}	4.60 ± 0.16^{bB}	4.66 ± 0.18^{bB}
U2	3.66 ± 0.13^{aAB}	4.33 ± 0.07^{bA}	3.99 ± 0.51^{abAB}	4.23 ± 0.58^{bB}
U3	3.61 ± 0.38^{aA}	4.32 ± 0.18^{bA}	4.29 ± 0.19^{bAB}	4.38 ± 0.29^{bB}
U4	3.66 ± 0.55^{aAB}	4.19 ± 0.07^{abA}	4.29 ± 0.22^{bAB}	4.33 ± 0.06^{bB}

Aynı sütunda muameleler arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
K1; Isıl işlem uygulanmış sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolamanın 1. günü K1 örneği ile U3 örneği, 60. günü K1 ile U2 örneği arasındaki farklılıklar önemli olarak bulunurken, 90. günde K1 ile tüm uygulama örnekleri arasındaki farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Depolama süresi boyunca ısıl işlem ile üretilen kaşar peynirinin görünüş ve renk puanları azalırken, yüksek basınç uygulanmış tüm örneklerin ve çiğ sütten üretilen kaşar peynirinin görünüş ve renk puanları artmıştır. Yüksek basınç uygulanan örnekler kendi aralarında incelendiğinde örnekler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$).

K2 örneği ile U1, U2, U3 ve U4 örneklerinin depolama günleri ile muameleler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmamış ($p>0.05$) ve varyans analizi sonuçları çizelge 4.87'de verilmiştir.

Çizelge 4.87 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanlarına ait varyans analizi sonuçları (K2 ile karşılaştırma)

	Kareler toplamı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F**	**P**
Muameleler	0.763	4	0.191	0.638	0.647348
Hata	2.992	10	0.299		
Gün	4.013	3	1.338	16.775	**0.000001**
Gün*Muameleler	0.937	12	0.078	0.979	0.489293
Hata	2.392	30	0.080		

Çizelge 4.88 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları (K2 ile karşılaştırma)(n=3)

	Depolama Günleri				
	1. gün	**30. gün**	**60. gün**	**90. gün**	**Ort. n=12**
K1	4.33±0.13	4.28±0.11	3.74±0.24	3.30±0.41	3.91±0.51
K2	3.95±0.24	4.14±0.35	4.62±0.25	4.14±0.31	4.21 ± 0.39^{A}
U1	3.81±0.33	4.47±0.14	4.60±0.16	4.66±0.18	4.38 ± 0.42^{A}
U2	3.66±0.13	4.33±0.07	3.99±0.51	4.23±0.58	4.05 ± 0.48^{A}
U3	3.61±0.38	4.32±0.18	4.29±0.19	4.38±0.29	4.15 ± 0.43^{A}
U4	3.66±0.55	4.19±0.07	4.29±0.22	4.33±0.06	4.11 ± 0.42^{A}
Ort. n=18	3.83 ± 0.42^{a}	4.28 ± 0.21^{c}	4.25 ± 0.43^{b}	4.17 ± 0.56^{b}	

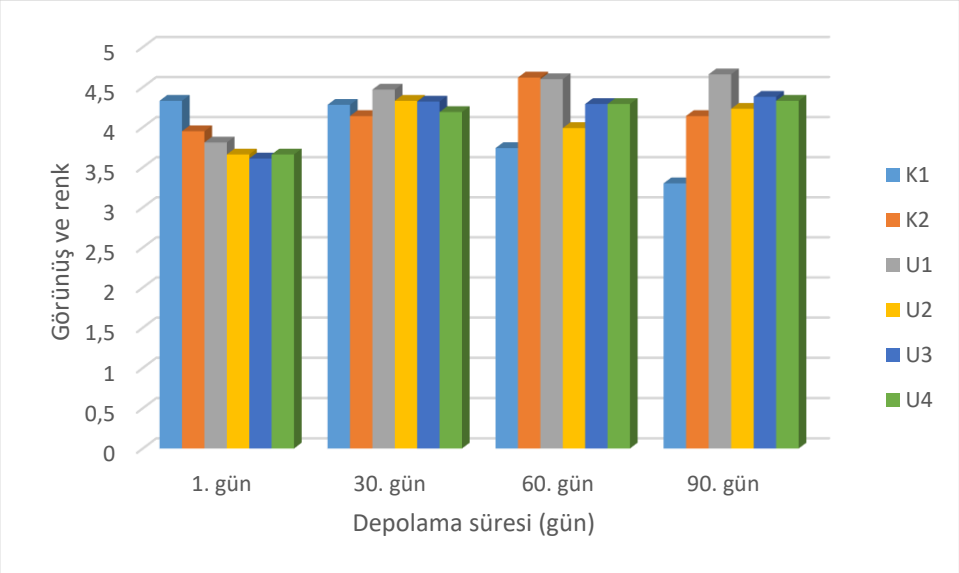
Aynı sütunda U1-U2-U3-U4 örneklerinin K2 örneği arasındaki farklılık büyük harf ile gösterilmiştir. *P<0.05*
Aynı satırda depolama günleri arasındaki farklılık küçük harf ile gösterilmiştir *P<0.05*
K2; Çiğ sütten üretilen kontrol örneği
U1; Çiğ süte 400 MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U2; Çiğ süte 600MPa basınç uygulamasıyla üretilen örnek
U3; Çiğ sütten üretilen peynire 400 MPa basınç uygulanan örnek
U4; Çiğ sütten üretilen peynire 600 MPa basınç uygulanan örnek

Depolama günlerinden bağımsız olarak K2 örneği ile uygulama örnekleri (U1,U2,U3,U4) arasındaki farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Çizelge 4.88'de depolama süresi boyunca örneklerin görünüş ve renk puanlarında tespit edilen değişimlerden depolamanın 60 ve 90 günleri arasındaki değişimler önemsiz bulunurken ($p>0.05$) diğer günler arasında tespit edilen farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Örneklerin görünüş ve renk bakımından aldıkları puanların ortalamaları incelendiğinde en düşük puanı K1, en yüksek puanı ise U1 örneği almıştır. K1 örneği depolamanın ilk günlerinde diğer örneklere göre daha yüksek puanlar alırken, depolama ilerledikçe aldığı puanlarda azalma görülmüştür. Depolamanın ilerleyen günlerinde panelistler K1 örneğinde soluk-mat görünüş kusuru algılamışlardır.

Camembert peynirine işlenecek olan süte 500 MPa'da 10 dk. süre ile yüksek basınç uygulanmış ve elde edilen peynirin duyusal özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda yüksek basınç uygulanan peynir örneklerinin görünüş puanları ısıl işlem ile üretilen kontrol örneklerine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada yerel marketlerde satışa sunulan Camembert Peyniri ile yüksek basınç uygulanmış sütten üretilen peynirler duyusal özellikler bakımından incelenmiş ve örnekler arasında görünüş bakımından önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (Voigt vd. 2011).

Olgun peynire 400 ve 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulandığı bir başka çalışmada ise, basınç uygulanmamış kontrol örnekleri ile basınç uygulanmış örnekler arasında görünüş bakımından bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Benzer şekilde araştırmacılar, örneklere uygulanan yüksek basınç seviyelerinin peynir örneklerinin genel görünüşlerinde de bir farklılığa sebep olmadığını belirtilmişlerdir (Delgado vd. 2013).



Şekil 4.30 Kaşar peyniri örneklerinin görünüş ve renk puanları

4.8.2 Sıralama testi

Sıralama testinde Kaşar peyniri örnekleri panelistler tarafından lezzet, yapı-tekstür, görünüş ve genel kabul edilebilirlik bakımından en çok beğenilen örnekten en az beğenilen örneğe doğru sıralanmıştır.

Depolamanın 1. gününde lezzet bakımından en beğenilen örnek K1 örneği olurken, en az beğenilen örnek U2 örneği olmuştur. Depolama süresi ilerledikçe K1 örneği en az beğenilen örnek olurken, U1 örneği en beğenilen örnek olarak saptanmıştır. Panelistler K1 örneğinin yavan tada sahip olduğunu, U2 örneğinde ise acı, fermente, ransit tat algıladıklarını belirtmişlerdir. K2, U3 ve U4 örnekleri arasında ise lezzet bakımından bir farklılık algılamadıklarını belirtmişlerdir.

Örnekler yapı tekstür bakımından değerlendirildiğinde, depolamanın başlangıcında en beğenilen örnek K1 örneği olurken, depolama boyunca en az beğenilen örnek U2 örneği olmuştur. Depolamanın son günlerinde K1 örneği panelistler tarafından aşırı yumuşak olarak nitelendirilmiştir. Depolama günleri ilerledikçe K1 ve U2 örnekleri en az beğenilen örnekler olmuş, panelistlerin %50'si K1 örneğini, %50'si U2 örneğini en az beğenilen örnek olarak değerlendirmişlerdir. Panelistler U2 örneğinde kırılgan, dağılan- ufalanan yapı kusuru olduğunu belirtmişlerdir. Panelistler, K2, U3 ve U4 örnekleri arasında bir farklılık algılamadıklarını belirtmişlerdir.

Örnekler görünüş özelliği bakımından incelendiğinde, depolamanın başlangıcında en beğenilen örnek K1 örneği olurken, en az beğenilen örnek U2 örneği olmuştur. Depolamanın ilerleyen günlerinde panelistler K1 örneğinde soluk-mat görünüş kusuru algılamışlar ve K1 örneğini en az beğenilen örnek olarak belirlemişlerdir. Depolama süresince U1 örneği en beğenilen, K1 ve U2 örnekleri en az beğenilen örnekler olmuştur. Depolama süresi boyunca K2,U3 ve U4 örnekleri de panelisteler tarafından 2. sırada beğenilen örnekler olup, panelistler bu örnekler arasında büyük bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir.

Örnekler genel kabul edilebilirlik bakımından incelendiğinde ise, panelistlerin örnekleri genel kabul edilebilirlik bakımından sıralamaları lezzet sıralaması ile paralellik seyretmiştir. Depolamanın 1. gününde K1 örneği genel kabul edilebilirlik bakımından en beğenilen örnek olurken, U2 örneği en son sırada yer almıştır. Depolama günleri ilerledikçe en beğenilen örnek U1 iken, K1 ve U2 örnekleri son sıralarda yer almışlardır. Panelistler K1 örneğinde depolama ilerledikçe aşırı yumuşama ve yavan tat

algıladıklarını, U2 örneğinde ise depolama başlangıcına dağılabilir yapı kusur algıladıklarını, bununla birlikte depolama ilerledikçe aynı örnekte acılık ve ransit tat kusuru algıladıklarını belirtmişlerdir. K2, U3 ve U4 örnekleri ise panelistler tarafından birbirinden çok farklı bulunmamakla birlikte, genel kabul edilebilirlik bakımından 2. sırada beğenilen örnekler olmuşlardır.

5. SONUÇ

Bu çalışma ile yüksek basınç uygulamasının Kaşar Peyniri üretiminde pastörizasyona alternatif olarak uygulanabilirliğinin yanı sıra olgunlaşma üzerine etkisi incelenmiştir. Kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik özellikleri incelendiğinde, peynire yüksek basınç uygulaması ile bu peynirlerde koliform mikroorganizma ve maya ve küf tespit edilemezken diğer tüm örneklerde söz konusu mikroorganizma grupları tespit edilmiştir. Dolayısıyla peynirin raf ömrüne etki eden bu mikroorganizmaların inaktive edilmesi ile Kaşar peynirinin raf ömrünün nispeten uzayabileceği söylenebilir.

Kaşar peynirlerinin genel bileşim özellikleri incelendiğinde; süte ve peynire yüksek basınç uygulaması kaşar peynirinin toplam protein ve tuz içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Peynirlerde yağ oranı incelendiğinde, süte 400 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulaması ise peynirin yağ oranın kontrol örneklerine göre arttığı, peynire basınç uygulamasının ise yağ oranına etki etmediği bulunmuştur. Peynirlerin kurumadde oranı incelendiğinde süte 600 MPa seviyesinde basınç uygulamasının elde edilen peynirin kurumadde oranında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği ile pH değerleri incelendiğinde ise, süte 600 MPa seviyesinde uygulanan yüksek basınç ile üretilen örneğin pH değeri diğer örneklere göre daha düşük olarak tespit edilmiş, aynı örneğin titrasyon asitliği ise diğer örneklere göre yüksek olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte peynire uygulanan yüksek basınç ile peynirlerin pH değerinde kontrol örneklerine göre bir değişim gözlenmemiştir. Peynire basınç uygulaması ile elde edilen örneklerin titrasyon asitliği değeri de çiğ sütten elde edilen kontrol örneğinden daha düşük bulunmuştur.

Peynirlerde elde edilen gerçek ve teorik randıman incelendiğinde ısıl işlemin yüksek basınç uygulamasına göre gerçek ve teorik randımanı arttırdığı saptanmıştır. Her ne kadar süte basınç uygulaması ile üretilen örneklerde çiğ sütten elde edilen peynir örneklerine kıyasla randıman artışı saptansa da ısıl işlemin randıman arttırmada oldukça etkili bir yöntem olduğu gözlenmiştir. Gerçek randıman ele alındığında, en yüksek randımana sahip olan K1 örneği olmuş, bunu U1 ve U2 örnekleri izlemiştir. K2, U3 ve U4 örneklerinin ise gerçek randıman değerleri birbiri ile benzer bulunmuştur. Teorik

randıman dikkate alındığında ise, yine ilk sırada K1 örneği olmuş, bunu sırasıyla U2, K2, U1, U3 ve U4 örnekleri izlemiştir.

Peynirlerde proteoliz seviyesini belirleyen suda çözünen azot, %12'lik triklorasetik asitte çözünen azot ve serbest amino asit içeriği ve olgunlaşma indeksi değerleri süte 600 MPa seviyesinde basınç uygulanarak üretilen U2 örneğinde diğer örneklere göre oldukça yüksek olarak bulunmuştur. Söz konusu analizlerde peynire iki farklı seviyede yüksek basınç uygulaması ile üretilen U3 ve U4 örnekleri K2 örneği ile karşılaştırıldığında bulunan değerlerin K2 örneğinden nispeten daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca elektroforez analizi sonuçlarında da süte yüksek basınç uygulamasının α-kazein parçalanmasını hızlandırdığı ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlar dikkate alındığında, süte yüksek basınç uygulamasının olgunlaşmayı hızlandırdığı, peynire yüksek basınç uygulamasının ise, süte uygulanan yüksek basınç kadar önemli bir etkisinin olmadığı ortaya koyulmuştur.

Peynirlerde lipoliz düzeyini gösteren asit değeri sonuçları esas alındığında, süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanan örneğin (U2 örneği) , pastörize ve çiğ sütten üretilen kontrol örneklerine göre asit değeri oldukça yüksek bulunmuştur. Bunu süte 400 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulamasının ardından üretilen Kaşar peyniri örneği olan U2 örneği izlemiştir. Peynire yüksek basınç uygulanmış olan U3 ve U4 örnekleri ise asit değerini K1 örneğine göre nispeten yüksek olarak tespit edilmiş fakat bulunan sonucun istatistik olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin tekstürel özellikleri incelendiğinde, süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulanarak üretilen U2 ve ısıl işlem ile üretilen K1 örneklerinin tekstürel özellikleri diğer yüksek basınç uygulanmış örneklere (U1,U3 ve U4) ve çiğ sütten üretilen K2 örneğine göre zayıf bulunmuştur.

Peynir örneklerinin uçucu bileşenleri incelendiğinde, süte 600 MPa seviyesinde yüksek basınç uygulaması ile üretilen U2 örneğinde depolamanın ilk gününden sonuna kadar, diğer örneklerden daha fazla sayıda uçucu bileşen tespit edilmiştir. Farklılığa neden olan

bu bileşenleri çoğunlukla alkol ve esterler oluşturmuştur. Aynı zamanda yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda da U2 örneğinin diğer örneklerden tat-aroma bakımından oldukça farklı olduğu belirlenmiştir. Isıl işlem ile üretilen K1 örneğinde tespit edilen aroma bileşenleri diğer örneklerle karşılaştırıldığında hem sayı hem de tanımlanan bileşenlerin miktarı bakımından daha az olduğu belirlenmiştir. Peynire basınç uygulaması ile üretilen U3 ve U4 örneklerinin uçucu bileşen sayısı ve kompozisyonu birbirleri ile nispeten benzerlik göstermiştir. Çiğ sütten üretilen K2 örneğinin uçucu bileşen sayısı ve kompozisyonu U1 örneği ile benzerlik göstermektedir.

Kaşar peynirlerinin duyusal değerlendirme sonuçlarına göre süte 600 MPa basınç uygulanarak üretilen U2 örneğinin tat-aroma, bünye ve yapı ve görünüş ve renk özellikleri bakımından panelistlerden aldığı puanlar diğer örneklere göre düşük bulunmuştur. Bunun yanı sıra panelistler bu örnekte ransit tat kusuru algıladıklarını ve yapısal olarak da dağılabilir ufalanabilir yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Isıl işlem ile üretilen örnek olan K1 örneği, depolamanın ilk günlerinde duyusal değerlendirme sonucunda en yüksek puanları almasına karşın, depolama ilerledikçe tüm özellikler bakımından aldığı puanlar giderek azalmıştır. Ayrıca sıralama testinde K1 örneği depolamanın başlangıcında panelistler tarafından en beğenilen örnek olarak tanımlanırken, depolama günleri ilerledikçe K1 örneği lezzet, yapı-tekstür, görünüş ve toplam kabul edilebilirlik özellikleri bakımından U2 örneği ile birlikte en az beğenilen örnekler olarak değerlendirilmişlerdir. Süte 400 MPa yüksek basınç uygulaması ile üretilen U1 örneği ise depolamanın ilk günlerinde K1 örneğinden sonra en yüksek puanları alarak en beğenilen 2. örnek olmuş, depolama günleri ilerledikçe bu örneğin aldığı puanlar artarak depolama sonunda test edilen her özellik bakımından en beğenilen örnek olmuştur. K2, U3 ve U4 örnekleri ise hem puanlama hem de sıralama testlerinde diğer örneklerin puan ve beğeni sıralamasının arasında kabul edilmiş ve duyusal değerlendirmede birbirlerinden farkı olmayan örnekler oldukları belirtilmiştir.

Kaşar peynirinin kimyasal, tekstürel ve duyusal nitelikleri bakımından elde edilen tüm sonuçlar dikkate alındığında, peynire işlenecek olan süte yüksek basınç uygulamasının basınç seviyesi arttıkça olgunlaşmanın hızlandığı, ancak peynirin tekstürel ve duyusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Bu nedenle Kaşar peyniri üretiminde

pastörizasyona alternatif olarak yüksek basınç uygulaması ile üretim gerçekleştirildiğinde basınç düzeyinin seçimi önemlidir.

Tüm bu sonuçlar dikkate alınarak, Kaşar peyniri üretiminde uygulanacak olan yüksek basıncın seviyesi ve uygulama süresinin seçilmesinde peynirin kalite özellikleri yanında üretimde hedeflenen faydanın belirlenmesi yararlı olacaktır.

Sonuç olarak, peynirde olgunlaşmanın hızlandırılması hedeflendiğinde, hammadde çiğ süte, peynirin raf ömrünün uzatılmasının öncelikli olduğu durumda ise peynire basınç uygulaması tercih edilmelidir. Her iki uygulamada da basınç seviye ve süresinin seçiminin önemli olduğu bulunmuştur.

Yüksek basınç teknolojisinin uygun basınç ve süre normları kullanıldığı takdirde peynir verimini arttırdığı, olgunlaşma süresini kısalttığı, raf ömrünü uzattığı ve istenmeyen mikrobiyal gelişimi durdurduğu çeşitli araştırmalar tarafından belirlenmiştir. Basınç uygulaması ile ortaya çıkan etkiler peynir çeşidine göre de değişim göstermektedir. Dolayısıyla farklı basınç düzeylerinin farklı peynir çeşitlerinde neden olduğu kalite değişimlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Yüksek basınç teknolojisinin peynir üretiminde kullanımının ekonomik olup olmadığı konusu henüz netlik kazanmamıştır. Buna karşın basınç uygulamaları peynir üretiminde kalitenin arttırılması ve yeni ürün geliştirilmesi bakımından dikkati çeken bir uygulamadır. Bu teknoloji pek çok gıda ürününde sanayi ölçeğinde kullanılmaktadır. Türkiye'de yüksek basınç teknolojisinin peynir üretiminde kullanımı ile ilgili yapılan araştırmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle peynir teknolojisinde yüksek basınç uygulaması ile ilgili çalışmaların artması ve peynir üretimi için uygunluğunun ortaya konulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Açu, M., Yerlikaya, O. ve Kınık, Ö. 2014. Gıdalarda ısıl olmayan yeni teknikler ve mikroorganizmalar üzerine etkileri. Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi/ Journal of Food and Feed Science Technology, 14 (2014), 23-35.

Ak, M.M. ve Lokumcu-Altay, F. 2011.Peynirde Reoloji ve Tekstür. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 367-416, İzmir.

Anonim. 1990. TS 8189 Süt Yağ Tayini- Gerber Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2006. TS EN ISO 5534. Peynir ve İşlenmiş Peynir-Toplam Kuru madde İçeriği Tayini (Referans Yöntem). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2006. Beyaz Peynir Satndardı. TS 591 Türk Standastları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 2007. TS EN ISO 5943. Peynir ve Eritme Peynir Ürünleri Klorür Miktarı Tayini-Potansiyometrik Titrasyon Metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 2015. Peynir-Yağ Muhtevası Tayini. TS ISO 3443. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 2019. Türk Gıda Kodeksi Içme Sütü Tebliği. Tebliğ No: 2019/12.

Anonymous 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık, 358 s, Ankara.

Anonymous 2008. Sensory Analysis-Vocabulary. International Organization for Standardization, ISO5492:2008.

Arque´s, J. L., Garde, S., Gaya, P., Medina, M. ve Nunez, M. 2006. Short Communication: Inactivation of Microbial Contaminants in Raw Milk La Serena Cheese by High-Pressure Treatments. J. Dairy Sci, 89(3),888–891.

Arıcı, M. 2006. Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1), 41-49.

Arora, G., Cormier F. ve Lee, B. 1995. Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/ MS/sniffing. J. Agric. Food Chem, (43),748 752.

Atasoy, A.F., Akgün Yıldız, F. ve Yetişemiyen, A. 2018. Peynir Analizleri. In: Süt Ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri. Öner, Z. ve Aloğlu Şanlıdere, H.(eds). Sidas Medya 227-284, İzmir.

Ávila, M., Gómez-Torres, N., Delgado, D., Gaya, P. ve Garde. S. 2017. Effect of high-pressure treatments on proteolysis, volatile compounds, texture, colour, and sensory characteristics of semi-hard raw Ewe milk cheese. Food Research International, 100 (2017), 595-602.

Avşar, Y.K., Karagül Yüceer, Y. ve Hayaloğlu, A. 2011. Peynirde Aroma. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 263-295,İzmir.

Aydemir, S. ve Koçak, C. 2007. Peynir randımanı ve peynir randımanına etki eden faktörler. Bizim Büro Basımevi, 95, Ankara.

Aydemir, O., Harth, H., Weckx, S., Dervişoğlu, M.ve De Vust, L. 2015. Microbial communities involved in Kaşar cheese ripening. Food Microbiology, 46(2015), 587-595

Balasubramaniam, V.M., Ting, E., Stewart, C.M. ve Robbins, J.A. 2004. Recommended Laboratory Practices For Conducting High-Pressure Microbial Experiments. Innov. Food Sci. Emerg. Technol, 5(3), 299-306.

Balasubramaniam, V. M. ve Farkas, D. 2008. High pressure food processing. Food Science and Technology International, 14(5), 413-418.

Bryant, A., Ustunol Z. ve Steffe, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. Journal of Food Science, 60(6), 1216–1221.

Brooker, B., Ferragut, V., Gill, A. ve Needs, E. 1998. Properties of Rennet Gels Formed from High Pressure Treated Milk, Fresh Novel Foods by High Pressure, Proceedings of the VTT Symposium,16-20 September, 55–61, Helsinki, Finland.

Bontinis, T. G., Mallatou, H., Pappa, E.C., Massouras, T. ve Alichanidis, E. 2012. Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. Small Ruminant Research, 105(1), 193-201.

Bosset, J.O., Collomb, M. ve Sieber, R.1993. The aroma composition of Swiss Gruyere cheese IV. The acidic volatile components and their changes in content during ripening. LWT - Food Science and Technology, 26(6), 581–592.

Bourne, M.C. 1968. Texture profile of ripening pears. Journal of Food Science, 33(2), 223–226.

Bourne, M.C. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, Academic Press, 416, San Diego.

Buffa, M., Guamis, B., Pavia, M. ve Trujillo, A.J. 2001. Microbial changes throughout ripening of goat cheese made from raw, pasteurised and high-pressure-treated milk. Food Microbiology,18 (1),45-51.

Calzada, J., del Olmo, A., Picon, A. ve Nuñez M. 2013. Proteolysis and biogenic amine buildup in high-pressure treated ovine milk blue-veined cheese. Journal of Dairy Science, 96(2013), 4816-4829.

Calzada, J., del Olmo, A., Picon, A. ve Nuñez M. 2015. Effect of high pressure processing on the lipolysis, volatile compounds, odour and colour of cheese made from unpasteurized milk. Food and Bioprocess Technology, 8(2015),1076-1088.

Cheftel, J. C.1995. High-pressure, microbial inactivation and food preservation. Food Science and Technology International, 1(2-3), 75−90.

Cheftel, J.C. ve Culioli, J. 1997. Effects of high pressure on meat: A review Meat Science, 46(3),211-236.

Chen A. H., Larkin J. W., Clark, C. J. ve Irwin, W. E.1979. Textural Analysis of Cheese. Journal Dairy Science, 62 (6), 901-907.

Civille, G.V. ve Szczesniak, A.S.1973. Guide to training a texture profile panel. Journal of Texture Studies, 4(2),204-223.

Creamer, K. ve Olson, N. 1982. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Journal of Food Science,47(2),631–636.

Collins Y., McSweeney, P.L.H. ve Wilkinson, M.G. 2003. Evidence for a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese. Journal of Dairy Research,70(1),105–113.

Costabel, L.M., Bergamini, C., Vaudagna, S.R., Cuatrin, A.L., Audero, G. ve Hynes, E. 2016. Effect of High Pressure Treatment on hard cheese proteolysis. Journal of Diary Science, 99(6), 4220-4232.

Curioni, P.M.G. ve Bosset, J.O. 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography olfactometry. International Dairy Journal, 12 (12),959-984.

Daryaei, H., Coventry,M.J., Versteeg, C. ve Sherkat, F. 2008. Effect of high pressure treatment on strater bacteria and spoilage yeasts in fresh lactic acid curd cheese of bovine milk. Innovative Food Science and Emerging Techonologies, 9(2), 201-205.

Datta, N., ve H.C. Deeth. 2011. Heat Treatment of Milk | Non-Thermal Technologies: High Pressure Processing, In: Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition) Fuquay, J.W.(ed) Academic Press, 732-737,U.S.A.

Deeth, H. C. ve Fitz-Gerald, C.H. 1976. Lipolysis in dairy products: A review. Aust. J. Dairy Technol, 31,53–64.

Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., García-Parra ve J.,Ramírez, R. 2010. Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. Food Chemistry, 118 (1),182-189.

Delgado, F. J., Gonzalez-Crespo, J., Cava, R.ve Ramirez, R. 2011. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME–GC–MS. Food Chemistry, 129 (3), 1156-1163.

Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R. ve Ramírez, R.2012. Changes in microbiology, proteolysis, texture and sensory characteristics of raw goat milk cheeses treated by high-pressure at different stages of maturation. LWT - Food Science and Technology, 48(2012),268-275.

Delgado, F.J., Delgado, J., González-Crespo, J.,Cava R., ve Ramirez, R. 2013. High pressure processing of a raw milk cheese improved its food safety maintaining the sensory quality. Food Science and Technology International, 19 (2013),493-501.

Delgado, F.J., Rodríguez-Pinilla, J., Márquez, G., Roa, I. ve Ramírez, R. 2015. Physicochemical, proteolysis and texture changes during the storage of a mature soft cheese treated by high-pressure hydrostatic. European Food Research and Technology,240 (2015),1167-1176.

Demiral E. 2014. Ekzopolisakkarit oluşturan kültürlerle üretilen yağlı ve düşük yağlı beyaz peynirin tekstür, mikroyapı ve diğer özelliklerinin tespiti. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, 131s, Erzurum.

Devlieghere, F., Vermeiren, L. ve Debevere, J.2004. New Preservation Technologies: Possibilities and Limitations. International Dairy Journal, 14(2004),273-285.

Downey, W.K. 1975. Butter Quality. An Foras Taluntais, 142s, Dublin.

Drake, M.A., Harrison, S.L., Asplund, M., Barbosa-Canovas, G. ve Swanson, B.G. 1997. High Pressure Treatment of Milk and Effects on Microbiological and Sensory Quality of Cheddar Cheese. Journal Of Food Scıence, 62(4), 843-860.

Earnshaw, R. 1996. High pressure food processing. Nutrition & Food Science, 96 (2):8-11.

Emmons, D.B., Kalab, M., Larmond, E. ve Lowrie, R. J. 1980. Milk gel structure X. Texture and microstructure in Cheddar cheese made from whole and homogenized low fat milk. Journal of Texture Studies 11(1), 15–34.

Evert-Arriagada, K., Hernández-Herrero, M.M., Gallardo Chacón, J.J., Juan, B. ve Trujillo, A.J. 2013. Effect of high pressure processing on volatile compound profile of a starter-free fresh cheese. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 19 (2013), 73-78.

Friedman, H.H., Whitney, J.E. ve Szczesniak, A.S. 1963. The texturometer: a new instrument for objective texture measurement. Journal of Food Science, 28(4),390–396.

Garcia-Risco, M.R., Recio, I., Molina, E.ve Lopez-Fandino, R. 2003. Plasmin activity in pressurized milk. J. Dairy Sci, 86 (3), 728-734.

Gaucheron, F.,Famelart, M. H., Mariette, F., Raulot, K., Michel, F.ve Le Graet, Y. 1997. Combined effects of temprature and high-pressure treatments on physicochemical characteristics of skim milk, Food Chemistry, 59(3),439-447.

Goyal, A., Sharma,V., Upadhyay, N., Sihag, M. ve Kaushik, R. 2018. High pressure processing and its impact on milk proteins: A review Research & Reviews. Journal of Dairy Science and Technology, 2(1),12-20

Grappin, R. ve Beuvier, E. 1997. Possible implications of milk pasteurisation on manufacture and sensory quality of rippened cheese: a rewiew. International dairy Journal, 7(12),751-761.

Gunasekaran, S. ve M. M. Ak. 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press, 456p, Boca Raton, FL.

Güleç H. 2006. Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bildiri Kitabı, 24-26 Mayıs, Bolu.

Günşen, U ve Büyükyörük, İ. 2003. Piyasadan Temin Edilen Taze Kaflar Peynirlerinin Bakteriyolojik Kaliteleri ile Aflatoksin M1 Düzeylerinin Belirlenmesi. Turk J. Vet. Anim. Sci., 27(2003), 821-825.

Halkman, K. ve Halkman, Z.1991. Kaşar Peyniri Starter Kültür Kombinasyonları Üzerine Bir Çalışma. Gıda,16(2),99-105.

Hayaloglu, A.A., Guven, M. ve Fox, P.F. 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz peynir'. Int. Dairy J, 12 (8), 635–648.

Hayaloğlu, A.A., Cakmakci, S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C. ve McSweeney, P.L.H. 2007. Microbiology, biochemistry and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. Journal of Dairy Science, 90(3), 1102–1121.

Hayaloğlu, A. 2009. Volatile composition and proteolysis in traditionally produced mature Kashar cheese. International Journal of Food Science and Technology, 44 (7), 1388–1394.

Hayaloğlu, A. ve Karabulut, İ. 2013. SPME/GC-MS Characterization and Comparison of Volatiles of Eleven Varieties of Turkish Cheeses. International Journal Of Food Properties, 16(7),1630-1653.

Hayaloğlu, A. A., Topçu, A. ve Koca, N. 2011. Peynir Analizleri. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 489-562, İzmir.

Hendrickx, M., Ludikhuyze, L., Broeck, I. V. ve Weemaes, C. 1998. Effects of high pressure on enzymes related to fodd quality. Trends in Food Science & Technology, 9(5),197-203.

Hibbert, D.B. 2009. Chemometric Analysis of Sensory Data, In: Comprehensive Chemometrics. Brown, S. D, Tauler, R., Walczak, B.(eds), Oxford University Press, 377-424, Italy.

Hinrics, J., Rademacher, B. ve Kessler, H.G.1996. Reaction kinetics of pressure nduced denaturation of whey proteins. Milchwissenschaft, 51(9),504-509.

Hite, B. H. 1899. The effect of high pressure in the preservation of milk. Bull. West Virginia Agric. Exp. Stn. 58:15–35.

Huppertz, T., Fox, P.E. ve Kelly, A.L. 2003. High pressure-induced changes in the creaming properties of bovine milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4 (2003),349–359.

Huppertz, T., Fox, P.E. ve Kelly, A.L. 2004a. Susceptibility of plasmin and cymosin in Cheddar cheese to inactivation by high pressure. Journal of Dairy Research, 71(4), 496-499.

Huppertz, T., Fox, P. F. ve Kelly, A. L. 2004b. Effects of high pressure on the yield of cheese curd from bovine milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 5(1), 1−8.

Huppertz, T., Smiddy, M., Upadhyay, V. K. ve Kelly, A. L. 2006. High-pressure-induced changes in bovine milk: A review. International Journal of Dairy Technology, 59(2), 58−66.

Huppertz, T. ve De Kruif, C.G. 2007. High pressure-induced solubilisation of micellar calcium phosphate from cross-linked casein micelles. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 295(1-3), 264–268.

Indyk, H.E., Williams, J.W. ve Patel, H.A. 2008. Analysis of denaturation of bovine IgG by heat and high pressure using an optical biosensor. International Dairy Journal, 18(4),359–366.

Jeewanthi, R.K.C., Lee, N.K., Lee, K.A., Yoon, Y.C. ve Paik, H-D. 2015. Comparative analysis of improved soy-mozzarella cheese made of ultrafiltrated and partly skimmed soy blends with other Mozzarella types. Journal of Food Science Technology, 52(8), 172–5179.

Juan, B., V. Ferragut, M. Buffa, B. Guamis, ve Trujillo., A. J. 2007.Effects of high pressure on proteolytic enzymes in cheese: Relationship with the proteolysis of ewe milk cheese. J. Dairy Sci, 90(5), 2113–2125.

Juan, B., Ferragut V., Guamis, B. ve Trujillo, A.J. 2008. The effects of high-pressure treatment at 300 MPa on ripening of ewe's milk cheese. Int. Dairy J,18(2),129–138.

Koca, N., 2011.Peynir Üretiminde Yüksek Basınç Uygulamaları. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 325-342, İzmir.

Koca,N., Ramaswamy, R., Balasubramaniam, V.M. ve Harper, W. J.2018. Salt Distribution and Salt Uptake during Ripening in Turkish White Cheese Affected by High Pressure Processing. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(4), 433-437.

Kocabaş Z., Özkan M.M., Başpınar E. 2013. Temel Biyometri. 381, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Koçak, C. 2015. Peynir Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Yayınları, 180, Ankara.

Kolakowski, P., Reps, A., Dajnowiec,F., Szezepek, J. ve Popwski, S. 1997. Effect of high pressuree on the microflora of raw cows milk. In: Proceedings of Process Optimisation and Minimal processing of Foods, J.C.Oliveira, F.A.R. Oliveira(eds), 509, Leuven University Press, Belgium.

Lawrence, R.C., Creamer L.K. ve Gilles, J. 1987. Texture development during cheese ripening. Journal of Dairy Science 70 (8), 1748–1760.

Liu, S.-Q., Holland, R. ve Crow, V.L. 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. International Dairy Journal, 14 (11),923–945.

Liu, G., Carøe, C., Qin, Z., Munk, D.M.E. Crafack, M., Petersen, M.A. ve Ahrné, L. 2020. Comparative study on quality of whole milk processed by high hydrostatic pressure or thermal pasteurization treatment. LWT,127 (2020), 109370.

Lopez- Fandino, R. 2006. High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology. Int Dairy J,16(10), 1119-1131.

Lopez- Fandino, R., Carrocosa, A.V., Olano, A. 1996. The effects of high pressure on whey protein denaturation and cheese making properties of raw milk. J. Dairy Sci, 79(6), 929-936.

Lopez- Fandino, R. ve Olano, A. 1998. Effects of high pressures combined with modarate temperatures on the rennet coagulation properties of milk. Int. Dairy J. 8(7), 623-627.

Malone, S.A., Wick, C., Shellhammer, T.H. ve Courtney, P.D. 2003. High pressure effects on proteolytic and glycolytic enzymes involved in cheese manufacturing. J. Dairy Sci, 86(4), 3075-3081.

Malone, S.A., Shellhammer T.H. ve Courtney, P.D. 2002. Effects of high pressure on the viability, morphology, lysis and cell wall hydrosase activity of *Lactococcus lactis subsp. cremoris*. Applied and Environmental Microbiology, 68(9), 4357–4363

Mandal, R. ve Kant, R. 2017. High-pressure processing and ıts applications in the dairy Industry. Food Science and Technology: An International Journal (FSTJ), 1(1), 33-45

Massouras, T., Pappa, E. C. ve 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.

McSweeney, P.L.H. ve Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review, Lait, 80 (2000), 293–324.

Meilgaard M, Civille G. V. ve Carr B.T. 2006. Sensory Evaluation Techniques, CRC Pres, 441, Boca Raton, FL.

Meullenet, J.F.C., Carpenter, J.A., Lyon, B.G. ve Lyon, C.E. 1997. Bi-cyclical instrumen for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. Journal of Texture Studies, 28(1),101–118.

Metin, M. 2010. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniv. Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları No: 94, İzmir.

Munir, M., Nadeem, M., Qureshi, T.M., Gamlath, C.J., Martin, G.J.O., Hemar, Y.ve Ashokkumar, M. 2020. Effect of sonication, microwaves and high-pressure processing on ACE-inhibitory activity and antioxidant potential of Cheddar cheese during ripening, Ultrasonics Sonochemistry, 67(2020), 105140.

Muntean, M.V., Marian, O., Barbieru, V., Catunescu, G.M., Ranta, O., Drocas, I. ve Terhes, S. 2016. High Pressure Processing in Food Industry- Characterictics and Applications. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 10(2016), 377-383.

Mussa, D.M ve Ramaswamy, H. 1997. Ultra high pressure pasteurisation of milk: kinetics of microbial destruction and changes in physico-chemical characterics. Lebensmittel Wissensshaft und Technologie, 30(6), 551-557.

Molimard, P. ve Spinnler, H.E. 1996. Compounds involved in the flavour of surface mold-ripened cheeses: origins and properties. Journal of Dairy Science, 79(2),169–184.

Moschopoulou, E., Anisa, T., Katsaros, G., Taoukis, P. ve Moatsou, G.2010. Application of high-pressure treatment on ovine brined cheese: Effect on composition and microflora throughout ripening. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11 (4),543-550.

Naik, L., Sharma, R., Rajput, Y.S. ve Manju, G. 2013. Application of high pressure processing technology for dairy food preservation-future perspective: a review. journal of animal production advances, 3(8), 232-241.

Needs, E.C., Stennıng, R.A., Gıll, A.L., Ferragut, V. ve Rich, G.T. 2000. High-pressure treatment of milk: effects on casein micelle structure and on enzymic coagulation. Journal of Dairy Research, 67(1), 31-42.

O'Reilly CE, Kelly AL, Murphy, P.M. ve Beresford, TP.2001. High pressure treatment: Applications in cheese manufacture and ripening. Trends Food Sci. Technol. 12(2), 51–59.

O'Reilly, C.E., Murphy, P.M., Kelly, A.L., Guinee, T.P., Auty, M.A.E. ve Beresford,T.P. 2002. The effect of high pressure treatment on the functional and rheological properties of Mozzarella cheese. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 3(1),3-9.

Özer, B. ve Hayaoloğlu A.A. 2011. Peynirde olgunlaşmayı hızlandırma yöntemleri. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 211-228, İzmir.

Penchalaraju, M. ve Shireesha, B. 2013. Preservation of Foods by High Pressure Processing- A Rewiew. Ind. J. Sci. Res. And. Tech, 1(3), 30-38.

Rademacher, B., Pfeiffer B. ve Kessler, H.G. 1998. Inactivation of Microorganisms and Enzymes in Pressure-treated Raw Milk, In: High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry. Neil S. Isaacs (eds)The Royal Society of Chemistry, 145-151, Cambridge.

Rivalain, N., Roquain, J. ve Demazeau G.2010. Development of high hydrostatic pressure in biosciences: Pressure effect on biological structures and potential applications in biotechnologies. Biotechnology Advances, 28(6), 659-672

Rynne, N.M, Beresford, T.P., Guinee, T.P., Sheehan E, Delahunty, C.M. ve Kelly, A.L. 2008. Effect of high-pressure treatment of 1 day-old full-fat Cheddar cheese on subsequent quality and ripening. Innovative Food Science and Emerging Technology, 9(4), 429–440.

Sakharam, P., Prajapati, J.P.ve Jana, A.H. 2011. High Hydrostatic Pressure Treatment for Dairy Applications. National seminar on Indian Dairy Industry - Opportunities And Challenges, 176-180.

Saldo, J., McSweeney, P.L.H., Sendra, E., Kelly, A.L. ve Guamis, B. 2002. Proteolysis in caprine milk cheese treated by high pressure to accelerate cheese ripening. Int. Dairy J, 12 (1), 35–44.

San Martin- Gonzales, M.F., Welti Chanes, J. ve Barbosa-Canovas, G.V. 2006.Cheese Manufacture Assisted by High Pressure. Food Reviews International, 22(3), 275-289.

San Martin Gonzalez, M.F.,Rodrıguez, J.J., Gurrama, S., Clark, S., Swanson, B.G. ve Barbosa Canovas, G.V. 2007. Yield, composition and rheological characteristics of cheddar cheesemade with high pressure processed milk. LWT-Food Science and Tcehonogy, 40(4), 697–705.

Saygılı, D. 2015**.** Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 126 s, İzmir.

Şanlı, E. 2006. Pastörizasyon sıcaklıklarının ve ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının az yağlı kaşar peynirinin bazı niteliklerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 107 s, Ankara..

Şenel, E., Kırmacı, H.A., Özer, B. 2011. Isıl İşlem. In: Peynir Biliminin Temelleri. Hayaloğlu, A.A. ve Özer, B. (eds). Sidas Medya, 35-48, İzmir.

Sheehan, J.J., Huppertz, T., Hayes,M.G., Kelly, A.L., Beresford, T.P. ve Guineea, T.P.2005. High pressure treatment of reduced-fat Mozzarella cheese: Effects on functional and rheological properties. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6 (2005),73– 81.

Smelt, J.M. 1998. Recent advances in the microbiology of high pressure processing Trends. Food Science & Technology, 9(4), 152-158.

Sousa, M. J., Ardö, Y. ve McSweeney, P. L. H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. International Dairy Journal, 11(4-7), 327-345.

Szczesniak, A.S. ve D.H. Kleyn. 1963. Consumer awareness of texture and other food attributes. Food Technology 17(1), 74–77.

Tunick, M.H., Malin, E.L., Smith, P.W., Shieh, J.J., Sullivan, B.C., Mackey K.L. ve Holsinger, V.H.1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheeses prepared from homogenized milk. Journal of Dairy Science, 76 (12),3621–3628.

Trujillo, A.J.,Royo, C., Ferragut, V. ve Guamis, B. 1999a. Ripening Profiles of Goat Cheese Produced from Milk Treated with High Pressure. Journal Of Food Science, 64(5), 833-837.

Trujillo, A.J., Royo, C., Ferragut, V. ve Guamis, B. 1999b. Maturation Profiles of Goat Cheese Produced from High Pressure Treated Milk. Proceedings of the International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology**,** Agust 30-September 3, Proceedings Book,4 57-461, Springer, Germany.

Trujillo, A.J., Capellas, M., Buffa, M., Royo, C., Gervila, R., Felipe, X., Sendra, E., Saldo, J., Ferragut, V. ve Guamis, B. 2000. Application of high pressure treatment for cheese production. Food Research International, 33(3-4),311-316.

Trujillo, A.J.,Capellas, M., Saldo, J., Gervilla, R. ve Guamis, B. 2002. Applications of high-hydrostatic pressure on milk and dairy product: a rewiew. İnnovative Food Science and Emerging Techonologies, 3(4),295-307.

Upadhyay,V. K., McSweeney, P. L. H., Magboul, A. A. A. ve Fox, P. F. 2004. Proteolysis in cheese during ripening. In: Cheese: Chemistry, physics and microbiology, P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan ve T. P. Guinee (eds.), 391−433, Elsevier press, London.

Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi- 2. Meta Yayınevi, 1270, İzmir.

Wang, Q. Bulca, S. ve Kulozik, U.2007. A comparison of low-intensity ultrasound and oscillatory rheology to assess the renneting properties of casein solutions after UHT heat pre-treatment. International Dairy Journal, 17 (1), 50–58.

Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., McKenna, A. ve White, N. 2001. Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. International Dairy Journal 11(4-7), 455–464.

Whetstine M.E., Karagül-Yüceer, Y., Avşar Y.K. ve Drake, MA. 2003. Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fres Chevre-Style Goat Cheese. Journal of Food Science, 68(8)2441- 2447.

Voigt, D.D., Donaghy, J.A., Patterson, M.F., Stephan, S. ve Kelly, A.L. 2010 Manufacture of cheddar cheese from high-pressure- treated whole milk. İnnovative Food Science and Emerging Techonologies, 11(4), 574-579.

Voigt, D.D., Patterson, M.F.,Linton, M. ve Kelly, A.L.2011. Effect of high-pressure treatment of milk prior to manufacture on ripening of Camembert cheese. İnnovative Food Science and Emerging Techonologies, 12(1),1-5.

Voigt, D.D., Chevalier, F., Donaghy, J.A., Patterson, M.F., Qian, M.C. ve Kelly, A.L. 2012. Effect of high-pressure treatment of milk for cheese manufacture on protelysis,lipolysis, texture and functionality of Cheddar cheese during ripening. İnnovative Food Science and Emerging Techonologies,13(2012), 23-30.

Voigt, D. D., Kelly, A. L. & Huppertz, T. 2015. High-Pressure Processing of Milk and Dairy Products, In: Emerging dairy processing technologies: opportunities for the dairy industry, Datta, N ve Tomasula, P.M. (eds), 71-92, John Wiley& Sons, U.K.

Zobrist, M.R., Huppertz, T., Uniacke, T., Fox, P.F. ve Kelly, A.L. 2005. High-pressure-induced changes in the rennet coagulation properties of bovine milk, International Dairy Journal, 5 (6–9),655-662.

Zoon, P. 1991. The relation between instrumental and sensory evaluation of the rheological and fracture properties of cheese. In: Bulletin of the International Dairy Federation, 30–35, Brussels, Belgium.