

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Hüseyin MERT

**HATAY PEYNİRİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ
KULLANIMININ ETKİLERİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HATAY PEYNİRİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ KULLANIMININ
ETKİLERİ**

Hüseyin MERT

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 28/12/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Nuray GÜZELER
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
ÜYE

.....
Prof.Dr. M. Serdar AKIN
ÜYE

.....
Prof.Dr. Mutlu Buket AKIN
ÜYE

.....
Doç. Dr. Oya Berkay KARACA
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2016-6814**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

HATAY PEYNİRİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ KULLANIMININ ETKİLERİ

Hüseyin MERT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Nuray GÜZELER

Yıl: 2018, Sayfa: 149

Jüri : Prof. Dr. Nuray GÜZELER

: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN

: Prof. Dr. M. Serdar AKIN

: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

: Doç. Dr. Oya Berkay KARACA

Bu araştırmada Hatay peynirlerine mikrobiyal transglutaminaz (MTG) enzimi ilavesi gerçekleştirilmiş, farklı ön olgunlaşma süreleri uygulanarak üretilen peynirlerin 60 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, proteolitik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda farklı ön olgunlaşma sürelerinin Hatay peynirlerinin; kurumadde, kurumaddede yağ, toplam azot, protein, sertlik, elastiklik, dış yapışkanlık, viskozite indeksi, dış görünüş, iç görünüş, yapı ve tat özellikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Depolama süresi; kurumadde, yağ, pH, titrasyon asitliği, tuz, kurumaddede tuz, toplam azot, protein, kurumaddede protein, olgunlaşma indeksi, sertlik, elastiklik, dış yapışkanlık, viskozite indeksi, dış görünüş, iç görünüş ve tat özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). Hatay peynirlerinin koku puanları ise farklı ön olgunlaşma süreleri ve depolama süresinden önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0.05$). Elektroforetik özellikler incelendiğinde, peynirlerin β -kazein, α_{s1} -kazein oranlarının depolama süresince azaldığı, α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerinde ise önemli farklılıklar oluşmadığı gözlenmiştir. SEM ile MTG'nin üç boyutlu süngerimsi bir yapı oluşturduğu görülmüştür. Duyusal analizler sonucunda en çok beğenilen peynirin 60 dk ön olgunlaşma sonunda üretilen peynir olduğu saptanırken, tüm özellikler bakımından 45 dk ön olgunlaşma uygulamasının tavsiye edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hatay peyniri, mikrobiyal transglutaminaz, olgunlaştırma

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF USING MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE ENZYME ON SOME PROPERTIES OF HATAY CHEESE

Hüseyin MERT

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
Year: 2018, Pages: 149
Jury : Prof. Dr. Nuray GÜZELER
: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
: Prof. Dr. M. Serdar AKIN
: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
: Assoc. Prof. Oya Berkay KARACA

In this research, microbial transglutaminase (MTG) enzyme was added to Hatay cheese samples and some physical, chemical, proteolytic and sensory properties of cheeses which were produced by applying different pre-ripening times were evaluated during 60 days of storage. As a result of the research, different pre-ripening time application had significant effects on dry matter, fat in dry matter, total nitrogen, protein, hardness, springiness, cohesiveness, viscosity index, external appearance, internal appearance, structure and taste of Hatay cheeses ($p < 0.05$). Storage time had also significant effects on dry matter, fat, pH, titratable acidity, salt, salt in dry matter, total nitrogen, protein, protein in dry matter, ripening index, hardness, springiness, cohesiveness, viscosity index, external appearance, internal appearance and taste of cheeses ($p < 0.05$). There was no significant effect of different pre-ripening time and storage time on odor of Hatay cheeses ($p > 0.05$). Electrophoresis indicated that β casein and α_{s1} -casein decreased during storage and proteolysis product of α_{s1} -casein did not change significantly. MTG led to three dimensional spongy structure which was determined by SEM. As a result of sensory analysis, the most demanded cheese sample was the sample produced by 60 min. pre-ripening time, but all properties were considered 45 min of pre-ripening was decided as advisable.

Keywords: Hatay cheese, microbial transglutaminase, ripening

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Hatay Peyniri; Hatay ili ve çevresinde üretilen kendine has şekil ve ebatlara sahip yöresel bir peynir çeşididir. Bu araştırmada, taze peynir sınıfına giren Hatay peynirinde tekstürel yapının geliştirilebilmesi için mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımı denenmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile süt proteinlerinin enzimatik modifikasyonu farklı ön olgunlaşma süresi uygulamaları ile yarım yağlı Hatay peyniri üretiminde uygulanmış ve peynirlerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada enzim uygulanmamış kontrol örneği (A), enzim ile 30 dk ön olgunlaşma uygulaması (B), enzim ile 45 dk ön olgunlaşma uygulaması (C) ve enzim ile 60 dk ön olgunlaşma uygulaması (D) ile üretilmiş dört farklı Hatay peyniri üretilmiştir.

Üretimde kullanılan çiğ inek sütünün Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde ve FAO tarafından belirtilen koşullara uyum sağladığı görülmektedir.

Maya testi sonucunda örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Enzim ilaveli sütlerde pıhtılaşma süresinin daha uzun olduğu ve ön olgunlaşma süresi arttıkça pıhtılaşma süresinin de uzadığı belirlenmiştir. Peyniraltı sularının pH değerleri, yağ, kurumadde ve protein oranları MTG enzimi kullanımından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0.05$).

Randıman değerleri incelendiğinde, MTG enzimi ilaveli peynirlerin randımanının enzim ilavesi yapılmaksızın üretilen kontrol örneğinin randımanından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İnkübasyon süresi kısaldıkça randımanın da azaldığı tespit edilmiştir. Peynir örneklerinin randımanları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). %30 sabit kurumaddede randıman değerleri ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin kurumadde oranları arasındaki farklılık depolamanın 1. gününde istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($p<0.05$). Diğer günlerde meydana gelen farklılıklar ise istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresinin peynirlerin kurumadde oranları üzerindeki etkileri incelendiğinde ise D

peynirinde görülen devamlı artış önemli bulunurken ($p<0.05$), A, B ve C peynirlerinde meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

MTG enzimi kullanımı ile farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması peynirlerin yağ oranları üzerinde önemli farklılığa neden olmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresi ise C ve D peynirlerinin yağ oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilerken ($p<0.05$), A ve B peynirlerinin yağ oranlarında önemli değişikliklere neden olmamıştır ($p>0.05$). MTG ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması depolamanın 1. ve 15. günlerinde peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişikliklere neden olurken ($p<0.05$), depolamanın 30. ve 60. günlerinde önemli etkilere sahip olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Depolama süresi ise peynirlerin kurumaddede yağ oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin pH değerleri üzerinde farklı ön olgunlaşma süresi uygulamasının önemli değişikliklere neden olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Depolama süresinin ise B, C ve D peynirlerinin pH değerini önemli düzeyde etkilediği ($p<0.05$), A peyniri üzerinde ise istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Peynirlerin titrasyon asitliği değerleri farklı ön olgunlaşma süresi uygulamalarından etkilenmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresi ise, pH değerlerinde olduğu gibi, B, C ve D peynirlerinin pH değerlerini etkilerken ($p<0.05$), A peyniri üzerinde önemli değişikliklere neden olmamıştır ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin tuz ve kurumaddede tuz oranları üzerinde MTG ilavesi ile farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasının istatistiksel olarak önemli etkilerinin bulunmadığı ($p>0.05$), depolama süresinin ise tüm peynirlerin tuz ve kurumaddede tuz oranları üzerinde önemli farklılıklara neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Peynirlerin toplam azot oranları üzerinde farklı ön olgunlaştırma sürelerinin etkisi depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$), depolamanın 60. gününde bu değerler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresi A ve D peynirlerinin toplam azot oranları

üzerinde önemli düzeyde farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Ancak B ve C peynirlerinin toplam azot oranları depolama süresinden etkilenmemiştir ($p>0.05$).

Farklı ön olgunlaşma süreleri uygulaması Hatay peynirlerinin protein değerleri üzerinde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde önemli farklılıklara sebep olurken ($p<0.05$), depolamanın 60. gününde protein değerleri üzerinde etkili bulunmamıştır ($p>0.05$). Peynirlerin kurumaddede protein oranları farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasından etkilenmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresinin ise A ve D peyniri üzerindeki etkileri önemli bulunurken ($p<0.05$), B ve C peynirlerinin protein ve kurumaddede protein oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$).

Farklı ön olgunlaşma süreleri uygulaması ve depolama süresi Hatay peynirlerinin suda çözünen azot oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). Peynirlerin olgunlaşma indeksleri de farklı ön olgunlaşma süresi uygulamasından etkilenmezken ($p>0.05$), depolama süresi A peynirinin olgunlaşma indeksini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$).

Hatay peyniri örneklerinin β -kazein oranları incelendiğinde A ve C örneklerinde depolamanın 30. gününe kadar β -kazein oranlarında artış görülürken, depolamanın 60. gününde bu değerlerde azalma meydana geldiği saptanmıştır. B ve D örneklerinin β -kazein oranlarında depolama boyunca sürekli olarak azalma saptanmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda kontrol örneğinin β -kazein miktarının MTG enzimi ile muamele gören örneklerle göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinin α_{s1} -kazein oranının depolamanın 30. gününe kadar arttığı, daha sonra azaldığı tespit edilmiştir. C örneğinde de benzer bir değişime rastlanılmış, depolamanın 15. ve 30. günlerinde α_{s1} -kazein oranı artarken, 60. güne doğru tekrar azalmıştır. B ve D örnekleri incelendiğinde ise depolama süresince sürekli olarak azalma kaydedilmiştir. α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerin değişimlerine bakıldığında ise, A örneğinde depolama süresince artış meydana geldiği; B, C ve D örneklerinin miktarlarında ise önemli farklılıkların oluşmadığı gözlenmiştir.

Peynirlerin tekstürel özellikleri incelendiğinde; farklı ön olgunlaşma sürelerinin ve depolama süresinin sertlik ve elastiklik değerleri üzerinde önemli

etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık ve viskozite indeksi değerleri üzerinde farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkisi ise depolamanın yalnızca 1. gününde önemli bulunmuş ($p<0.05$), diğer günlerde önemli değişikliklere neden olmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresi ise A ve D peynirlerinin dış yapışkanlık değerini, A, B ve C peynirlerinin ise viskozite indeksi değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$).

Peynirlerin mikroyapıları incelendiğinde, transglutaminaz uygulanmamış kontrol örneğinde düz bir yüzey görünüşü elde edildiği ve diğer örneklerde üç boyutlu bir görünüş oluştuğu tespit edilmiştir. Süngerimsi bir yapı oluşturmaması nedeniyle pıhtı içinde daha fazla suyun tutulduğu görülmektedir. Enzim uygulanmış olan B, C ve D örnekleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise enzimle farklı ön olgunlaşma sürelerinin mikrostrüktürel yapıda çok önemli sayılabilecek bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

Peynirlerin duysal özellikleri incelendiğinde, farklı ön olgunlaşma süresi uygulamasının dış görünüş, iç görünüş, yapı ve tat puanlarını depolamanın 60. gününde önemli düzeyde etkilediği ($p<0.05$), depolama süresinin de A, B ve C peynirlerinin dış görünüş puanları üzerinde önemli farklılıklara neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi A peyniri dışındaki tüm peynirlerin iç görünüş puanları üzerinde önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Yapı puanları üzerinde depolama süresinin etkileri önemli düzeyde bulunmamıştır ($p>0.05$). Peynirlerin koku puanları üzerinde ise farklı ön olgunlaşma süreleri ve depolama süresinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). D peynirin tat puanları depolama süresinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). Tüm duysal analizler sonucunda MTG enzimi ilaveli peynirlerin daha çok beğenildiği ve ön olgunlaşma süresi arttıkça peynirlere verilen puanların da arttığı saptanmıştır. Sonuç olarak en çok beğenilen peynir D peyniri olmuştur.

Araştırma sonucunda MTG enzimi ilaveli peynirlerin randıman, yapı, tekstür, dayanım süresi ve duysal özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, 45 dakikalık ön olgunlaşma süresi uygulamalarının tavsiye edilebilir olduğu saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde bana yol gösteren, benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Nuray GÜZELER'e teşekkürü bir borç bilirim. Doktora Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜVEN'e, Prof. Dr. M. Buket AKIN'a, Prof. Dr. M. Serdar AKIN'a ve Doç. Dr. Oya Berkay KARACA'ya değerli görüş ve katkıları sebebiyle teşekkürlerimi sunarım.

Örneklerin analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden Çağla ÖZBEK'e ve Arş. Gör. Murat KALENDER'e, elektroforetik analizlerin yapımına olanak sağlayan Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Ar-Ge Merkezinden Doç. Dr. Erdem BOY'a, SEM analizlerinin yapımında yardımlarından dolayı Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Enstitüsü'nden Fatih ÖZCAN'a ve duyuşsal analizlerde yer alan panel üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü'ne, çalıştığım Güneydoğu Süt Firması sahiplerine ve peynir üretimini gerçekleştirmemde yardımcı olan personeline, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen eşime ve oğullarım İbrahim ve Muhammed Haris'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Hatay Peyniri ile İlgili Çalışmalar	5
2.2. Hatay Peynirine Benzeyen Taze Peynirler ile İlgili Çalışmalar	7
2.3. Peynirlerde Mikrobiyal Transglutaminaz (MTG) Enzimi Kullanımı	10
3. MATERYAL ve METOD	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. İnek Sütü.....	21
3.1.2. Transglutaminaz Enzimi.....	21
3.1.3. Peynir Mayası	21
3.1.4. Kalsiyum Klorür (CaCl ₂)	21
3.1.5. Tuz.....	21
3.1.6. Ambalaj Materyali.....	21
3.2. Metod.....	22
3.2.1. Hatay Peyniri Üretim Yöntemi	22
3.2.2. Analizler	24
3.2.2.1. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyu Analizleri.....	24
3.2.2.1.(1). pH Tayini	24
3.2.2.1.(2). Titrasyon Asitliği	24

3.2.2.1.(3). Kurumadde.....	24
3.2.2.1.(4). Yağ ve Yağsız Kurumadde	24
3.2.2.1.(5). Protein	25
3.2.2.1.(6). Kül.....	25
3.2.2.1.(7). Maya Miktarı.....	25
3.2.2.1.(8). Hatay Peynirlerinde Randıman	26
3.2.2.2. Peynir Analizleri.....	26
3.2.2.2.(1). pH.....	26
3.2.2.2.(2). Titrasyon Asitliği	26
3.2.2.2.(3). Kurumadde.....	26
3.2.2.2.(4). Yağ ve Kurumaddede Yağ	26
3.2.2.2.(5). Tuz ve Kurumaddede Tuz.....	27
3.2.2.2.(6). Toplam Azot	27
3.2.2.2.(7). Protein ve Kurumaddede Protein	27
3.2.2.2.(8). Toplam Suda Çözünen Azot Oranı ve Olgunlaşma Derecesi	27
3.2.2.2.(9). Elektroforez Analizleri.....	28
3.2.2.2.(10). Hatay Peynirlerinde Tekstür Analizleri.....	31
3.2.2.2.(11). Hatay Peynirlerinin Mikro Yapılarının Elektron Mikroskobu ile Görüntülenmesi	31
3.2.2.2.(12). Duyusal Analizler	32
3.2.2.2.(13). İstatistiksel Analizler.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Çiğ Sütün Bileşimi.....	35
4.2. Maya Testi ile Sütün Pıhtılaşma Süreleri	37
4.3. Peyniraltı Sularının Bileşimi	39
4.4. Hatay Peynirlerinin Randıman Değerleri	42
4.5. Hatay Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	44
4.5.1. Hatay Peynirlerinin pH Değerleri	44

4.5.2. Hatay Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri.....	46
4.5.3. Hatay Peynirlerinin Kurumadde Değerleri	48
4.5.4. Hatay Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ Değerleri	49
4.5.5. Hatay Peynirlerinin Tuz ve Kurumaddede Tuz Değerleri	54
4.5.6. Hatay Peynirlerinin Protein ve Kurumaddede Protein Değerleri	58
4.6. Proteolitik Özellikler	62
4.6.1. Hatay Peynirlerinin Toplam Azot Oranları	62
4.6.2. Hatay Peynirlerinin Toplam Suda Çözünen Azot Oranları	64
4.6.3. Hatay Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi	67
4.6.4. Elektroforetik Özellikler	68
4.7. Hatay Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri.....	73
4.7.1. Sertlik.....	73
4.7.2. Elastiklik.....	75
4.7.3. Dış Yapışkanlık	77
4.7.4. Viskozite İndeksi	79
4.8. Hatay Peynirlerinin Mikro Yapıları.....	81
4.9. Hatay Peynirlerinin Duyusal Özellikleri	84
4.9.1. Dış Görünüş	86
4.9.2. İç Görünüş	88
4.9.3. Yapı	89
4.9.4. Koku	90
4.9.5. Tat.....	91
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	137
EKLER.....	138



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması.....	3
Çizelge 3.1. Hatay peynirlerinin duysal değerlendirme formu	33
Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi	35
Çizelge 4.2. Hatay peynirlerinde kullanılan sütün pıhtı oluşum süreleri	37
Çizelge 4.3. Üretimde elde edilen peyniraltı sularına ait bileşim özellikleri	39
Çizelge 4.4. Hatay peynirlerinin randıman değerleri	42
Çizelge 4.5. Hatay peynirlerinin pH değerleri	44
Çizelge 4.6. Hatay peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri	46
Çizelge 4.7. Hatay peynirlerinin kurumadde değerleri	48
Çizelge 4.8. Hatay peynirlerinin yağ değerleri	50
Çizelge 4.9. Hatay peynirlerinin kurumaddede yağ değerleri.....	52
Çizelge 4.10. Hatay peynirlerinin tuz değerleri	54
Çizelge 4.11. Hatay peynirlerinin kurumaddede tuz değerleri	56
Çizelge 4.12. Hatay peynirlerinin protein değerleri.....	58
Çizelge 4.13. Hatay peynirlerinin kurumaddede protein değerleri	60
Çizelge 4.14. Hatay peynirlerinin toplam azot oranları	62
Çizelge 4.15. Hatay peynirlerinin toplam suda çözünen azot değerleri.....	65
Çizelge 4.16. Hatay peynirlerinin olgunlaşma indeksi değerleri	67
Çizelge 4.17. Hatay peynirlerinin sertlik değerleri	73
Çizelge 4.18. Hatay peynirlerinin elastiklik değerleri	75
Çizelge 4.19. Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri	77
Çizelge 4.20. Hatay peynirlerinin viskozite indeksi değerleri	79
Çizelge 4.21. Hatay peynirlerinin duysal özelliklerine verilen puanlar	85



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Transglutaminazın katalizlediği genel reaksiyonlar	11
Şekil 2.2. Mikrobiyal transglutaminazın primer yapısı.....	13
Şekil 3.1. Hatay peynirlerinin üretim akış şeması.....	23
Şekil 4.1. Pıhtı oluşum süreleri.....	38
Şekil 4.2. Hatay peynirlerinin randımanları.....	43
Şekil 4.3. Peynirlerin pH değerleri.....	45
Şekil 4.4. Peynirlerin titrasyon asitliği değerleri.....	47
Şekil 4.5. Peynirlerin kurumadde değerleri	49
Şekil 4.6. Peynirlerin yağ değerleri.....	51
Şekil 4.7. Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri.....	53
Şekil 4.8. Peynirlerin tuz değerleri.....	55
Şekil 4.9. Peynirlerin kurumaddede tuz değerleri.....	57
Şekil 4.10. Peynirlerin protein değerleri	59
Şekil 4.11. Peynirlerin kurumaddede protein değerleri	61
Şekil 4.12. Hatay peynirlerinin toplam azot oranları	63
Şekil 4.13. Peynirlerin toplam suda çözünen azot değerleri	66
Şekil 4.14. Peynirlerin olgunlaşma indeksleri	68
Şekil 4.15. Peynirlerin depolama süresince saptanan elektroforetogramları	70
Şekil 4.16. Peynirlerin sertlik değerleri	74
Şekil 4.17. Peynirlerin elastiklik değerleri.....	76
Şekil 4.18. Peynirlerin dış yapışkanlık değerleri	78
Şekil 4.19. Peynirlerin viskozite indeksi değerleri.....	80
Şekil 4.20. Hatay peynirlerinin mikrostrüktürleri.....	82
Şekil 4.21. Peynirlerin dış görünüş puanları	87
Şekil 4.22. Peynirlerin iç görünüş puanları.....	88
Şekil 4.23. Peynirlerin yapı puanları.....	89
Şekil 4.24. Peynirlerin koku puanları.....	90

Şekil 4.25. Peynirlerin tat puanları..... 91



SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: MTG enzimi kullanılmaksızın sütün 42°C’de mayalanmasıyla üretilmiş kontrol peynir örneği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
B	: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği
C	: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
D	: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği
dk	: Dakika
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
GRAS	: Generally Recognized as Safe (Genel olarak güvenilir kabul edilen)
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
IDF	: International Dairy Federation (Uluslararası Sütçülük Federasyonu)
MTG	: Mikrobiyal transglutaminaz enzimi
SÇA	: Suda çözünen azot
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
sn	: Saniye
TG	: Transglutaminaz enzimi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
Urea-PAGE	: Urea-Poliakrilamid Jel Elektroforez



1. GİRİŞ

Dünyada üretilen peynir çeşitlerinin büyük çoğunluğu kazeinin rennin enzimi (peynir mayası) ile pıhtılaştırılıp, oluşan pıhtının değişik şekillerde işlenmesi ile üretilir (Koçak, 1991a; Akın, 1998; Akın, 2010).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre Peynir: “Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peynir altı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünleri,” şeklinde tanımlanmaktadır (Anon., 2015).

Türkiye'deki peynir çeşitlerinin tüketimdeki payının %85-89'unu Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri, geri kalan %11-15'ini de çeşitli yöresel peynirler oluşturmaktadır. Ülkemizin başlıca Ege, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde yöre koşullarına, kültürel alışkanlıklara, doğa şartları ile hayvan tür ve ırklarının farklılığına bağlı olarak alışlagelen farklı yapım teknikleriyle çeşitli yöresel peynirler üretilmektedir (Gölge ve Şahan, 2008).

Ülkemizde çok çeşitli peynirler yapılmakta olup, bir kısmı yurdun her yerinde tanınır ve pazarlanır, bir kısmı da mahalli istek ve ihtiyaçları karşılamaktadır. Türkiye'de ekonomik açıdan önemli olan Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri gibi endüstriyel boyutlarda üretilen ticari tip peynirlerin yanı sıra, Dil peyniri, Örgü peyniri, Lavaş peyniri, Sıkma peyniri, Urfa peyniri, Lor peyniri, Çökelek peyniri, Sürk, Abaza peyniri, Erzincan tulum (Şavak) peyniri, Ezine peyniri, Yozgat Çanak peyniri, Çeçil peyniri, Civil peyniri, Otlu peynir, Hellim peyniri, Testi peyniri, Kelle peyniri ve Mihaliç peyniri gibi mahalli peynir çeşitleri

de bulunmaktadır. (Demirci ve ark., 1996; Demirci ve Şimşek, 1997; Durlu-Özkaya 2001; Tarakçı ve ark., 2004; Hayaloğlu, 2008).

Türkiye’de peynir üretiminde ve tüketiminde son yıllarda önemli artışlar olmuştur. Bu artışta en önemli etkenlerden biri; geleneksel peynirlerin üretildiği bölgenin dışında, özellikle büyük şehirlerde de aranır hale gelmesidir. Bu durum, geleneksel olarak bazı yörelerimizde veya illerimizde üretilen peynirlerin endüstriyel ölçekte üretimlerinin başlamasına neden olmuştur (Hayaloğlu, 2008).

Süt ürünleri açısından önemli şehirlerden birisi de Hatay’dır. Hatay kendine has süt ürünü çeşitliliğine sahip bir il olmakla birlikte; bu sektörün iş olanağı sunması ve ekonomik açıdan ulusal ticaretin geliştirilmesine faydalı olması nedeniyle oldukça önemli bir yere sahiptir. Hatay’a özgü süt ürünlerini; Tuzlu yoğurt, Carra peyniri, Sürk peyniri, Künefe peyniri, Sünme peynir, Hatay Dil peyniri ve Hatay Ezme peyniri olarak sıralamak mümkündür (Karaca ve Kırdar, 2016). Bu ürünlerin üretiminde tercihen keçi sütü ve inek sütü kullanılmaktadır (Çayır, 2018).

Köy tipi Hatay peyniri de Hatay iline özgü bir diğer önemli peynir çeşididir. Köy peyniri; hafif sert yapıda, içi beyaz, dışı hafif sarımsı ve gözenekli yapıda, hafif tuzlu tada sahip, genelde fazla olgunlaştırılmayan ya da taze olarak tüketilen bir çeşit peynirdir (Kesenkaş ve ark., 2012). Hatay peyniri; Hatay ili ve çevresinde üretilen köy peynirinin kendine has şekil ve ebatlarda üretilen şeklidir. Peynir tebliğine göre Hatay peyniri taze peynir sınıfına girmekte olup, olgunlaştırılmadan tüketileceği için peynirlerin pastörize süttten yapılması ve taze olduğunun etiketinde belirtilmesi zorunlu kılınmıştır (Anon., 2015). Hatay peynirinin depolama süresinin en fazla 6 ay olması tavsiye edilmektedir.

Hatay peyniri genellikle süte kültür ilave edilmeden, yalnızca rennet enzimi ilave edilerek üretilmektedir. Geçmiş yıllarda yalnızca orta büyüklükteki aile işletmelerinde üretimi gerçekleştirilen Hatay peyniri, son zamanlarda endüstriyel olarak büyük ölçekli işletmelerde üretilmeye başlanmıştır. Taze olarak kahvaltılık ya da böreklik peynir olarak pazarlanmaktadır (Çayır, 2018). 3 kg

polipropilen kare kase ambalaj, 7 kg polipropilen kare kova ambalaj, 15 kg polipropilen kare kova ambalajlarda ambalajlanmakta ve satışa sunulmaktadır (Güneydoğu Süt ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. Yetkilileri¹, Sözlü Görüşme, 2015).

Son yıllarda Hatay’da üretimi önemli ölçüde artan Hatay peyniri; Hatay, Adana ve Mersin illerinde talep görmektedir. Üretim miktarının fazla olmasına rağmen Hatay peyniri ve üretim yöntemi ile ilgili herhangi bir standart bulunmaması nedeniyle ürün özellikleri farklılık göstermektedir (Çayır ve Güzeler, 2014).

Peynirler; Peynir Tebliğinde yağ oranlarına göre Çizelge 1.1’deki sınıflara ayrılırlar. Çukurova bölgesinde Hatay peyniri üretimi çoğunlukla yarım yağlı peynir sınıfında yapılmaktadır (Güneydoğu Süt ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. Yetkilileri¹, Sözlü Görüşme, 2015).

Çizelge 1. 1. Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması (Anon., 2015)

Sınıfı	Kurumaddede süt yağı miktarı(%)
Tam yağlı	$45 \leq \text{Süt yağı}$
Yarım yağlı	$25 \leq \text{süt yağı} < 45$
Az yağlı	$10 \leq \text{süt yağı} < 25$
Yağsız	$10 > \text{süt yağı}$

Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda daha bilinçli hale gelmeleri ve aldıkları günlük kaloriye daha çok dikkat etmeleri nedeniyle, son yıllarda düşük kalorili ve yağı azaltılmış gıdalara olan talep artmıştır (Koca, 2011). Bununla birlikte yağı azaltılmış peynirlerde tat, aroma, yapı, tekstür ve yumuşaklık gibi tüketicinin istediği özellikler yönünden olumsuzluklar oluşmakta, ürün miktarında azalma ve düşük randıman meydana gelmektedir.

Peynirde yağın azaltılması ile oluşan bu kusurların önlenmesi için;

¹ Adres: Mahmutlu Mah. Kadirli Cad. No:151 Kozan/ ADANA

-üretim prosesinde değişiklikler yapılması,
-uygun özellikte ana ve yardımcı starter kültür seçimi ve kullanılması
-yağ ikame maddelerinin kullanımı önerilmektedir (Mistry, 2001; Koca, 2002; Küçüköner, 2003; Küçüköner ve Tarakçı, 2006).

Az yağlı peynirin kalitesini iyileştirmeye yönelik çalışmaların çoğu peynirde suyu arttırmaya yöneliktir. Peynirde su konsantrasyonunun artırılması, ya proteinlerin su tutma kapasitelerini artırarak ya da protein lifleri arasındaki serum kanallarının boyutunu artırarak sağlanabilmektedir. Su içeriğinin artırılması ile peynirde yağın sağladığı, ağızda yağlılık hissi ve arzulanan dokunun bir kısmı sağlanabilmektedir. Ayrıca, peynirde yağın azaltılması ile yağın yerini su almasına karşın eşit oranda yer değiştirme söz konusu olmadığından peynir randımanı düşer (Koca, 2011).

Bu araştırmada, yağı azaltılmış süttten üretilen ve görece kurumaddesi düşük olan Hatay peynirlerinin randıman artışının sağlanması, tekstürel yapısının geliştirilmesi ve gelişen tekstürel yapının depolama süresince korunması amacıyla, peynir üretiminde mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılmış ve farklı ön olgunlaşma sürelerinin peynir kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada enzim uygulanmamış kontrol örneği (A), enzim ile 30 dk ön olgunlaşma uygulaması (B), enzim ile 45 dk ön olgunlaşma uygulaması (C) ve enzim ile 60 dk ön olgunlaşma uygulaması (D) ile üretilmiş dört farklı Hatay peyniri üretilmiştir. Üretilen peynirler 60 gün süresince depolanmış ve depolamanın 1., 15., 30. ve 60. günlerinde peynirlerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Hatay Peyniri ile İlgili Çalışmalar

Yöresel bir peynir olan Hatay peyniri standart bir üretim yöntemine sahip değildir ve genel özellikleri üzerindeki mevcut bilgi çok azdır. Literatürde Hatay peyniri ile ilgili az sayıda araştırmaya rastlanmıştır.

Çayır ve Güzeler (2014) Hatay Köy peynirinin bazı fizikokimyasal özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, Hatay ilinde üretim yapan 17 farklı süt işletmesinden taze Hatay peyniri örnekleri toplamışlardır. Bu örnekler üzerinde pH, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği, yağ, protein, tuz, kurumadde, kurumaddede yağ, kurumaddede protein, kurumaddede tuz, yağsız peynir kitlesinde kurumadde, yağsız peynir kitlesinde su oranı ve mineral madde içeriği analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Hatay peynirlerinin ortalama; pH değeri 6.11, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği %0.35, yağ oranı %12.78, protein oranı %18.29, tuz oranı %3.23, kurumadde oranı %36.11, kurumaddede yağ oranı %35.39, kurumaddede protein oranı %48.68, kurumaddede tuz oranı %8.22, yağsız peynir kitlesinde kurumadde oranı %41.56, yağsız peynir kitlesinde su oranı %58.34 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Peynirlerin mineral madde içerikleri analizi sonucunda ise; Hatay peynirlerinin 208.87 mg/100g Ca, 65.85 mg/100g K, 8.94 mg/100g Mg, 542.68 mg/100g Na, 0.30 mg/100g Fe ve 0.941 mg/100g Zn içerdiği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda, Hatay peynirinin yağlı ve yarı sert peynirler sınıfına girdiği ve taze tüketime uygun bir peynir olduğu ifade edilmiştir. Üretim prosesinin standardize edilmesi ve depolama süresinin araştırılması gerektiği savunulmuştur.

Çayır (2018) tarafından yapılan araştırmada; inek sütü, keçi sütü ve bu sütlerin farklı oranlarda karışımından elde edilen sütlerle Hatay peyniri üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen peynirlerin bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırmada peynirler; sütün 65°C’de 30 dakika süresince ısıl işlem uygulanarak kültür kullanılmadan üretilmiştir. 90 gün süresince depolanan peynirlerde; pH

değeri, titrasyon asitliği, kurumadde oranı, yağ oranı, kurumaddede yağ oranı, protein oranı, kurumaddede protein oranı, suda çözünen azot oranı, olgunlaşma derecesi, tuz oranı, kurumaddede tuz oranı, pıhtı sıklığı, toplam serbest yağ asitleri, yağ asitleri kompozisyonu, toplam serbest aminoasit miktarı, organik asit ve amino asit miktarı, renk, tekstür ve duyu analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda Hatay peynirlerinin titrasyon asitliği (%0.22-0.54), kurumaddede yağ (%40.67-47.90), tuz (%4.13-4.93), kurumaddede tuz (%9.67-13.89), toplam serbest yağ asitleri (%0.62-4.72), suda çözünen azot (%0.09-0.58), toplam serbest aminoasit miktarı (0.18-1.62 mg Leu/100 mL), olgunlaşma derecesi (%3.31-25.37), pıhtı sıklığı (56-105 1/10 mm) ve b* (7.82-12.45) değerinin depolama süresince artış gösterdiği bildirilmiştir. Peynirlerin pH (5.49-6.47), kurumadde (%35.38-44.24), yağ (%16.89-21.60), protein (%13.78-17.48), kurumaddede protein (%36.14-44.16), L* (89.88-93.17), a* (-2.01- -3.74), dış yapışkanlık (-10.98- -37.86 N), elastikiyet (0.86-0.96g), esneklik (0.27-0.44) değerleri ve duyu özellik puanları ise depolama süresince azalmıştır. Hatay peynirlerinin sakızimsılık (689.99-1914.70 N) ve çiğnenebilirlik (405.80-2059.60 J) gibi diğer tekstürel özelliklerinde ise depolama süresince artış ve azalışların meydana geldiği belirtilmiştir. Peynirlerin yağ asitleri kompozisyonu analizi sonucunda; Hatay peynirinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin palmitik asit olduğu ve bunu sırasıyla; oleik asit (%21.71-28.71), stearik asit (%11.45-13.91), miristik asit (%9.34-9.93), kaprik asit (%2.54-8.58) ve diğer yağ asitlerinin izlediği bildirilmiştir. Nükleik Magnetik Rezonans Spektroskopisi yöntemi (NMR) ile organik asit ve aminoasitlerin belirlendiği analiz sonucunda, tüm Hatay peyniri örneklerinde, laktik asit ve asetik asit oranının depolama süresince arttığı ve %100 inek sütü kullanılarak üretilen peynir örneğinde fenilalanin, arginin, valin, izolösin ve lösin gibi diğer bazı aminoasit oranlarında da artış saptandığı ifade edilmiştir. Yapılan duyu değerlendirmeler sonucunda ise depolama süresince tüm özellikler bakımından en çok tercih edilen örneğin %100 inek sütünden elde edilen peynir örneği olduğu bildirilmiştir.

2.2. Hatay Peynirine Benzeyen Taze Peynirler ile İlgili Çalışmalar

Lobato-Calleros ve ark. (2000) tarafından yapılan bir araştırmada taze Beyaz peynirlerde sodyum kazeinat kullanımının peynirlerin viskoelastik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda sodyum kazeinat ilavesinin taze peynirlerin randımanını arttırdığı ve nem kaybını azalttığı ifade edilmiştir. Taze peynirlerin elastiklik ve viskozite değerlerinin nem ve pH değerleri ile birlikte artış gösterdiği belirtilmiştir. Sodyum kazeinat ilavesinin taze peynirlerin viskoelastik özellikleri üzerinde önemli farklılıklara neden olduğu bildirilmiştir.

Türkoğlu ve ark. (2003) tarafından yapılan araştırmada, Şanlıurfa iline satışa sunulan 8 adet taze Urfa peyniri örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Araştırma sonucunda taze Urfa peynirlerinin pH değerinin 5.02-5.24, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerlerinin % 0.36-0.41, yağ oranının % 8.6-16.4, kurumaddede yağ oranının %12.36-20.18, protein oranının %28.79-54.6 ve kül oranının % 0.94-1.6 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Yıldız (2003) tarafından yapılan bir araştırmada, Ankara piyasasında satışa sunulan Urfa peynirlerinin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal niteliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 30 adet örnek üzerinde gerçekleştirilen analizler sonucunda, Urfa peynirlerinin mikrobiyolojik olarak düşük kaliteli olduğu ve üretim sırasında gerekli hijyenik koşulların sağlanmadığı tespit edilmiştir. Peynirlerin ortalama kurumadde oranları %48.33, yağ oranları % 22.96, kurumaddede yağ oranları % 47.48, protein oranları % 17.53, tuz oranları % 6.80, kurumaddede tuz oranları % 17.53, kül oranları % 2.107, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri % 1.23, pH değerleri 5.44, toplam azot oranları % 2.747, suda çözünen azot oranları % 0.411, olgunlaşma katsayısı % 15.25 ve protein olmayan azot değerlerinin % 0.26 olarak saptandığı belirtilmiştir. Duyuşal nitelikler bakımından incelendiğinde, peynirlerin beklenen kalite kriterlerine sahip olmadığı bildirilmiştir.

Atasoy (2004) tarafından yapılan araştırmada inek, keçi ve koyun sütleri kullanılarak üretilen Urfa peynirlerinin bazı özellikleri üzerine farklı pastörizasyon sıcaklıkları ve farklı starter kültür kullanımının etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda Urfa peyniri üretiminde yüksek pastörizasyon sıcaklığı uygulamasının peynirlerin duysal ve kimyasal niteliklerini olumsuz etkilemesi sebebiyle düşük pastörizasyon sıcaklıklarının uygulanmasının uygun olduğu bildirilmiştir. Keçi veya koyun sütü kullanımının olumlu etkilere neden olduğu ve starter kültür olarak *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* - *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* - *Streptococcus thermophilus* karışımlarının kullanılmasının daha uygun olacağı ifade edilmiştir.

Mutluer (2007) tarafından yapılan araştırmada taze peynir sınıfındaki Sünme peynirlerin üretiminde farklı oranlarda tuz içeren salamura kullanımının etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, farklı tuz konsantrasyonlarının peynirlerin pH değeri, titrasyon asitliği, kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, protein, kurumaddede protein, tuz, kurumaddede tuz, erime, toplam azot, suda çözünen azot, % 12 TCA'da çözünen azot, % 5 PTA'da çözünen azot, kazein azotu, proteoz-pepton azotu oranları ve toplam azot içerisindeki suda çözünen azot, % 12 TCA'da çözünen azot, % 5 PTA'da çözünen azot, kazein azotu, proteoz-pepton azotu oranları ve duysal niteliklerini önemli düzeyde etkilediği belirtilmiştir.

Yalçın ve ark. (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, Şanlıurfa ilinde satışa sunulan Urfa peynirlerinin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. 30 adet taze Urfa peynirinin kullanıldığı araştırmada, peynirlerin ortalama rutubet oranının %51.48, yağ oranının %22.02, kurumaddede yağ oranının %45.75, tuz oranının %9.29, kurumaddede tuz oranının %20.01, kül oranının %9.51, titrasyon asitliğinin laktik asit cinsinden %0.29 ve pH değerinin 6.01 olarak belirlendiği ifade edilmiştir.

Hayaloğlu ve Güven (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, altı farklı *Lactococcus* suşu ile üretilen taze Beyaz peynirlerin bazı özellikleri incelenmiştir.

Bu suşlardan ikisi *Lc. lactis* subsp. *lactis* UC317 ve NCDO763, dördü ise *Lc. lactis* subsp. *cremoris* SK11, HP, Wg2 ve AM2 olarak seçilmiştir. Farklı *Lactococcus* türleri peynirlerin pH değerleri üzerinde önemli farklılıklara sebep olmuştur. Taze peynirlerin bileşimleri genel olarak birbirine yakın bulunmasına rağmen, suda çözünen azot, %12 trikloroasetik asitte çözünen azot, toplam serbest amino asit ve toplam serbest yağ asidi içerikleri arasında önemli farklılıkların saptandığı belirtilmiştir. Wg2 ve AM2 suşları dışındaki tüm suşların taze peynirlerin kalite özellikleri üzerinde olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Karaca ve ark. (2008) tarafından yapılan araştırmada, Hatay'da üretimi gerçekleştirilen taze Künefe peyniri örneklerinin bileşim özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; Künefe peynirlerinin ortalama pH değerlerinin 5.36, laktik asit cinsinden titrasyon asitliğinin %0.628, kurumadde oranının %46.43, yağ oranının %24.12, kurumaddede yağ oranının %51.88, tuz oranının %0.24, kurumaddede tuz oranının %0.53, protein oranının %19.60, kurumaddede protein oranının %42.29 ve kül oranının %2.20 olduğu belirlenmiştir.

Öksüztepe ve ark. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, Elazığ ilinde satışa sunulan taze Beyaz peynirlerin mineral madde ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 30 adet peynir örneğinde gerçekleştirilen analizler sonucunda, peynirlerin ortalama 10112.4 mg/kg kalsiyum, 3908.65 mg/kg fosfor, 611.38 mg/kg magnezyum, 692.03 mg/kg sodyum, 928.92 mg/kg potasyum, 0.42 mg/kg bakır, 20.50 mg/kg çinko, 0.68 mg/kg mangan, 21.33 mg/kg demir, 0.79 mg/kg krom ve 10.61 mg/kg alüminyum içerdiği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda; arsenik, kadmiyum, kobalt, nikel, kurşun gibi ağır metallerin tespit edilebilir seviyenin altında olduğu ve önemli düzeyde risk taşımadığı belirtilmiştir.

Elsamani ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, inek sütü ile farklı oranlarda karıştırılan acı bakla sütü kullanılarak taze Beyaz peynir üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen peynirlerin bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Araştırmada acı bakla sütü ilavesinin peynir randımanını, protein, yağ, kurumadde ve asitlik oranını önemli ölçüde arttırdığı,

kül oranını ve pH değerini ise azalttığı belirtilmiştir. Acı bakla sütü ilavesinin peynirlerin tat, yapı, koku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini arttırdığı bildirilmiştir.

Ojedapo ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, Batı Afrika'da üretilen yumuşak taze Beyaz peynir sınıfındaki Wara peynirlerinin bazı özellikleri üzerine tuzlama işleminin etkileri araştırılmıştır. Tuzlanmayan peynirlerin randımanının daha yüksek olduğu, ancak; kurumadde, yağ, protein ve kazein oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca tuzlanmamış taze peynirlerde pıhtılaşma süresinin daha uzun olduğu ifade edilmiştir.

Gonzalez ve ark. (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, Meksika'da üretilen ve satışa sunulan taze Beyaz peynir çeşidi olan Aro peyniri örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri incelenmiştir. Piyasadan toplanan farklı örneklerin ağırlık, çap, yükseklik ve renk (L^* ve b^*) gibi fiziksel özellikleri arasında farklılık bulunmadığı, ancak sertlik ve yapışkanlık değerlerinde farklılıklar gözlemlendiği bildirilmiştir. Aro peynirlerinin pH değerlerinin 5.82 ile 6.08 arasında değiştiği, nem, protein ve yağ oranlarının genel olarak diğer taze peynirler ile benzeştiği ifade edilmiştir.

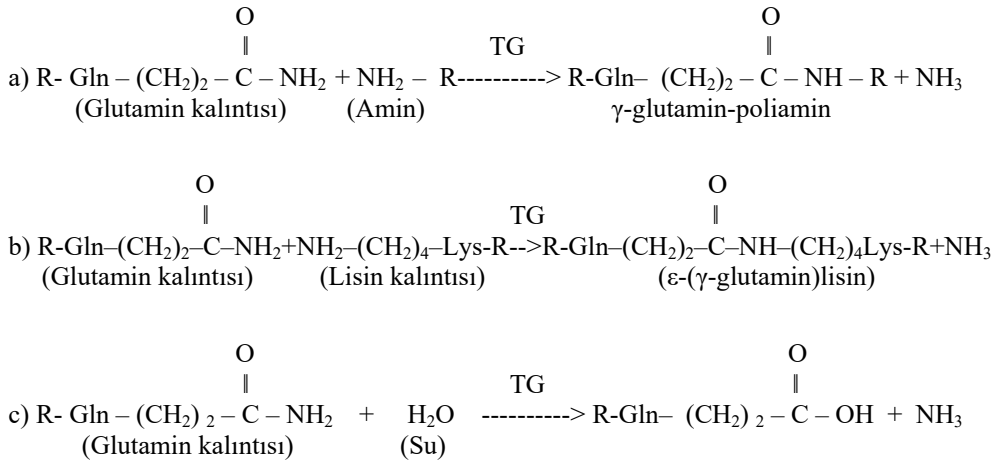
2.3. Peynirlerde Mikrobiyal Transglutaminaz (MTG) Enzimi Kullanımı

Transglutaminaz, doğada yaygın olarak bulunan ve amin birleşmesi, çapraz bağ oluşumu ve deamidasyon tepkimeleri ile proteinleri modifiye edebilen bir transferaz enzimidir (Ikura ve ark., 1984; Motoki ve ark., 1984; Ando ve ark., 1989; Pasternack ve ark., 1998; Jiang ve Yin, 2001; Truong ve ark., 2004; Yokoyama ve ark., 2004; Mariniello ve ark., 2008; Yüksel ve Erdem, 2009; Huang ve ark., 2010; Mahmood ve Sebo, 2012; Kieliszek ve Misiewicz, 2014; Abdulqadr ve ark., 2015; Jooyandeh ve ark., 2015). Transglutaminaz enzimi (EC 2.3.2.13, protein-transglutaminase γ -glutamy transferase); bir peptid bağındaki glutaminil kalıntısının ϵ -karboksiamid grubu (açıl verici) ile bir primer amin (açıl alıcı) arasındaki açıl-transfer tepkimesini katalizler (Kanaji ve ark., 1993; Motoki ve

Seguro, 1998). Bir peptid bağındaki lizin kalıntısının ϵ -amino grubu substrat işlevini üstlenirse de bu iki peptid zinciri ϵ -(γ -glutamil) lizin [ϵ -(γ -Gln)Lys] bağı ile çapraz bağlanırlar. Transglutaminaz (TG) enzimi; et ürünleri, balık ürünleri, süt ürünleri, bakliyat ürünleri ve tahıl ürünlerinde tekstürel ve fonksiyonel özellikleri artırmak için kullanılmaktadır. (Kuraishi ve ark., 2001; Gan ve ark., 2008; 2009; Yokoyama ve ark., 2010).

TG'ın katalizlediği reaksiyonlar;

- 1) Peptid veya proteine bağlı glutamin'in yapısındaki γ -karboksiamid ile primer amin arasında açıl transfer reaksiyonunu katalizler (Şekil 1.1.a).
- 2) Glutamin ve lizin amino asitleri arasında ϵ -(γ -Glu)lizin çapraz bağının oluşumunu katalizler (Şekil 1.1.b).
- 3) Ortamda uygun bir primer amin bulunmaması veya lizinin ϵ -amin grubunun belirli ajanlarla bağlanması durumunda suyun kullanılmasını katalizler (Şekil 1.1.c) (Ando ve ark. 1989; Folk, 2000; Öner, 2004; Ali ve ark., 2010; Nahid ve ark., 2010; Luciano ve Arntfield, 2012).



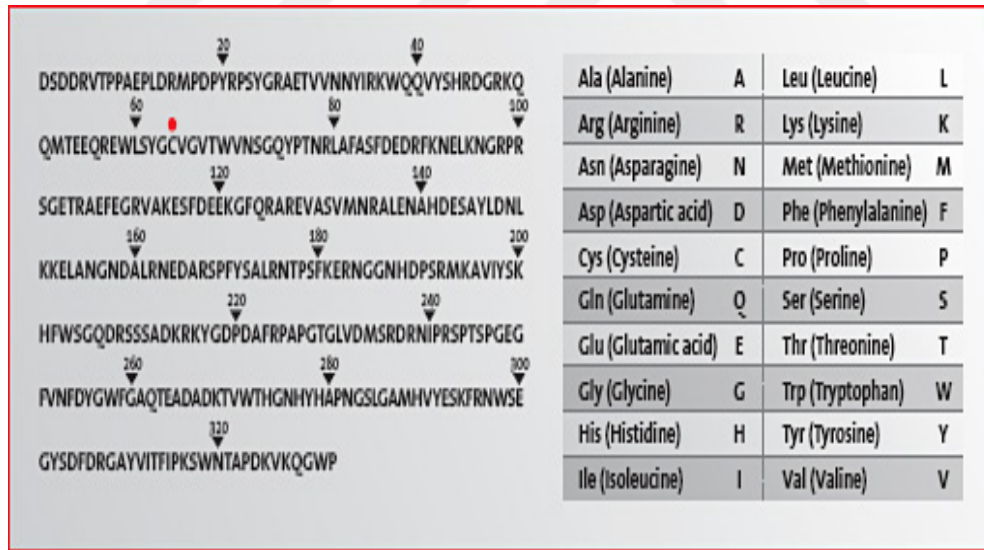
Şekil 2.1. Transglutaminazın katalizlediği genel reaksiyonlar: a) Açıl-transfer reaksiyonu, b) Glutamin ve lizin arasında çapraz bağlanma, c) Deamidasyon (Kuraishi ve ark., 2001; Özrenk, 2006)

TG enzimi, açıl-transferaz reaksiyonları ile kovalent çapraz bağlanmayı katalize eder ve yüksek moleküllü polimerler oluşturur. Dolayısıyla proteinlerin termal stabiliteleri, jel oluşturma yetenekleri, su tutma kapasiteleri, emülsifikasyon özellikleri ve besinsel özellikleri üzerinde önemli rol oynar (Motoki ve Seguro, 1998; Kuraishi ve ark., 2001; Rahila ve ark., 2015).

Transglutaminaz, hayvansal dokularda ve vücut sıvılarında bulunmakta olup, kanın pıhtılaşması, yaraların iyileşmesi, epidermal keratinizasyon ve eritrosit membranının sertleşmesi gibi birçok biyolojik olayda yer almaktadır. Transglutaminazlar ayrıca bitkiler, mikroorganizmalar ve balık dokularında da bulunmuştur (Yüksel ve Erdem, 2007). Son yıllardaki çalışmalar, bezelye, ıspanak, şeker pancarı ve bakla gibi bitkilerin dokularında da TG aktivitesinin bulunduğunu göstermiştir. Transglutaminaz, elde edilme kaynaklarına göre, hayvan dokuları ve organlarında bulunan yapısal transglutaminaz ve mikrobiyal transglutaminaz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Serdaroğlu ve Turp, 2003).

Daha kolay ve ekonomik olarak elde edilebilmesinin yanında ticari üretiminin gerçekleştirilmesi nedeniyle, gıdalarda daha çok mikroorganizmalardan elde edilen transglutaminazlar (MTG) tercih edilmektedir. Enzim üretim zinciri için binlerce mikroorganizma kolektif olarak çalışır. Çoğu mikroorganizmaların “Hidromate Yöntemi” ile TG ürettiği gözlenmiştir (Nonaka ve ark., 1989). Mikroorganizmalar TG’ı metabolizma artışı olarak atarlar. Bu enzimin protein zincirlerini, G formundan L formuna dönüştürebilme gibi özel bir yeteneğe sahiptir. Mikroorganizma olarak ise özellikle *Streptoverticillium* (*S. mobaraense* ve *S. griseocameun*) cinsi bakteriler etkin bir şekilde kullanılmaktadır. *Streptoverticillium mobaraense*, *Streptoverticillium ladakanum* ve *Streptoverticillium lydicus* tarafından hücre dışı, *Bacillus subtilis* ve *Physarum polycephalum* tarafından ise hücre içi olmak üzere birçok mikroorganizmanın da TG enzimi ürettiği belirlenmiştir (Mariniello ve ark., 2008; Mirzaei, 2011; Kieliszek ve Misiewicz, 2014).

Mikrobiyal Transglutaminazın molekül ağırlığı yaklaşık 38000 Da olup, 331 amino asitten oluşur. İzoelektrik noktası 8.9 pH'dır (Abd-Rabo ve ark., 2010; Anon., 2018). Mikrobiyel TG geniş bir pH ve sıcaklık aralığında aktivite göstermesi nedeniyle birçok gıdada (süt, yoğurt, et, soya ve ekmek) kullanılmaktadır (Ikura ve ark., 1980). MTG'ın optimum pH'sı 5-8 arasındadır. Bununla beraber pH 4 ve pH 9'da da enzimatik aktiviteye sahiptir. Enzimatik aktivite açısından maksimum sıcaklık 50°C'dir ve aktivitesini 50°C'de 10 dakika boyunca sürdürebilir. Diğer taraftan sıcaklığın 70°C'ye yükselmesi ile aktivitesini birkaç dakika içinde kaybedebilmektedir. MTG, 10°C ve donma noktasında da bir oran aktiviteye sahiptir (Motoki ve Seguro, 1998; Motoki ve Kumazawa, 2000; Kurt ve Zorba, 2004; Öner, 2004; Yokoyama ve ark., 2004; Yüksel ve Erdem, 2007). Cu, Zn, Pb ve Li gibi ağır metaller sisteinin thiol grubunu bağladıkları için mikrobiyal transglutaminazı inhibe eder (Öner, 2004).



● Active Center

Şekil 2.2. Mikrobiyal transglutaminazın primer yapısı (Anon., 2018)

Transglutaminaz aktif merkezinde sistein (Cys) bulunan bir SH-enzimdir. SH grubunun modifikasyonu bu enzimin aktiviteleri inhibe edilebilir. SH grubunun oksidasyonu enzim aktivitesinin kaybına yol açar. Enzim aktivitesinin korunması için enzimin paketlenmesinde oksijeni absorbe eden bir ambalaj materyali kullanılır. Bu sebeple enzimin kullanımı sırasında ambalajı açıldıktan sonra hava ile temasının önlenmesi gerekir (Anon., 2018).

Transglutaminazın uygulanması sırasında kalsiyumun enzime bağlanması sonucunda, enzimatik aktivite için esansiyel olan yapısal değişiklikler meydana gelmektedir. Enzimatik aktivite için ortamda Ca^{++} iyonuna ihtiyaç vardır. Mikrobiyal kaynaklı olan TG'larda enzimatik aktivite için kalsiyum ilavesine gereksinim duyulmamaktadır (Ando ve ark., 1989; Motoki ve Seguro, 1998; Motoki ve Kumazawa, 2000; Yıldırım ve ark., 2000; Öner, 2004; Pfeleiderer ve ark., 2005; Farnsworth ve ark., 2006; Mariniello ve ark., 2008; Shleikin ve ark., 2008; Tagami ve ark., 2009). Mikrobiyal TG'lardan bazılarının ise Ca^{++} iyonuna ihtiyaç gösterdiği bildirilmiştir (Kuraishi ve ark., 2001).

Transglutaminaz ABD'de GRAS kabul edilmekte ve ABD Tarım Bakanlığı tarafından et, süt, ekmek ve balık ürünlerinde kullanımına izin verilmektedir (Motoki ve Kumazawa, 2000; Anon., 2001; Ercili-Cura, 2012).

Proteinlerin fonksiyonel nitelikleri, gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında proteinlerin davranışlarını kontrol eden ve ayrıca ürün kalitesi ile tüketici tercihlerini etkileyen nitelikleri ifade eder. Proteinlerin gıdalardaki fonksiyonel nitelikleri yapılarının modifikasyonu ile geliştirilebilmektedir. Protein yapısı kimyasal, fiziksel ve enzimatik metodlar kullanılarak modifiye edilebilmektedir (Faergemand ve ark., 1998; Yıldırım ve ark., 2000). Kimyasal modifikasyon yerine enzimatik modifikasyon kullanılması enzimatik reaksiyonların daha spesifik olmaları, yalnızca katalitik etki yapacak miktarı gerektirmeleri ve toksik yan ürünlerin meydana gelme olasılığının daha az olması nedeniyle avantajlıdır (Faergemand ve ark., 1998; Mirzaei, 2011). Bu amaçla enzimler gıda proteinlerinin fonksiyonel niteliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde endüstriyel alanda

yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Protein moleküllerinin çapraz bağlanma ve agregasyon ile üç boyutlu ağ-yapılar içerisinde bir araya gelmeleri gıdalarda arzulanan özelliklerde yeni yapılar geliştirmede en önemli süreçlerdir. Gıda endüstrisinde bu amaç için en uygun enzim olduğu bildirilen transglutaminazın (TG) katalize ettiği glutamin ile lisin arasındaki bağlantı sonucunda protein molekülleri arasında yeni bağlar oluşmakta ve bu bağlar aracılığı ile ürünün viskoelastik özellikleri iyileşmektedir (Anon., 2018).

Transglutaminazın birçok gıda proteini ile çapraz bağlanma oluşturduğu ve özellikle süt proteinleri arasında yer alan kazeinlerin transglutaminaz için çok iyi substrat oldukları bilinmektedir (Ikura ve ark., 1980; Lauber ve ark., 2000; Schorsch ve ark., 2000a,b; Kuraishi ve ark., 2001; Özrenk, 2006; Şanlı ve ark., 2011; Özer ve ark., 2012; Şanlı, 2015).

MTG'nin peynir üretiminde kullanımının üç şekilde yapılabileceği bildirilmektedir;

- 1) Süte MTG eklenir, süt pastörize edilir ve sonra rennet ilave edilir,
- 2) süte rennet eklenir ve sonra MTG ilave edilir,
- 3) süte rennet ile aynı zamanda MTG eklenir (Kuraishi ve ark., 2001).

Mahmood ve Sebo (2009) tarafından yapılan araştırmada, *Streptoverticillium mobaraense* bakterisinden izole edilen MTG enziminin süt proteinleri arasındaki çapraz bağlanma reaksiyonlarını arttırarak inek sütünden elde edilen yumuşak peynirlerin randıman ve bazı özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılması araştırılmıştır. Araştırmada farklı oranlarda enzimler farklı zamanlarda uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, rennetten önce enzim ilave edilmesinin süütün pıhtılaşmasını engellediği, aynı anda ilave edilmelerinin pıhtı kuvveti ve peynir sertliğini azalttığı ve peyniraltı suyunda protein ve yağ kaybını arttırdığı bildirilmiştir. Enzim ilavesi için en uygun zamanın pıhtı oluşumu ve kesiminden sonrası olduğu ifade edilmiştir. MTG enzimi ilavesi peyniraltı suyu

proteinleri ile pıhtı proteinleri arasındaki çapraz bağlanmayı enzim konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak arttırmıştır. Araştırmada çapraz bağlanma reaksiyonu SDS-PAGE elektroforez analizi ile incelenmiş, α_s -kazein, β -kazein ve peynir altı suyu proteinleri bantlarının yoğunluğunda bir azalma ile birlikte yüksek moleküler ağırlık bandı tespit edilmiştir. MTG enziminin peynirin protein ve toplam kurumadde oranlarını arttırırken, peyniraltı suyunun protein oranını azalttığı belirtilmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise, 8 günlük depolama süresince enzim ilaveli peynirlerin kontrol örneklerine oranla daha çok beğenildiği bildirilmiştir.

Di Pierro ve ark. (2010), *Streptococcus thermophilus* bakterisinden izole edilen kalsiyumdan bağımsız MTG enzimi kullanarak “Çapraz bağlı peynir” (crosslinked cheese) olarak adlandırdıkları yeni bir peynir elde etmişlerdir. Araştırmada örneklerden birinde MTG ve süt pıhtılaştırıcı enzim aynı anda ilave edilmiş, diğerinde ise pıhtının kırılmasının ardından MTG ilavesi yapılmıştır. Her iki durumda da nem oranı ve peynir randımanlarının yüksek olduğu belirtilmiştir. Ancak yalnızca ikinci yöntemle üretilen peynirlerin protein oranlarında %33.8’den %39.5’e önemli bir artış meydana gelmiştir. Araştırma sonucunda esas olarak β -kazeinin pıhtıda meydana gelen transglutaminaz katalizörlü çapraz bağlara dahil olduğu, ancak yalnız MTG’nin süt pıhtılaştırıcı enzim ile aynı anda ilave edilmesiyle çok az miktarda α_s -kazein izoformlarının pıhtıda yer aldığı ifade edilmiştir. Suda çözünen azot ve HPLC ile yapılan peptid analizleri sonucunda, peynirlerin proteoliz oranlarının olgunlaşma süresince azaldığı ve buna bağlı olarak MTG ilaveli peynirlerin sertlik değerlerinin arttığı bildirilmiştir.

Dmytrow ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada, asitle pıhtılaştırılan sütlerden elde edilen Tvarog peynirlerinde MTG enzimi kullanım olanakları araştırılmıştır. Fermantasyon işleminden önce protein polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Araştırmada üç çeşit Tvarog peyniri üretilmiştir: (i) inaktif MTG enzimi içeren süttten üretilen peynir (enzim süte ilave edildiğinde aktiftir ancak uygulanan ısı işlemi sonucunda inaktif hale getirilir), (ii) aktif MTG içeren

peynir ve (iii) kontrol örneği (MTG ilave edilmemiş peynir). Üretilen peynirler polietilen ambalajlar ile vakum-paketleme yöntemiyle paketlenmiş ve 5°C’de 21 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince inaktif MTG içeren peynirlerin su salımının fazla olmasına rağmen duyuşal özelliklerinin aktif MTG içeren peynirlerden ya da kontrol örneğinden daha iyi olduğu belirtilmiştir. Peynirlerin yağ oranları üzerinde depolama süresinin ve aktif ya da inaktif MTG enzimi kullanımının etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Peynirlerin nem oranı yalnızca depolama süresinden etkilenmiştir. Peynirlerin titrasyon asitliği, pH ve sertlik değerlerinin ise aktif ya da inaktif MTG enziminin varlığına ve depolama süresine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Sa ve Borginon-Luiz (2010) tarafından yapılan bir araştırmada, MTG enziminin rennetin pıhtılaştıma özellikleri ve elde edilen peynirin bazı özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada MTG enzimi; rennet ilavesinden önce, rennet ile aynı anda ve rennet ilavesinden sonra olmak üzere üç farklı şekilde eklenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda rennet ilavesinden sonra MTG enzimi eklenmesinin peynirin fiziksel özellikleri bakımından en iyi sonucu verdiği, sinerezi azaltıp peynir yoğunluğunu arttırdığı ve enzimatik çapraz bağlanmayı sağladığı bildirilmiştir.

Şener (2012) tarafından yapılan araştırmada, MTG enzimi ve rennetin birlikte kullanılmasıyla elde edilen Beyaz peynirlerde mayalama sıcaklıklarının; proteoliz, tekstür ve randıman özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Rennet ile pıhtılaştırma 30 ve 34°C sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Üretilen peynir örnekleri %10’luk salamura içinde 4°C’de 90 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Her iki sıcaklıkta da MTG enzimi kullanımıyla randıman artışı gözleendiği, MTG ilaveli örneklerin kurumadde oranlarının kontrol örneğinden düşük olmasına rağmen protein oranları açısından önemli farklılıkların gözlenmediği bildirilmiştir. MTG enzimi ilaveli peynirlerin sertlik, esneklik, dış yapışkanlık, dış yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. MTG enziminin peynirlerin proteolizi üzerinde yavaşlatıcı etkisinin

bulunmadığı saptanmıştır. Kontrol örneklerinin toplam serbest aminoasit oranlarının ve hidrofobik peptidlerin konsantrasyonunun MTG enzimi ilaveli peynirlere oranla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Peynirlerin laktik asit, pH ve tuz penetrasyon profilleri arasında ise önemli bir farklılığın bulunmadığı belirtilmiştir. Araştırma sonucunda; MTG enziminin proteini çapraz bağlama özelliğinden faydalanarak Beyaz peynirin tekstürel özelliklerinin ve randımanının artırılabilceği ve randıman değerleri göz önünde bulundurulduğunda en uygun mayalama sıcaklığının 34°C olduğu bildirilmiştir.

Hu ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada, MTG enzimi kullanımının az yağlı Cheddar peynirlerinin randıman, bileşim, proteoliz ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. MTG ilavesinin peynirlerin protein, yağ kazanımı ve randıman özelliklerini belirgin bir şekilde geliştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, nem içeriğindeki artışa bağlı olarak, MTG ilaveli düşük yağlı peynirin proteoliz derecesinin ilk 15 gün içinde MTG ilavesi yapılmadan üretilen peynirden daha yüksek olduğu ve sertlik değerinin de erken olgunlaşma sırasında önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Diğer yandan, MTG enzimi tarafından katalize edilen ek kovalent çapraz bağının olgunlaşma sırasında proteoliz üzerinde hafif bir olumsuz etkiye sahip olduğu ve MTG enzimi içermeyen düşük yağlı peynirden daha sert bir doku ve daha düşük bir erime kabiliyetine sahip olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak, MTG ilavesinin az yağlı peynirlerin randımanını arttırdığı ve tekstürel özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir.

Özer ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmada Beyaz peynir üretiminde MTG kullanımının randımanı artırdığı ve MTG'nin ön olgunlaşma sıcaklığının da randıman artışında etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Peynir üretiminde randımanın artırılması yanında yağ azaltılmış peynirlerdeki kusurların azaltılması amacıyla MTG'dan yararlanılmaktadır.

Eren Karahan (2016)'nın yaptığı çalışmada, pıhtı kesiminden hemen sonra ve rennetle aynı anda farklı oranlarda MTG katılarak yarım yağlı Beyaz peynir üretilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre MTG ilavesinin; verimde

belirgin bir artış sağladığı (özellikle enzimin pıhtı kesiminden sonra katıldığı örneklerde), Beyaz peynirlerin genel bileşim özelliklerinde olumsuz etki oluşturmadığı, proteolizi kısmen yavaşlattığı ve peynirin tekstürel ve duysal özelliklerinde gelişme sağladığı bildirilmiştir. 0.50 ve 1.00 U/g düzeyinde MTG uygulanan peynirlerin özelliklerinin yağlı kontrol peynirine daha yakın olduğu bildirilmiştir.

Karzan ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmada, keçi sütü peyniraltı suyu kullanılarak üretilen peynirlerde MTG enziminin etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda MTG enzimi kullanımının peynir randımanının %0.7'den %1.01'e yükseldiği, sertlik değerlerinde de belirgin bir artış sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca MTG enziminin peynirlerin bazı duysal özellikleri, acılık ve tekstürel özelliklerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği, ancak renk, koku, gözeneklilik ve kıvam özellikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmadığı bildirilmiştir.

Gemici (2017) tarafından yapılan araştırmada, MTG enzimi kullanılarak üretilen az yağlı Kaşar peynirleri üzerinde 90 günlük depolama süresince meydana gelen değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda peynir örnekleri arasında olgunlaşma süresince kurumaddede yağ oranları haricinde fizikokimyasal, tekstürel, duysal ve mikrobiyolojik özellikler açısından farklılık saptanmadığı belirtilmiştir. HPLC kullanılarak yapılan peptit profili analizi ve elektroforetik analizleri sonucunda MTG ilaveli peynirin kontrol örneğine göre daha yüksek molekül ağırlıklı ve hidrofobitesi yüksek peptitlere sahip olduğu ifade edilmiştir. Araştırmanın sonucunda MTG enziminin Kaşar peyniri örnekleri üzerinde olumlu ya da olumsuz bir etkiye sahip olmadığı savunulmuştur. Ayrıca peynirlerde verimin arttırılacağı düşünülmese de, MTG kullanımının verimi etkilemediği bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. İnek Sütü**

Araştırmada hammadde olarak; Güneydoğu Süt Firmasına gelen Holstein ve Simental ırkı ineklerin sütlerinin karışımı kullanılmış ve deneme peynirlerinin üretimi Güneydoğu Süt Fabrikası'nda gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Transglutaminaz Enzimi

Araştırmada gerçekleştirilen üretimlerde Barentz Gıda ve Kimya Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilen Ajinomoto -ACTIVA YG mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılmıştır.

3.1.3. Peynir Mayası

Çalışmada Chr-Hansen firmasına ait NATUREN® MANDRA 175 (175 IMCU değerinde olup 1/16.000 kuvvetinde; minimum %80 Kimozin enzimi, maksimum %20 Pepsin enzimi içermektedir) şirden mayası kullanılmıştır.

3.1.4. Kalsiyum Klorür (CaCl₂)

Araştırmada Solvay marka kalsiyum klorür (CaCl₂) kullanılmıştır.

3.1.5. Tuz

Aktentaş Aksaray Tarım Endüstri Ticaret A.Ş. firmasından temin edilen Saray Tuz marka sofr tuzu kullanılmıştır.

3.1.6. Ambalaj Materyali

Adana Doğan Plastik firmasından temin edilen 3 kilogramlık polipropilen kare kase ambalaj kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Hatay Peyniri Üretim Yöntemi

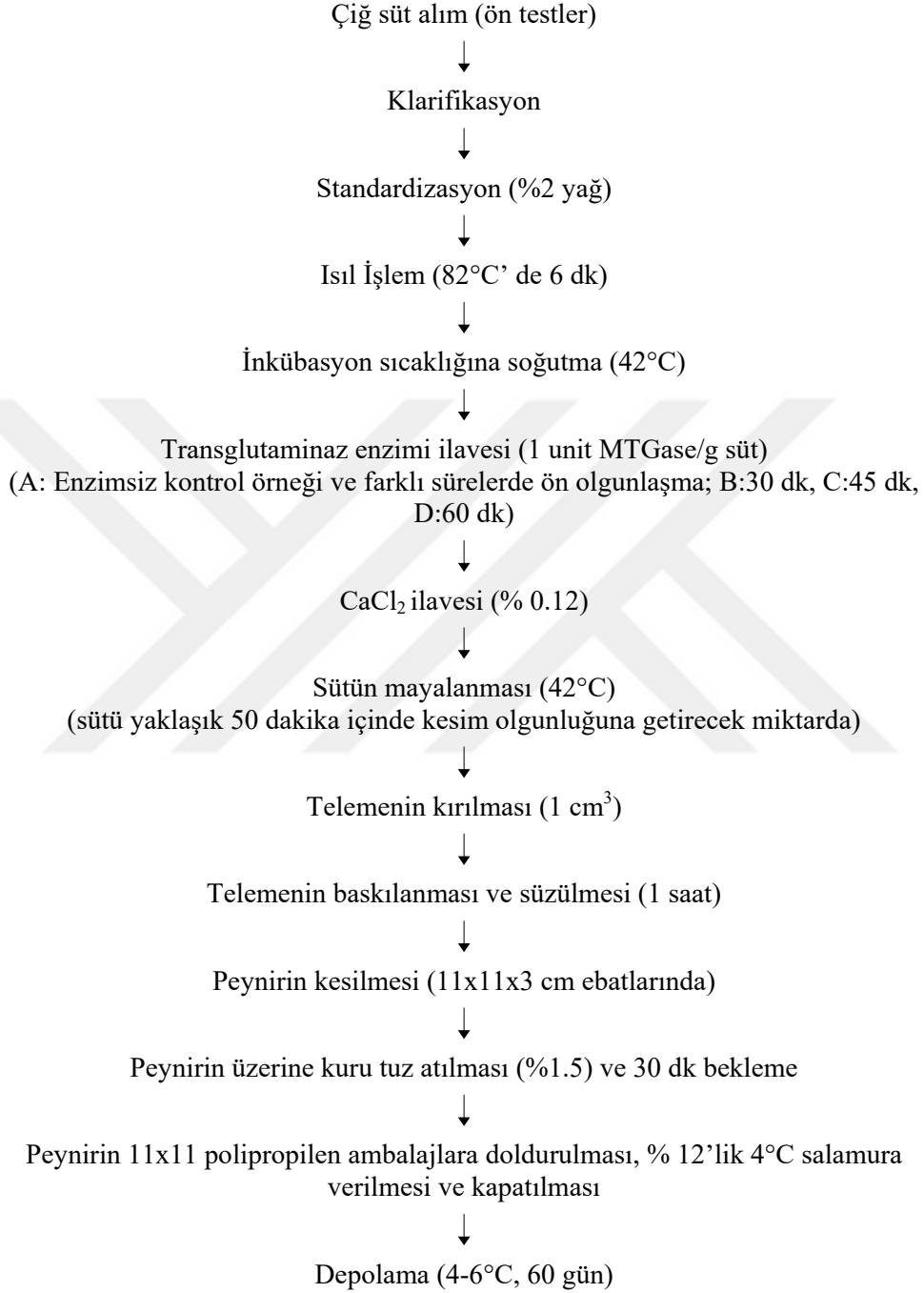
Hatay peyniri üretim aşamaları Şekil 3. 1’de gösterilmiştir. Hatay peyniri üretimi için Güneydoğu Süt ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti.’ne gelen çiğ sütler kullanılmış ve üretimler Güneydoğu Süt ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti.’ne ait üretim tesisinde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Alım sırasında çiğ sütler gerekli ön testlerden (pH, titrasyon asitliği, yağ, yağsız kurumadde, protein) geçirilmiş, klarifikasyon işlemi uygulanarak sütün içerisindeki fiziksel kirliliklerden temizlenmiştir. Daha sonra seperatörde sütün yağ oranı %2’ye standardize edilmiştir. Hatay Peyniri üretiminde çiğ süt 82°C’de 6 dk ısıtılma tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonunda süt 42°C’ye soğutulmuş ve teknelere alınmıştır. Hatay peynirinin şeklini ve kalıp ölçülerini verebilmek için her tekneye 450 lt süt alınmıştır. Sütler teknelere alındıktan sonra CaCl_2 ve MTG enzimi ilavesi yapılmıştır. Araştırmada kullanılan MTG enzimi miktarı 1 unit MTGase/g süt proteinidir. Bu miktar üretici firma tarafından tavsiye edilen miktardır. TGase Activa YG ticari preparasyon 100 Unit/ g preparasyon aktiviteye sahiptir. Yani; %3.5 protein içeren bir sütün her litresi için 0.35 g Activa YG hesap edilerek gerekli enzim miktarı tespit edilmiştir (Anon., 2018). Bu kapsamda;

A: MTG enzimi kullanılmaksızın sütün 42°C’de mayalanmasıyla üretilmiş kontrol peynir örneği,

B: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 30 dk ön olgunlaşması uygulaması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

C: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 45 dk ön olgunlaşması uygulaması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

D: Sütün MTG enzimi ile 42°C’de 60 dk ön olgunlaşması uygulaması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği olmak üzere dört farklı işlem uygulanmıştır.



Şekil 3.1. Hatay peynirlerinin üretim akış şeması

İnkübasyon sonunda sütler maya testi yapılarak 50 dakikada pıhtı kırılacak şekilde mayalanmıştır. Teleme 1 cm³ ebatında kırılmış ve 5 dakika süresince pıhtının çökmesi sağlandıktan sonra branda çıkarma ve serum ayrılması yapılmıştır. Daha sonra teleme el ile aynı seviyede yayılmış, cendere bezi kapatılmış ve baskı uygulanarak peynir preslenmiştir. İstenilen sertliğe ve kalıp yüksekliğine gelene kadar (yaklaşık 1 saat) peynir baskıda bekletilerek süzülüş, daha sonra peynir 11x11x3 cm ebatlarında kesilmiştir. Peynir kesiminden sonra üzerine %1.5 oranında tuz serpilerek kuru tuzlama yapılmış ve yarım saat kadar bekletildikten sonra 3 kg'lık polipropilen kare tava ambalajlara dolumu yapılarak üzerleri pastörize edilmiştir. 4°C'ye soğutulmuş %12'lik salamura ile doldurulmuş ve kapakları kapatılarak soğuk hava depolarında 4-6 °C'de depolanmıştır. Örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri 1., 15., 30. ve 60. günlerinde yapılmıştır.

3.2.2. Analizler

3.2.2.1. Çiğ Süt ve Peyniraltı Suyu Analizleri

3.2.2.1.(1). pH Tayini

Sütlerde ve peyniraltı sularında pH ölçümleri doğrudan WTW 3110 marka pH metre kullanılarak saptanmıştır (Hannon ve ark, 2003).

3.2.2.1.(2). Titrasyon Asitliği

Sütlerde ve peyniraltı sularında asitlik tayini alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış ve alkali olarak ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden verilmiştir (TSE, 2002).

3.2.2.1.(3). Kurumadde

Çiğ sütlerde ve peyniraltı sularında kurumadde oranları gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (IDF, 1982).

3.2.2.1.(4). Yağ ve Yağsız Kurumadde

Çiğ sütlerde ve peyniraltı sularında yağ oranları süt bütirometresi ile Gerber yöntemine göre % olarak belirlenmiştir (TSE, 2002). Toplam kurumadde oranından yağ oranı çıkarılarak yağsız kurumadde oranı hesaplanmıştır.

3.2.2.1.(5). Protein

Çiğ sütlerde protein oranları Mayasan firmasının ürünü olan Milkana hızlı süt analiz cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Peyniraltı sularının protein oranı Mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan toplam azot oranının 6.38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.2.2.1.(6). Kül

Kurutma fırınında kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan porselen krozelere yaklaşık 5 g kadar tartılan örnekler, 100°C’de yaklaşık 1 saat süresince ön yakma işlemine alındıktan sonra 550°C’de yakma işlemi uygulanmasının ardından desikatörde soğutulup tartılarak % kül oranı hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 2007).

3.2.2.1.(7). Maya Miktarı

Peynir mayalama aşamasındaki 42°C’deki süttten bir erlene 25 mL alınmış daha sonra 1/10 oranında sulandırılmış maya çözeltilisinden 1 mL ilave edilmiştir. Kronometre çalıştırılmış ve süt yavaş yavaş karıştırılarak ilk pıhtı görüldüğü an kronometre durdurulmuştur. Buna göre süte katılacak maya miktarı, pıhtının 50 dakikada (50x60=3000 sn) kesim olgunluğuna gelecek şekilde hesaplanarak bulunmuştur (Üçüncü, 2008).

Maya miktarı (mL) = maya testi süresi (sn) x teknedeki süt miktarı (Lt)/ (3000 sn/4).

3.2.2.1.(8). Hatay Peynirlerinde Randıman

Peynirlerin randıman hesaplamaları, elde edilen peynir miktarının kullanılan süt miktarına bölünüp 100 ile çarpılması ile bulunmuştur. Sonuçlar 100 kg sütte kaç kg peynir elde edildiği şeklindedir (Yetişmeyen, 1995). Randıman; ikinci bir değerlendirme şekli için sabit bir peynir kurumadde oranı (%30) üzerinden hesaplama yapılarak karşılaştırma yapılmıştır.

3.2.2.2. Peynir Analizleri

Üretimi yapılan peynirlerin 1., 15., 30. ve 60. günlerinde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal analizleri düzenli olarak yapılmıştır. Elektroferez analizleri için örnekler depolama süresi boyunca düzenli olarak dondurulmuş, depolama süreleri sonunda analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2.(1). pH

pH ölçümleri kalibrasyonu yapılan WTW 3110 marka pH metre ile özel peynir elektrodu kullanılarak peynirin en az 10 farklı noktasına saplamak suretiyle belirlenmiştir (Hayaloğlu ve ark., 2011).

3.2.2.2.(2). Titrasyon Asitliği

Titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden TS 591'e göre yapılmıştır (Anon, 2013).

3.2.2.2.(3). Kurumadde

Peynirlerde toplam kurumadde, TS EN ISO 5534'e göre belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Anon., 2006).

3.2.2.2.(4). Yağ ve Kurumaddede Yağ

Peynirlerde yağ oranları Gerber metodu ile yapılmıştır (Anon., 1978). Kurumaddede yağ değerleri;

“% kurumaddede yağ= % yağ x 100 / % kurumadde” formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2.(5). Tuz ve Kurumaddede Tuz

Tuz tayini Mohr Titrasyon yöntemine göre hazırlanan örneğin ayarlı 0.1 N AgNO₃ ile titrasyonu sonucu belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Demirci ve Gündüz, 1991; Anon., 2016). Kurumaddede tuz;

“% kurumaddede tuz= % tuz x 100 / % kurumadde” formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2.(6). Toplam Azot

Peynir örneklerinde toplam azot oranı, Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (IDF, 1993).

3.2.2.2.(7). Protein ve Kurumaddede Protein

Protein oranı Mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan toplam azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (IDF, 1993). Kurumaddede protein oranları ise peynir örneklerinde % kurumadde ve % protein değerlerinden hesaplanarak bulunmuştur.

3.2.2.2.(8). Toplam Suda Çözünen Azot Oranı ve Olgunlaşma Derecesi

Peynirlerde suda çözünen azotlu madde oranları, Kuchroo ve Fox (1982) ve Hayaloğlu (2003) tarafından tanımlanan yöneme göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 mL su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender (Janke ve Kunkel KG, IKA, Werk, Almanya) kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım, 1 saat 40°C’deki su banyosunda (Memmert, SV 1422, GmbH+Co., Germany) tutulmuş ve ardından 4000 devir/dakika hızında +4°C’de 30 dakika santrifüj (C-28, BOECO, Germany) edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ

tabakası bir spatula ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım filtre kağıdından (Nr.43, 640 m, beyaz bant, Macherey-Nagel, Germany) süzölmüştür. Daha sonra filtrattan 10 mL alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 1993) SÇA içeriği saptanmıştır.

$$\% \text{ Suda çözünen azot (w/w)} = [1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F] / m$$

V_1 : Örnek için harcanan HCl, mL

V_0 : Kör denemede harcanan HCl, mL

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı, g

SÇA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunlaşma Derecesi} = \% \text{SÇA} \times 100 / \% \text{Toplam Azot}$$

3.2.2.2.(9). Elektroforez Analizleri

Elektroforez analizleri, kazein fraksiyonları ile α_{s1} ve β -kazeinin hidroliz durumunu saptamak amacıyla urea-PAGE ile yapılmıştır. Olgunlaşmanın 1., 15., 30. ve 60. günlerinde mini alkaline urea-page tekniği kullanılarak kazein fraksiyonları belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler aşağıda açıklandığı şekilde analizlere hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır (Creamer, 1991).

Peynirlerin urea-PAGE ile Kazein Fraksiyonları

a) Stok Çözeltilerin Hazırlanması

% 30 Akrilamid/bisakrilamid çözeltisi: 29.2 g akrilamid+0.8 g bisakrilamid tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır. Amber şişede 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Yoğunlaştırıcı jel tamponu: 1.08 g tris (hidroksimetil) aminometan, 36 g üre, 0.55 g borik asit, 0.092 g EDTA (Etilendiamin tetraasetikasit), 3 g akrilamid/bisakrilamid (2.92 g akrilamid+0.08 g bisakrilamid) karışımı tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanmış, daha sonra çözeltinin pH'sı HCl ile 8.4'e ayarlanmıştır.

Ayırıcı jel tamponu: 9.2 g tris (hidroksimetil) aminometan, 54 g üre tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanmış, daha sonra çözeltinin pH'sı HCl ile 8.8'e ayarlanarak hacim 200 mL'ye tamamlanmıştır. Koyu renkli şişede 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Elektrot tamponu: 10.79 g tris (hidroksimetil) aminometan, 0.925 g EDTA, 5.5 g borik asit karışımı saf suda çözölmüş, pH'sı HCl ile 8.4'e ayarlanarak hacim 1000 mL'ye tamamlanmıştır. Kullanımdan önce dört kat seyreltilmiştir.

Örnek tamponu: 1.08 g tris (hidroksimetil) aminometan, 36 g üre, 0.55 g borik asit, 0.092 g EDTA karışımı tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanarak, çözeltinin pH'sı HCl ile 8.4'e ayarlanmıştır.

Amonyum persulfat: Saf suda % 10 (w/v) konsantrasyonunda günlük taze olarak hazırlanmıştır.

Boyama çözeltisi: 1 g coomassie brillant mavisi G250 400 mL etanol içerisinde çözölerek, 100 mL asetik asit ve 500 mL saf su ilave edilmiştir. Ardından çözelti Whatman No: 113 filtre kağıdından süzülmüştür.

Boya çözöcö çözelti: 400 mL etanol, 100 mL asetik asit ve 500 mL saf su ile karıştırılmıştır.

% 0.1'lik bromfenol mavisi: 0.1 g bromfenol mavisi tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır.

% 1'lik merkaptö etanol: 1 g merkaptö etanol tartılarak saf su ile hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır.

b) Jel çözeltilerinin hazırlanması

Ayırıcı jel çözeltisi: 8 mL % 30 akrilamid/bisakrilamid çözeltisi, 11.9 mL ayırıcı jel tamponu, 10 µl TEMED (N,N,N',N'-tetrametiletlen diamin) ve 100 µl amonyum persülfat karıştırılmıştır.

Yoğunlaştırıcı jel çözeltisi: 10 mL yoğunlaştırıcı jel tamponu, 10 µl TEMED ve 50 µl amonyum persülfat karıştırılmıştır.

c) Örneğin Hazırlanması

Peynir örneklerinden 0.5 g alınarak 25 mL örnek tamponunda çözölmüş ve soğutmalı santrifüjde 4°C'de 10000 rpm devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra örneklerin üst kısmındaki yağ atılarak orta kısmından 2 mL tüplere alınmıştır. 2 mL örnek içerisine 6 µl % 1'lik merkaptan etanol ve 60 µl % 0.1'lik bromfenol mavisi ilave edilmiştir.

d) Elektroforezin Uygulanması

BIO-RAD POWER PAC 300 model elektroforez ünitesi, üretici firmanın önerdiği biçimde kurulmuştur. Ayırıcı jel çözeltisi, her iki jel ünitesine dökölmüş ve jel seviyesi, jel tarakları yerleştirildiğinde tarakların uç kısmından yaklaşık 1 cm aşağıda olacak şekilde ayarlanmıştır. Jelin üzerine saf su ilave edilmiş ve jel tamamıyla polimerize oluncaya kadar beklenmiştir (~45 dk). Daha sonra üst kısımdaki su dikkatli bir şekilde dökölmüştür. Yoğunlaştırıcı jel, jel ünitesine dökölmüş ve taraklar uygun pozisyonunda yerleştirilmiştir. Çözelti polimerize olması için yeterli süre beklenmiştir (polimerizasyon görölünceye kadar, yaklaşık 45 dk). Polimerizasyondan sonra, taraklar çıkarılmış ve jeller içinde yeterli miktarda elektrot tamponu bulunan jel ünitesine yerleştirilmiştir. Elektroforez cihazı sabit voltaj 210 volt ve akım 70 mA olacak şekilde ayarlanmış ve 20 µl örnek özel şırınga ile jel kuyucuklarına enjekte edilmiştir. Örneklerin jelde yürütölmesi, boya izinin jel ünitesinin dip kısmına gelinceye kadar devam edilmiştir.

e) Jelin Boyanması

Elde edilen jeller, boyama çözeltisine daldırılmış ve burada 4 saat bekletilmiştir. Bu sürede jelde bulunan proteinlerin yoğunluklarına göre boya ile kompleks oluşturmaları sağlanmıştır. Ardından, jeller boya çözücüde bekletilerek bant dışında kalan kısımlardaki boyanın giderilmesi sağlanmıştır.

f) Kalitatif Belirleme

Boya giderildikten sonra elde edilen jeller bir scanner kullanılarak, Creamer (1991)'den yararlanarak bantlar isimlendirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

3.2.2.2.(10). Hatay Peynirlerinde Tekstür Analizleri

Tekstür profil analizleri TA.XT2; Texture Analyzer (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/ Stable Microsystems, Godalming, UK) kullanılarak Geri Ekstrüzyon testi uygulanmıştır. Tekstür analizinde 25x40 mm pleksi elastik cam özelliklerine sahip peynir probu kullanılmıştır. Tekstür analizi için peynir örnekleri 25 mm çapında ve 3 cm yüksekliğinde silindir şeklinde kesilerek hazırlanmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Tekstür analizi sırasında ekstrüzyon probu 10 mm'lik derinliğe 1.0 mm/s sabit hızda ve 10 g ilk algılama kuvvetiyle çalıştırılmıştır. Peynir örnekleri; sertlik, elastiklik, yapışkanlık ve viskozite indeksi değerleri bakımından incelenmiştir (Karaman, 2007).

3.2.2.2.(11). Hatay Peynirlerinin Mikro Yapılarının Elektron Mikroskobu ile Görüntülenmesi

Peynirlerin mikro yapıları tarama (scanning) elektron mikroskobu kullanılarak belirlenmiştir. Peynirin orta kısmından 1 cm³ büyüklüğünde alınan peynir parçaları cam şişeler içine alınmış ve üzerine 0.1 M sodyum fosfat tamponu ile hazırlanmış (pH:7) % 3'lük glutaraldehit çözeltisi konularak 1 gece bekletilmiştir. 4 defa tampon çözeltisi ile yıkandıktan sonra % 1'lik osmiyum

tetroksit içinde 1 saat post fiksasyona tabi tutulmuş ve daha sonra tampon çözeltisi ile 4 sefer yıkanmış ve dereceli alkol serilerinden (% 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) geçirilerek dehidrasyonu yapılmıştır. Kurutulan örnekler, karbon kaplı çift taraflı bant yardımı ile staplar üzerine yapıştırılmış ve “Cressington Auto 108 supater coater” aleti ile altın palladyum ile kaplandıktan sonra “Zeiss EVO LS 10” marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir (Hayat, 1981; Şanlı ve ark., 2011).

3.2.2.2.(12). Duyusal Analizler

Duyusal analizler, 7 kişilik bir uzman panelist grubu tarafından Tablo 1.’de gösterilen duyusal analiz formu kullanılarak yapılmıştır. Bu özellikler; TS 591’de belirtilen özellikler göz önünde bulundurularak; dış görünüş 5 tam puan, iç görünüş 5 tam puan, yapı 5 tam puan, koku 5 tam puan ve tat 5 tam puan olmak üzere toplamda 25 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir (TSE, 2013).

3.2.2.2.(13). İstatistiksel Analizler

Üç tekerrürlü olarak üretilen MTG enzimi ilaveli Hatay peynirlerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine farklı ön olgunlaşma süreleri uygulanmasının etkilerinin araştırılması için yapılan istatistiksel analizler, “Tasadüf Parselleri Deneme Planı”na göre SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Deneme planı “farklı ön olgunlaştırma süreleri uygulanmış dört farklı peynir × dört depolama süresi × üç tekerrür” şeklinde düzenlenmiştir. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark, 1987).

Çizelge 3.1. Hatay peynirlerinin duyusal değerlendirme formu

Tarih :/....../201..

Panelistin Adı:

PEYNİR ÖZELLİKLERİ	PUAN	PEYNİRLER			
		A	B	C	D
Dış Görünüş					
Temiz, parlak ve sert, beyaz renkte	5				
Sertçe veya yumuşakça, donuk görünümlü, açık sarı veya krem renkte	4				
Fazla sert veya fazla yumuşak, donuk görünümlü, sarı renkte	3				
Aşırı sert veya aşırı yumuşak, çatlak küflü görünümde	1-2				
İç Görünüş					
Parlak, homojen görünümlü, porselen beyazı renkte	5				
Hafif donuk, homojen olmayan görünüm, beyazımsı veya açık sarı renkte	4				
Donuk, homojen olmayan görünüm, çatlak ve gözenekli, koyu sarı veya beyaz renkte	3				
Donuk, homojen olmayan görünümde, homojen olmayan beyaz veya koyu sarı renkte	1-2				
Yapı					
Düzgün kesitli, pürüzsüz ve homojen, parlak sert veya yumuşak olmayan, ufalanmayan yapı	5				
Düzgün kesitli, hafif çatlak veya az delikli, sertçe veya yumuşakça	4				
Homojen olmayan yapı, çatlak ve delikli, sert veya yumuşak yapı	3				
Homojen olmayan, çok çatlak ve gözenekli, kaba bir yapı ve sert veya yumuşak, aşırı elastiki yapı	1-2				
Koku					
Kendine özgü hoş kokuda	5				
Normal koku veya çok hafif yavan veya ekşi koku	4				
Hafif ekşimsi, sabunumsu veya küfümsü kokuda	3				
Aşırı ekşi, küfümsü yada sabunumsu	1-2				
Tat					
Kendine özgü hoş tat	5				
Çok hafif yabancı tatta olan, hafif tuzlu	4				
Yavan veya hafif yabancı tatta, ekşi, acı veya tuzlu	3				
Aşırı yavanlık, tuzluluk, ekşilik, acılık veya sabunumsu	1-2				



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada Hatay peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütün ve elde edilen peyniraltı sularının bileşimleri ile peynir üretiminde mikrobiyal transglutaminaz enzimi uygulamasında farklı ön olgunlaşma sürelerinin Hatay peynirlerinin fiziksel, tekstürel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkileri 60 günlük depolama süresince incelenmiştir ve bu konuda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

4.1. Çiğ Sütün Bileşimi

Araştırmada kullanılan çiğ sütlerin bileşimi Çizelge 4.1.'de yer almaktadır. Tam yağlı sütlerin yağ içeriği krema seperatörü ile %2'ye standardize edilmiş ve Hatay peyniri üretiminde kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi (n=3)

Özellikler	İnek sütü
pH	6.61±0.08
Titrasyon asitliği (%L.a.)	0.16±0.01
Kurumadde (%)	12.24±0.05
Yağ (%)	3.61±0.07
Yağsız kurumadde (%)	8.63±0.04
Protein (%)	3.28±0.05
Laktoz (%)	4.7±0.04
Kül (%)	0.65±0.02

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre; çiğ inek sütünün asitlik (süt asidi cinsinden) % 0.135-0.20 (m/v) ve protein oranının en az %2.8 (m/v) olması gerektiği bildirilmiştir (Anon, 2000). Sütün, asitlik ve protein değerleri incelendiğinde üretimde kullanılan çiğ sütlerin Tebliğde belirtilen kriterlere uygun olduğu görülmektedir.

Çiğ inek sütünün pH değerinin belirlendiği bazı araştırmalarda ise; bu değer 6.60-6.80 (O'Connor, 1995; FAO, 1999; Karaca, 2007), 6.83-6.90

(Schmidt ve ark., 1996), 6.70 (İpin, 2011), 6.50 (Çağlar ve Çağlar, 2013) ve 6.32 (Gemechu ve ark., 2015) olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan sütün pH değeri O'Connor (1995) ve Karaca (2007)'nin elde ettikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur.

Çiğ inek sütünün laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerlerinin incelendiği bazı araştırmalarda, bu değeri Ergin ve ark. (2017) ortalama %0.17, Güzeler ve ark. (2017a) %0.18, Düşünen (2018) %0.15-0.16, Ürkek ve Şengül (2018) %0.15-0.18 olarak belirlemişlerdir. Üretimde kullanılan çiğ sütün titrasyon asitliği değerleri diğer araştırmacıların elde ettiği değerler ile yakın bulunmuştur.

İnek sütlerinin kurumadde değerlerini; Ruska ve Jonkus (2014) ortalama %12.80, Şahin ve Kaşıkçı (2014) %13.30-13.70, Beykaya ve ark. (2017) %10.00-15.40, Özkan (2017) %12.92-13.54, Yılmaz (2017) ortalama %12.90 olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların sonuçları ile üretimde kullanılan inek sütlerinin kurumadde oranları uyumludur.

Gantner ve ark. (2015) inek sütünün laktoz içeriğinin %4.4 ile %5.6 arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir. Telli ve Doğruer (2014) tarafından yapılan araştırmada inek sütünün ortalama laktoz oranının %4.8 olduğu bildirilmiştir. Kapadiya ve ark. (2016) da benzer şekilde bu değeri ortalama %4.76 olarak tespit etmişlerdir. Güven ve Karaca (2003) yaptıkları araştırmada bu değeri ortalama %5.72 olarak saptamışlardır. Bu araştırmada kullanılan inek sütünün laktoz oranı diğer araştırmacıların belirttiği oranlar ile oldukça yakın bulunmuştur.

Erkaya ve Şengül (2012) ve Zamberlin ve ark. (2012) inek sütünün ortalama %0.70 oranında kül içeriğine sahip olduğunu bildirmektedirler. Kapadiya ve ark. (2016) kül oranının ortalama %0.76 olduğunu belirtmişlerdir. Gantner ve ark. (2015) inek sütündeki kül oranının %0.7-0.8 arasında değiştiğini ifade etmektedir. Adesina (2012) tarafından yapılan araştırmada ise kül oranının %0.64-0.67 arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırmada kullanılan inek sütünün kül oranı Adesina (2012) tarafından belirtilen aralığa uygun, diğer araştırmacılar tarafından belirtilen değerlere yakın bulunmuştur.

4.2. Maya Testi ile Sütün Pıhtılaşma Süreleri

Peynir mayasının pıhtılaştırma kuvveti; belirli koşullarda belli hacimdeki mayanın pıhtılaştırdığı süt miktarı ile oranlanmasından elde edilen değer olarak tanımlanmaktadır. Sütün peynir mayası ile pıhtılaşma yeteneği büyük ölçüde kullanılan sütün bileşimine bağlı olup süte uygulanan ısı işlem, homojenizasyon, koyulaştırma, CaCl_2 ve H_2O_2 ilavesi gibi işlemlerden etkilenir. Bunlara ilave olarak mayalama sıcaklığı, maya konsantrasyonu ve pH gibi mayalama koşulları da sütün peynir mayası ile pıhtılaşma niteliği üzerinde oldukça etkilidir (Koçak, 1991b; Akın, 1998). Bu sebeple aynı koşullarda olmayan sütlerde gerçekleştirilen maya kuvveti testlerinden farklı sonuçlar elde etmek mümkün olmaktadır (Uraz, 1979). Hatay peynirlerinin maya testi sürelerine ait bulgular standart sapma değerleriyle birlikte Çizelge 4.2.'de, bu bulgulara ait grafik ise Şekil 4.1.'de verilmiştir.

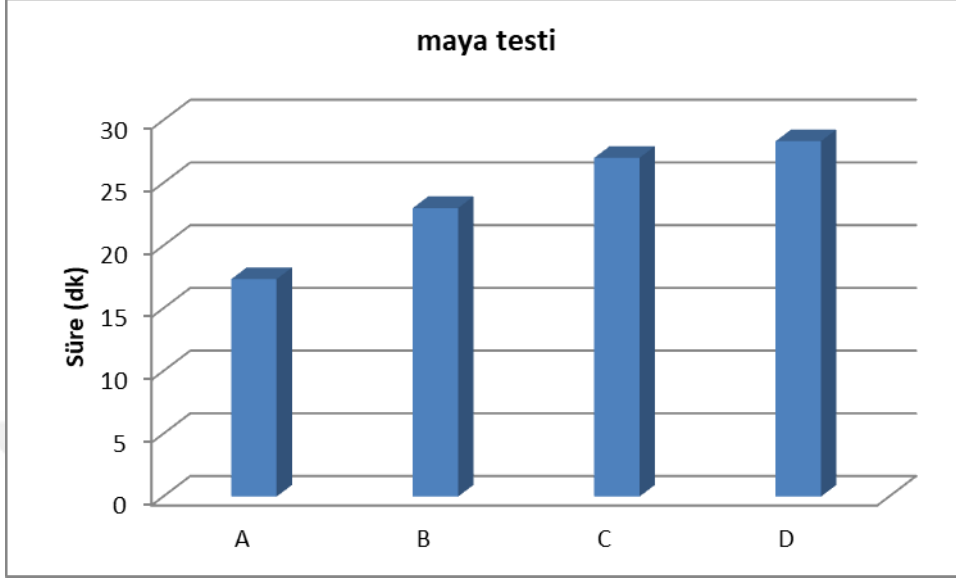
Çizelge 4. 2. Hatay peynirlerinde kullanılan sütün pıhtı oluşum süreleri (n=3)

Süt	Süre (dk)
A	17.33±2.08 ^c
B	23.00±2.00 ^b
C	27.00±2.00 ^a
D	28.33±1.52 ^a

A: Kontrol sütü, B: MTG ile 30 dk ön olgunlaşmaya bırakılan süt, C: MTG ile 45 dk ön olgunlaşmaya bırakılan süt, D: MTG ile 60 dk ön olgunlaşmaya bırakılan süt,

a, b, c: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler ön olgunlaşma süresine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Yapılan istatistiksel analizler doğrultusunda sütlere MTG ilavesinin pıhtı oluşum süreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. C ve D peynirlerinin mayalanma sürelerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve bu iki peynir arasında fark bulunmadığı ($p>0.05$) gözlenirken, A ve B peynirlerinin mayalanma süreleri birbirlerinden ve diğer peynirlerden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farklılığın mayalama işlemi öncesinde süte MTG enzimi ilave edildikten sonra farklı sürelerde ön olgunlaşmaya bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 1. Pıhtı oluşum süreleri

Grafikten de görüldüğü üzere MTG enzimi ilavesi yapılmayan sütte pıhtılaşma süresi daha kısadır. Enzim ilavesi ile sütün daha geç sürede mayalandığı tespit edilmiştir. Enzim ilavesi yapılan sütlerde ön olgunlaşma süresinin uzaması ise pıhtılaşma süresini daha da arttırmıştır. Bu durumun sütlerin transglutaminaz enzimi uygulaması çapraz bağlanma ile proteinlerin modifikasyonu ve peynir mayasına karşı direncinin artması sonucu ön olgunlaşma süresinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Domagala ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada transglutaminaz enzimi ilavesinin sütün pıhtılaşma süresini arttırdığı bildirilmiştir.

Lorenzen (2000), sütü rennet ilavesi öncesinde değişik sürelerde MTG enzimi ile işleme tabi tutmuş ve enzimatik reaksiyon süresinin uzaması ile birlikte rennet aracılığı ile pıhtılaşma süresinin uzadığını ve uzun süreli MTG enzimi ile muamele sonucunda pıhtılaşmanın oluşmadığını saptamıştır. Ayrıca, ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak serum proteinlerinin kazein misel yüzeyini sarmaladığını, bu yapının sterik olarak kazeinomakropeptidin (CMP) kazein

miselinden ayrılmasını yavaşlattığını ve sonuçta pıhtılaşmanın gecikmesine neden olduğunu ileri sürmüştür.

4.3. Peyniraltı Sularının Bileşimi

Hatay peyniri üretiminden elde edilen peyniraltı sularının bileşim özelliklerine ait bulgular ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. 3. Üretimde elde edilen peyniraltı sularına ait bileşim özellikleri (n=3)

PAS	Özellikler				
	pH	Titrasyon asitliği (%L.a)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)
A	6.14±0.16 ^a	0.18±0.004 ^a	6.53±0.90 ^a	0.18±0.02 ^a	0.97±0.07 ^a
B	6.10±0.19 ^a	0.18±0.005 ^a	6.65±0.89 ^a	0.18±0.02 ^a	1.03±0.07 ^a
C	6.07±0.20 ^a	0.18±0.005 ^a	6.55±0.83 ^a	0.20±0.00 ^a	1.02±0.08 ^a
D	6.05±0.18 ^a	0.18±0.006 ^a	6.57±0.82 ^a	0.20±0.00 ^a	1.02±0.06 ^a

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol PAS örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş PAS örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş PAS örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş PAS örneği,

a: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelgede görüldüğü gibi Hatay peynirlerinden elde edilen peyniraltı sularının pH değerleri 6.05-6.14 arasında değişmiştir. En yüksek pH değeri kontrol örneği olan A peynirinden elde edilen peyniraltı suyunda gözlenirken, MTG enzimi ilaveli peynirlerde ön olgunlaşma süresi arttıkça peyniraltı sularının pH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak istatistiksel analiz sonucunda enzim kullanımının peyniraltı sularının pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiştir (p>0.05).

Çayır (2018) tarafından yapılan çalışmada, inek sütünden üretilen Hatay peynirlerinin peyniraltı suyu bileşimi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda peyniraltı sularının ortalama pH değerinin 5.86, laktik asit cinsinden titrasyon

asitliğinin %0.29, yağ oranının %0.45, protein oranının %1.06 ve kurumadde oranının %6.11 olduğu bildirilmiştir.

Enzimle pıhtılaştırılarak elde edilen peynirlerin peyniraltı sularının pH değerleri Yıldırım ve Güzeler (2013) tarafından yapılan çalışmada minimum 6.3, Güzeler ve ark. (2017b) tarafından 6.6 olarak ifade edilmiştir. Gürsel ve ark. (1987) yaptıkları araştırmada Taze Beyaz peynirlerden elde edilen peyniraltı sularının pH değerlerinin 6.29-6.46 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karaca (2007) tarafından yapılan çalışmada Beyaz peynirlerden elde edilen peyniraltı sularının pH değerlerinin 5.62-5.69 arasında değiştiği bildirilmiştir. Hatay peynirlerinin peyniraltı sularına ait pH değerleri ise bu araştırmacıların belirttiği değerlerden daha düşük, Karaca (2007)'nin değerlerinden yüksek çıkmıştır.

Tüm peynir örneklerinden elde edilen peyniraltı sularının laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, bu değerler her peyniraltı suyu örneği için %0.18 olarak tespit edilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Hayaloğlu (2007) Beyaz peynirlerin peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerlerinin %0.13-0.22 arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir. Abdalla ve ark. (1993) tarafından yapılan araştırmada salamura Beyaz peynirlerden elde edilen peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerlerinin %0.13-0.14 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Yıldırım ve Güzeler (2013) enzim kullanılarak elde edilen peyniraltı sularının tatlı peyniraltı suyu sınıfına girdiğini ifade etmektedir. Macwan ve ark. (2016)'ya göre tatlı peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerleri %0.10-0.20 arasında değişmektedir. Bu araştırmada elde edilen peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerleri diğer araştırmacıların belirtmiş olduğu değerler ile yakın bulunmuştur.

Peyniraltı sularının yağ oranları ise A ve B örneklerinde %0.18, C ve D örneklerinde %0.20 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin yağ oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılığa rastlanmamıştır ($p>0.05$). Beyaz peynirlerin peyniraltı sularının bazı özelliklerinin incelendiği bir araştırmada

Gürsel ve ark. (1987) peyniraltı sularının yağ oranlarının %0.23-0.43 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Güven ve ark. (2006) tarafından yapılan araştırmada Beyaz peynir peyniraltı sularının %0.23-0.48 arasında yağ oranına sahip olduğu, Karaca (2007) tarafından yapılan çalışmada Beyaz peynirlerden elde edilen peyniraltı sularının yağ oranlarının %0.25-0.30 arasında değiştiği bildirilmiştir. Tunçtürk ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada ise Beyaz peynir örneklerinin peyniraltı sularının yağ oranlarının %0.05-0.40 arasında değiştiği bildirilmiştir. Kayaalp Özdemir (2016) ise araştırmasında Beyaz peynir peyniraltı sularının yağ oranlarını %0.30-0.43 olarak tespit ettiğini bildirmektedir. Bu araştırmada Hatay peynirlerinin peyniraltı sularının yağ oranlarının diğer araştırmacıların bulduğu sonuçlardan düşük olmasının sebebinin üretimin yarım yağlı süt ile gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hatay peynirlerinden elde edilen peyniraltı sularının kurumadde değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %6.53-6.65 arasında değiştiği saptanmıştır. Örneklerin kurumadde değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Güven ve ark. (2006) Beyaz peynir peyniraltı sularının kurumadde oranlarının %6.57-6.73 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Karaca (2007) tarafından yapılan araştırmada Beyaz peynir örneklerinden elde edilen peyniraltı sularının kurumadde oranlarının %6.52-6.64 arasında değiştiği bildirilmiştir. Eren Karahan (2016) tarafından Beyaz peynirde MTG çalışması yapılan araştırmada Beyaz peynir örneklerinden elde edilen peyniraltı sularının kurumadde oranlarının %6.59-6.82 arasında değiştiği bildirilmiştir. Hatay peyniri peyniraltı sularının kurumadde oranları bu araştırmacıların bulduğu değerlere oldukça yakın bulunmuştur.

Araştırma sonucunda peyniraltı sularının protein oranlarının %0.97-1.03 arasında değiştiği gözlenmiştir. İstatistiksel olarak peyniraltı sularının protein oranları arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Gürsel ve ark. (1987) Beyaz peynir peyniraltı sularında protein oranını %0.63-0.75, Hayaloğlu (2003) %0.60-0.73, Güven ve ark. (2006) %0.53-0.73, Karaca (2007) %0.90-0.91,

Tunçtürk ve ark. (2010) %0.96-1.10 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Tunçtürk ve ark. (2010)'nın bulduğu sonuçlar ile benzerken, diğer araştırmacıların sonuçlarından yüksek çıkmıştır.

4.4. Hatay Peynirlerinin Randıman Değerleri

Araştırmada elde edilen Hatay peynirlerinin randıman değerleri ve bu peynirlerin sabit kurumadde oranına sahip olduğu (%30) varsayılarak hesaplanan randıman değerlerine ait bulgular Çizelge 4.4.'te ve Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Hatay peynirlerinin randıman değerleri (%) (n=3)

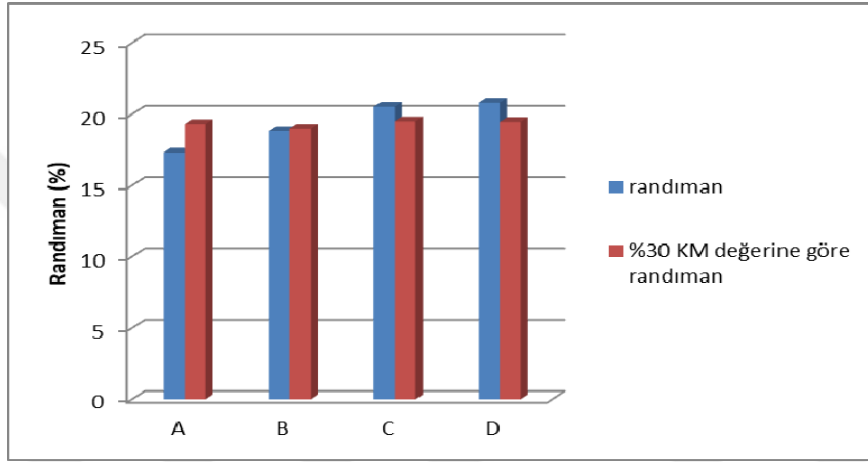
Peynirler	Randıman	%30 Sabit Kurumadde Randıman
A	17.31± 0.61 ^b	19.30±0.37 ^a
B	18.79±1.15 ^{ab}	18.96±0.82 ^a
C	20.52±1.85 ^a	19.50±1.44 ^a
D	20.81± 1.57 ^a	19.45±0.59 ^a

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler ön olgunlaşma süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin randıman değerleri incelendiğinde, MTG enzimi ilaveli peynirlerin randıman değerlerinin enzim kullanılmadan üretilen peynir örneklerinin randımanlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, enzim kullanımı peynirlerin randımanını arttırırken, ön olgunlaşma süresinin kısılması randımanı azaltmaktadır. Peynirlerin randıman değerleri arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli düzeydedir (p<0.05). Transglutaminaz enziminin modifiye etmiş olduğu protein matriksinin su tutma kapasitesini artırarak peynirde verim artışı sağlama özelliğine sahip olduğu bildirilmektedir (Şener, 2012, Özer ve ark., 2013).

%30 sabit kurumaddede randıman değerleri incelendiğinde ise, değerler arasında istatistiksel olarak farklılıkların bulunmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Elde edilen randıman değerlerinde en düşük A örneği iken, %30 sabit kurumaddeye göre randıman değerleri incelendiğinde B örneğinin en düşük randımana sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 2. Hatay peynirlerinin randımanları

Peynirde verim; süt çeşidi ve kompozisyonu, kazein miktarı, sütün kalitesi, sütteki somatik hücre sayısı, pıhtılaştırıcı çeşidi, kullanılan ekipmanların dizaynı, kesim sırasındaki pıhtı sertliği işleme modeli, sütün soğukta depolanması, pastörizasyon, ön işlemler ve standardizasyon gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Banks, 2007; Abd El-Gawad ve Ahmed, 2011). Atasoy (2004), süte uygulanan pastörizasyon işleminin Urfa peynirlerinde randıman artışına neden olduğunu, bu artışta denatüre serum proteinlerinin büyük rol oynadığını bildirmiştir. İnek sütünden elde edilen Beyaz peynir tipi peynirlerin randıman değerlerinin ortalama %15-16 olduğu bildirilmiştir (Çelik ve Uysal, 2009). Di Pierro ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada MTG ilaveli yumuşak peynirlerin randıman değerlerinin %12.95-14.82 arasında değiştiği, Mahmood ve Sebo (2009) tarafından yapılan araştırmada yumuşak peynirlerde ortalama %17.38

olarak bulunduğu bildirilmektedir. Bu araştırma sonucunda daha yüksek randımanlı peynirler elde edilmiştir.

4.5. Hatay Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.5.1. Hatay Peynirlerinin pH Değerleri

Peynirlerin depolama süresince saptanan pH değerleri ve bu değerlerin yer aldığı grafik sırasıyla Çizelge 4.5. ve Şekil 4.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. 5. Hatay peynirlerinin pH değerleri (n=3)

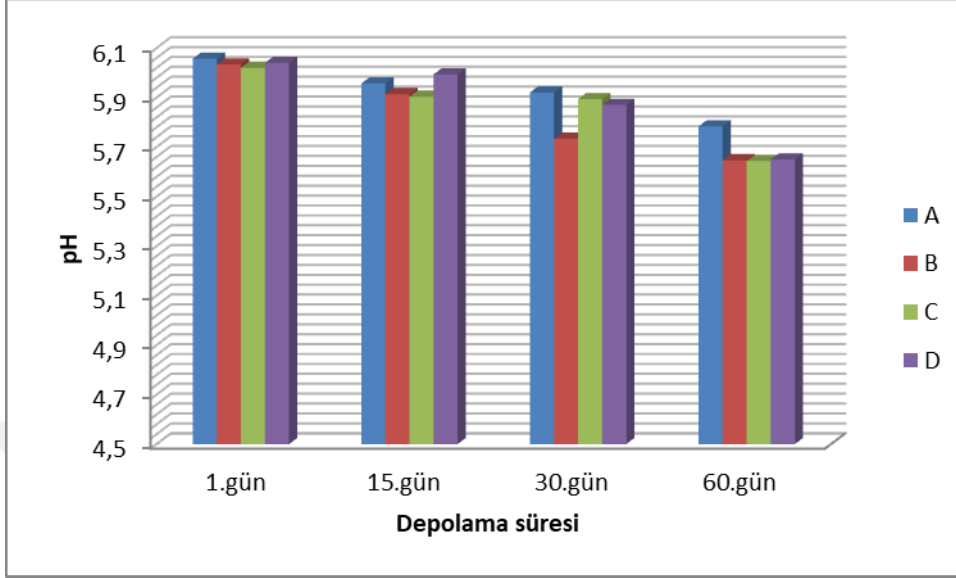
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	6.05±0.08 ^{aK}	6.03 ±0.41 ^{aK}	6.02±0.08 ^{aK}	6.04± 0.11 ^{aK}
15	5.95±0.08 ^{aK}	5.91±0.12 ^{aKL}	5.90±0.09 ^{aK}	5.99± 0.15 ^{aK}
30	5.92±0.26 ^{aK}	5.73±0.14 ^{aLM}	5.89±0.07 ^{aK}	5.87±0.14 ^{aKL}
60	5.78±0.22 ^{aK}	5.64 ± 0.09 ^{aM}	5.64 ±0.14 ^{aL}	5.65 ±0.23 ^{aL}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin pH değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 5.64-6.05 arasında değiştiği ve genel olarak A peynirinin diğer peynirlere oranla daha yüksek pH seviyelerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak yapılan istatistiksel analiz sonucunda, MTG ilaveli farklı ön olgunlaşma sürelerine tabi tutulan peynirlerin pH değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). Aly (2015) tarafından yapılan çalışmada da MTG ilavesinin peynirlerin pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediği ve enzim ilaveli peynirlerin pH değerleri ile kontrol örneklerinin pH değerlerinin birbirine oldukça yakın bulunduğu bildirilmiştir.



Şekil 4. 3. Peynirlerin pH değerleri

Hatay peynirlerinin pH değerlerine ait grafik incelendiğinde, depolama süresince bu değerlerin devamlı olarak azaldığı saptanmıştır. Depolama süresinin etkileri A peyniri üzerinde istatistiksel olarak önemli değişikliklere neden olmazken ($p>0.05$), B, C ve D peynirlerinin pH değerlerinde meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ($p<0.05$). Peynirlerin pH değerlerinin azalması peynirlerde meydana gelen proteolitik aktivitelere bağlı olarak gerçekleşen bakteri gelişimi, oluşturdıkları asit ve H_2O_2 gibi bileşenler ve olgunlaşma sırasında oluşan aminoasitler ile ilişkilendirilebilir. Birçok araştırmacı peynirlerin pH değerlerinin depolama süresince azaldığını bildirmişlerdir (Öksüz ve ark., 2001; Cinbaş, 2004; Karaca ve Güven, 2010; Demiral, 2014; Ghoneem ve ark., 2017).

4.5.2. Hatay Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri

Hatay peynirlerinin % laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerlerine ait bulgular Çizelge 4.6.'da, bu değerlerin gösterildiği grafik ise Şekil 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Hatay peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri (% L.a) (n=3)

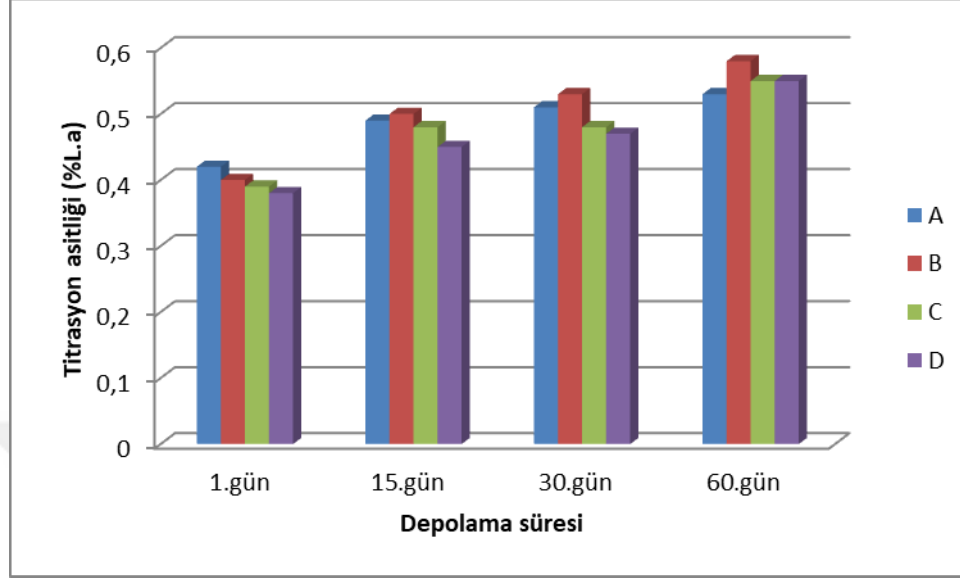
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.42±0.02 ^{aK}	0.40±0.03 ^{aL}	0.39 ± 0.01 ^{aL}	0.38 ±0.03 ^{aL}
15	0.49±0.09 ^{aK}	0.50±0.05 ^{aK}	0.48±0.05 ^{aKL}	0.45±0.04 ^{aKL}
30	0.51±0.07 ^{aK}	0.53±0.05 ^{aK}	0.48±0.01 ^{aKL}	0.47±0.06 ^{aKL}
60	0.53±0.03 ^{aK}	0.58±0.06 ^{aK}	0.55 ±0.10 ^{aK}	0.55 ±0.11 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin % laktik asit cinsinden titrasyon asitliklerinin %0.38-0.58 arasında değerler aldığı saptanmıştır. Depolamanın 1. gününde A peyniri, diğer günlerinde ise B peyniri en yüksek titrasyon asitliği değerlerine sahip olmuşlardır. Ancak MTG enzimi ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin titrasyon asitlikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Benzer bir sonuç peynirlerin pH değerlerinde de saptanmış, farklı ön olgunlaşma sürelerinin peynirlerin pH değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir. Aly (2015) tarafından yapılan araştırmada da benzer sonuçlara ulaşılmış, MTG ilavesinin peynirlerin titrasyon asitliği değerlerini önemli ölçüde değiştirmedeği bildirilmiştir.



Şekil 4. 4. Peynirlerin titrasyon asitliği değerleri

Depolama süresince Hatay peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, bu değerlerde beklenildiği gibi genel olarak artış meydana geldiği gözlenmiştir. Peynirler depolamanın 60. gününde en yüksek titrasyon asitliği değerlerine ulaşmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda, depolama süresinin A peynirinin titrasyon asitliği üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı ($p>0.05$), ancak B, C ve D peynirlerini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($p<0.05$). Elde edilen sonuçlar pH analizlerinden elde edilen sonuçlar ile de uyumludur. pH değerinde meydana gelen azalmada olduğu gibi, titrasyon asitliğinde meydana gelen artışın da proteolitik aktiviteye bağlı olarak gerçekleşen bakteri gelişimi, oluşturdukları asit ve H_2O_2 gibi bileşenler ve olgunlaşma sırasında oluşan aminoasitler ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Birçok araştırmacı depolama süresince peynirlerde asitlik artışı meydana geldiğini ifade etmişlerdir (Salwa ve Galal, 2002; Buriti ve ark., 2005; Di Pierro ve ark., 2011; Talevski, 2012; Aly, 2015; Yıldırım, 2016).

4.5.3. Hatay Peynirlerinin Kurumadde Değerleri

Üretilen Hatay peynirlerine ait kurumadde değerleri Çizelge 4.7.'de, bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Hatay peynirlerinin kurumadde değerleri (%) (n=3)

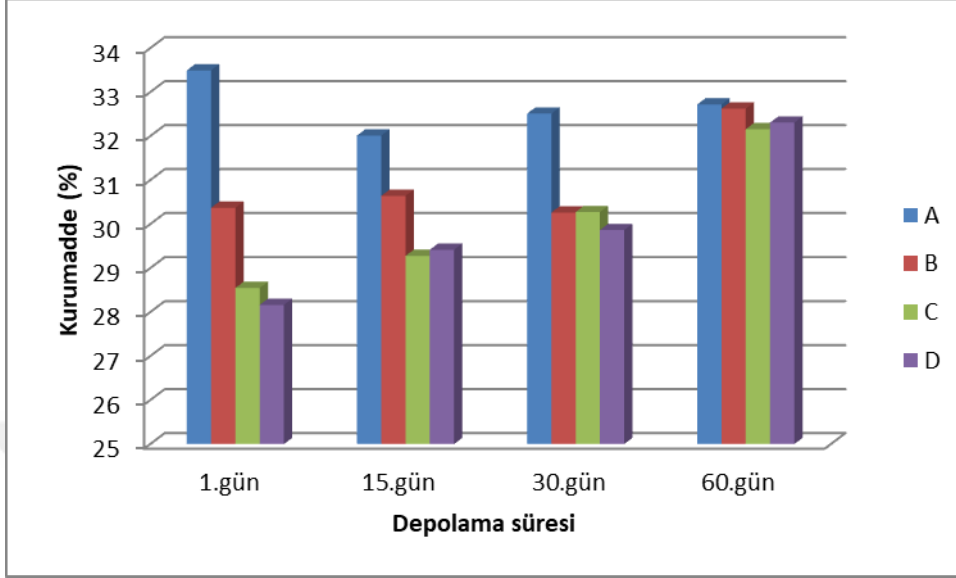
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	33.49±0.75 ^{aK}	30.37±2.40 ^{abK}	28.54±1.71 ^{bK}	28.16±2.51 ^{bL}
15	32.01±1.31 ^{aK}	30.64±2.11 ^{aK}	29.27±1.75 ^{aK}	29.41±2.22 ^{aKL}
30	32.51±2.66 ^{aK}	30.26±1.75 ^{aK}	30.27±2.37 ^{aK}	29.86±1.92 ^{aKL}
60	32.71±1.93 ^{aK}	32.62±1.13 ^{aK}	32.15±2.61 ^{aK}	32.30±1.32 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge incelendiğinde, peynirlerin kurumadde oranlarının %33.49-28.16 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek kurumadde değerine sahip peynirin enzim ilavesi yapılmadan üretilen A peyniri olduğu görülmektedir. Depolamanın 1. gününde peynirlerin kurumadde değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05). Depolamanın diğer günlerinde ise farklı ön olgunlaşma süresinin etkili olmadığı saptanmıştır (p>0.05). Elde edilen bulguların peynirlerin randıman değerleriyle de uyumlu olduğu görülmektedir. Gemici ve Öner (2017) tarafından yapılan araştırmada, kontrol örneği olarak kullanılan yarım yağlı Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranlarının MTG enzimi ilaveli Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranlarından bir miktar fazla olduğu bildirilmiştir. Bu durumun MTG enziminin lizin ve glutamin arasında bağ oluşturması sırasında su moleküllerinin tutulduğu kompleks bir matrisin oluşmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.



Şekil 4. 5. Peynirlerin kurumadde değerleri

Depolama süresince peynirlerin kurumadde oranlarının değişimi incelendiğinde, A peynirinin kurumadde oranının depolamanın sonunda azaldığı, B, C ve D peynirlerinin ise depolama sonunda kurumadde oranlarının arttığı görülmüştür. A, B ve C peynirlerinde meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0.05$), D peynirinde görülen devamlı artış önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kurumadde değerinin devamlı olarak artması; olgunlaşma süresince peynirin asitlik derecesinin yükselmesi ile kazeinin daha az su tutmasına bağlı olduğu bildirilmektedir (Karaca, 2007). Karaca ve Güven (2014) ve Mushtaq ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmalarda da depolama süresince peynirlerin kurumadde oranlarında artış meydana geldiği bildirilmiştir.

4.5.4. Hatay Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ Değerleri

Üretimden elde edilen Hatay peynirlerinin yağ oranlarına ait bulgular Çizelge 4.8.'de, bu bulguların oluşturduğu grafik ise Şekil 4.6.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4. 8. Hatay peynirlerinin yağ değerleri (%) (n=3)

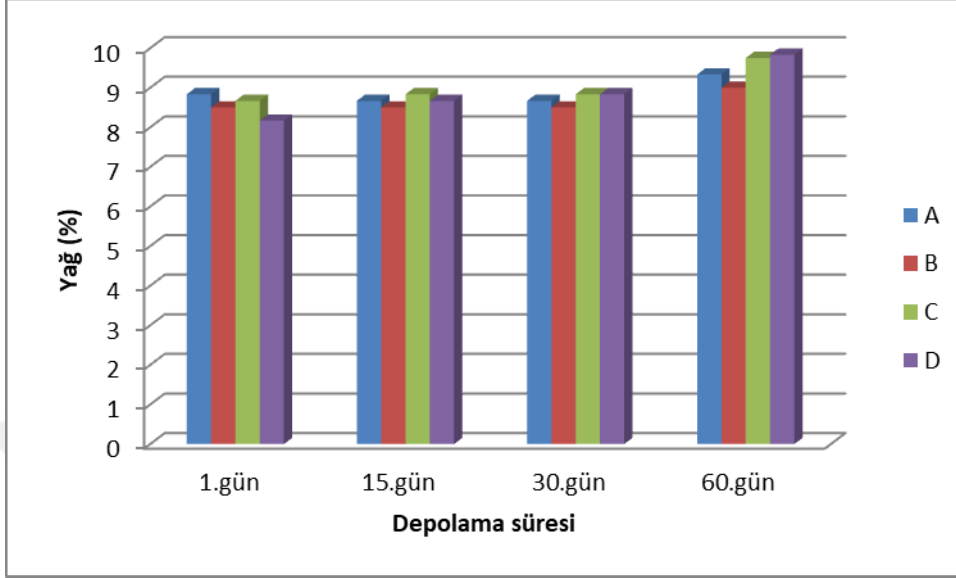
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	8.83±0.28 ^{aK}	8.50±0.50 ^{aK}	8.66 ± 0.57 ^{aL}	8.16 ± 0.76 ^{aL}
15	8.66±0.28 ^{aK}	8.50±0.00 ^{aK}	8.83±0.28 ^{aKL}	8.66±0.76 ^{aKL}
30	8.66±0.28 ^{aK}	8.50±0.50 ^{aK}	8.83±0.28 ^{aKL}	8.83±0.57 ^{aKL}
60	9.33±1.04 ^{aK}	9.00±1.32 ^{aK}	9.75± 0.75 ^{aK}	9.83 ±0.76 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin yağ oranları incelendiğinde, bu değerlerin %8.16-9.83 arasında değiştiği saptanmıştır. Çelik ve Uysal (2009) Beyaz peynir özelliklerini inceledikleri araştırmalarında, taze peynirin yağ oranının %17.17-22.75, olgun peynirin yağ oranının %4.33-24.00 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular Kavas ve ark. (2004) tarafından bulunan değerlere (%4.33-5.17) daha yakın bulunmuştur. Hatay peynirlerinin yağ oranlarının diğer araştırmacıların bulgularına göre düşük olması üretimde kullanılan sütün yağının %2'ye standardize edilmesinden kaynaklanabilmektedir. Farklı ön olgunlaşma sürelerinin ve enzim ilavesinin peynirlerin yağ oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Araştırma sonucuyla paralel olarak, Hu ve ark. (2013) ve Gemici ve Öner (2017) MTG ilavesinin peynirlerin yağ oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 6. Peynirlerin yağ değerleri

Depolama süresince peynirlerin yağ oranlarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Depolama süresi A ve B peynirlerinin yağ oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemezken ($p>0.05$), C ve D peynirlerinin yağ oranlarında önemli değişikliklere neden olmuştur ($p<0.05$). C ve D peynirlerinin depolama süresince değişimleri incelendiğinde, bu peynirlerin yağ oranlarında devamlı bir artış saptanmıştır. Peynirlerin yağ oranlarında depolama süresince artış meydana geldiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Halkman ve ark., 1994; Güven ve ark., 2002; Güven ve Görmez, 2004; Say, 2008; Demiral, 2014). Abd El-Aziz ve ark. (2007) depolama süresince peynirlerin yağ oranında meydana gelen artışın pH değerinde gözlenen azalma ve peynirin nem oranıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Hatay peynirlerinin yağ ve kurumadde değerleri esas alınarak hesaplanan kurumaddede yağ değerleri Çizelge 4.9.'da, bu değerlere ait grafik ise Şekil 4.7.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4. 9. Hatay peynirlerinin kurumaddede yağ değerleri (%) (n=3)

Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	26.38±0.98 ^{cK}	28.01±0.65 ^{bcK}	30.38±1.86 ^{aK}	28.99±0.29 ^{abK}
15	27.10±1.35 ^{bK}	27.82±1.85 ^{abK}	30.20±1.05 ^{aK}	29.44±0.36 ^{abK}
30	26.73±1.34 ^{aK}	28.21±3.30 ^{aK}	29.25±1.40 ^{aK}	29.57±0.21 ^{aK}
60	28.69±4.65 ^{aK}	27.52±3.12 ^{aK}	30.34±1.06 ^{aK}	30.41±1.38 ^{aK}

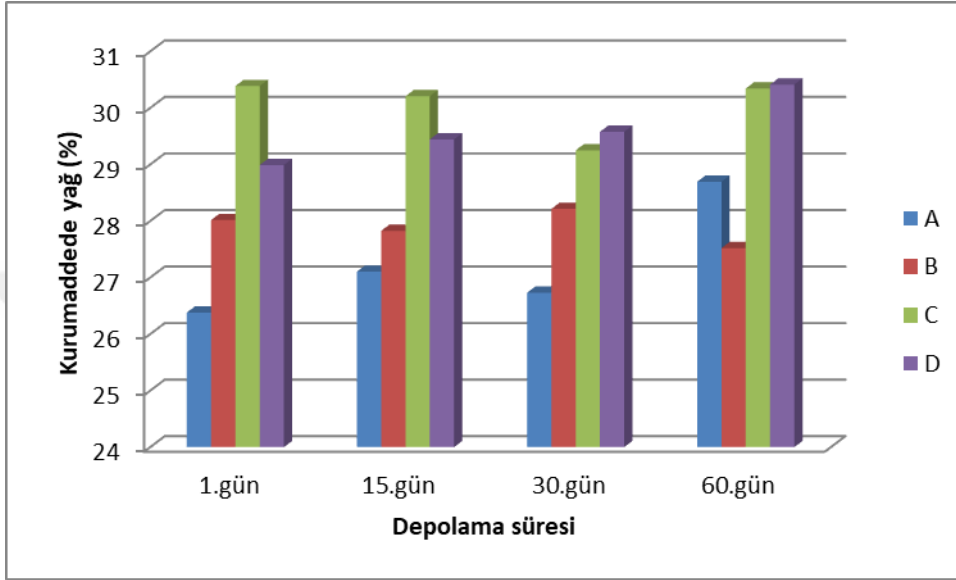
A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %26.38-30.41 arasında değiştiği saptanmıştır. Depolamanın ilk 15 gününde en yüksek kurumaddede yağ değeri C peynirinde gözlenirken, depolamanın 30. ve 60. günlerinde en yüksek değerler D peynirinde tespit edilmiştir. En düşük kurumaddede yağ oranlarının ise depolamanın ilk 30 gününde A peynirinde, depolamanın 60. gününde ise B peynirinde görüldüğü belirlenmiştir. MTG ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması depolamanın 1. ve 15. günlerinde peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişikliklere neden olmuştur (p<0.05). Depolamanın 30. ve 60. günlerinde ise peynirlerin kurumaddede yağ değerleri üzerinde farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkilerinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri arasındaki istatistiksel farklılığın, peynirlerin kurumadde oranları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre üretimde elde edilen Hatay peynirlerinin kurumaddede yağ oranları %25-45 aralığında bulunduğundan yarım yağlı peynir sınıfına girmektedir (Anon., 2015). Hu ve ark. (2013) tarafından

yapılan araştırmada da MTG ilaveli peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinin kontrol örneklerinden yüksek olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4. 7. Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri

Depolama süresince peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinde farklı ve düzensiz değişimler meydana gelmiştir. Örneğin A peynirinin kurumaddede yağ oranı depolamanın 15. gününe kadar artıp, 30. günde azalıp, 60. günde tekrar artarken, D peynirinin kurumaddede yağ oranında sürekli bir artış meydana gelmiştir. Depolama süresi peynirlerin kurumaddede yağ oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). Boran (2012) tarafından yapılan araştırmada da, elde edilen sonuçlarla paralel olarak, depolama süresinin peynirlerin kurumaddede yağ oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir. Benzer şekilde Karaca ve Güven (2010) tarafından yapılan araştırmada depolama süresinin Beyaz peynirlerin kurumaddede yağ oranlarını etkilemediği belirtilmiştir.

4.5.5. Hatay Peynirlerinin Tuz ve Kurumaddede Tuz Değerleri

Hatay peynirlerinin depolama süresince tuz oranlarının değişimine ait bulgular Çizelge 4.10.'da, bu bulguların yer aldığı grafik ise Şekil 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Hatay peynirlerinin tuz değerleri (%) (n=3)

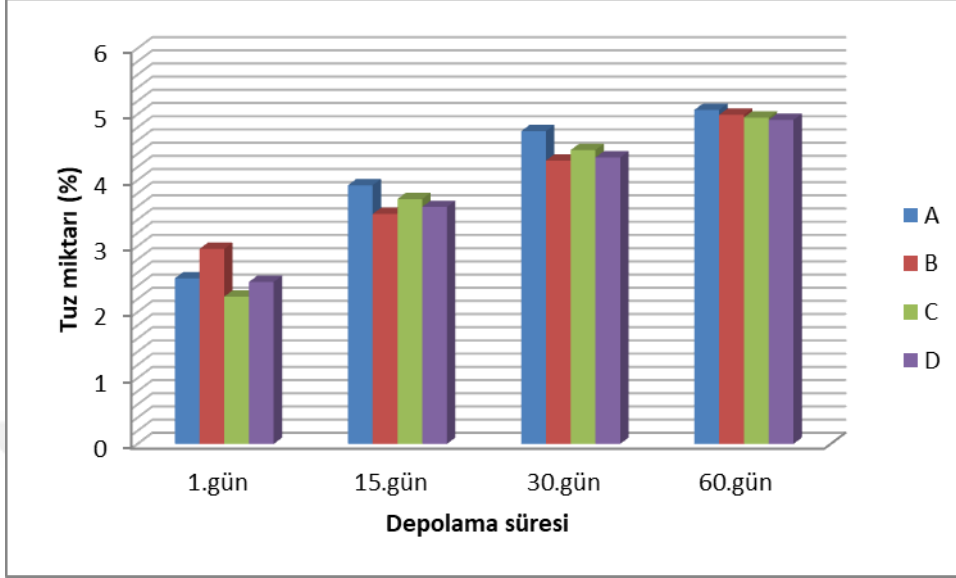
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	2.51 ± 0.23 ^{aM}	2.95±0.19 ^{aL}	2.23±0.95 ^{aL}	2.45± 0.81 ^{aM}
15	3.92 ± 0.71 ^{aL}	3.48±0.59 ^{aL}	3.71±0.86 ^{aK}	3.59±0.63 ^{aLM}
30	4.74±0.43 ^{aKL}	4.29±0.51 ^{aK}	4.45±0.31 ^{aK}	4.34±0.70 ^{aKL}
60	5.06 ± 0.27 ^{aK}	4.99±0.06 ^{aK}	4.95±0.06 ^{aK}	4.91 ±0.11 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.10. incelendiğinde, Hatay peynirlerinin tuz oranlarının %2.23-5.06 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek tuz oranına sahip peynirin B peyniri olduğu saptanırken, depolamanın diğer günlerinde en yüksek tuz oranı A peyniri, yani enzim ilavesi yapılmaksızın üretilen peynir olduğu gözlenmiştir. Ancak MTG enzimi ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin peynirlerin tuz oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemediği ve tuz oranı açısından peynirlerde farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Metwally ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada da MTG ilavesinin Ras peynirlerinin tuz oranlarını etkilemediği bildirilmiştir.



Şekil 4. 8. Peynirlerin tuz değerleri

Peynirlerin depolama süresince tuz oranlarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, tuz oranlarında devamlı bir artış meydana geldiği saptanmıştır. Depolamanın 60. gününde Hatay peynirleri en yüksek tuz oranına ulaşmışlardır. Genel olarak depolamanın 30. ve 60. günleri tuz oranı açısından istatistiksel olarak birbirine yakın bulunurken, 1. ve 15. günlerdeki tuz oranlarının daha farklı olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin etkileri tüm peynirlerin tuz oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklara neden olmuştur ($p < 0.05$). Aly (2015) tarafından yapılan çalışmada da MTG ilaveli peynirlerin tuz oranının depolama süresince arttığı bildirilmiştir. Peynirlerin tuz oranının depolama süresince genel olarak arttığı birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir (Saltan Evrensel ve ark, 1998; Say, 2008; Sulejmani ve ark, 2014; Benjamin ve ark., 2018).

Peynirlerin tuz ve kurumadde oranları esas alınarak hesaplanan kurumaddede tuz oranları Çizelge 4.11.'de, bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.9.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4. 11. Hatay peynirlerinin kurumaddede tuz değerleri (%) (n=3)

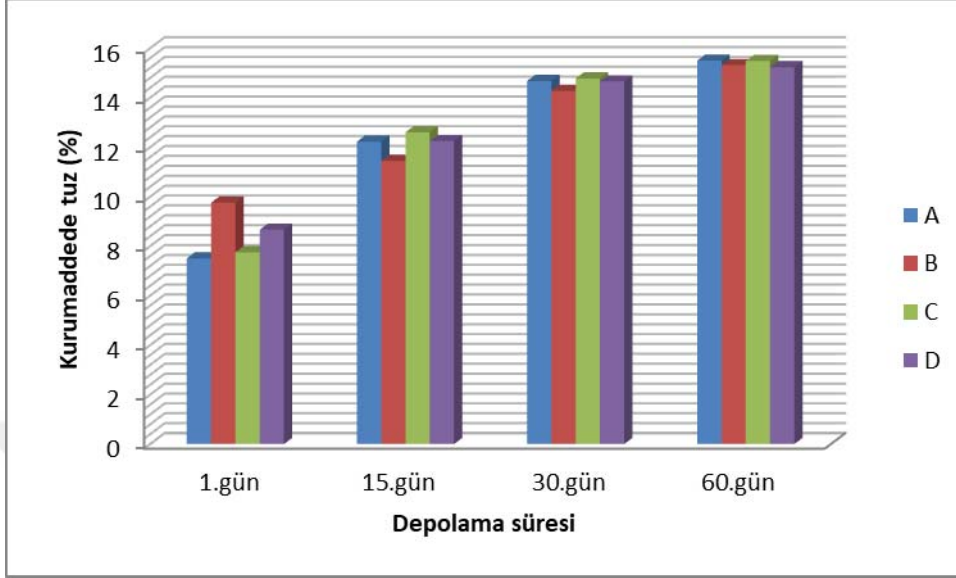
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	7.49 ± 0.76 ^{aM}	9.75 ± 0.63 ^{aM}	7.74±3.03 ^{aL}	8.65±2.62 ^{aL}
15	12.21 ± 1.89 ^{aL}	11.44±2.31 ^{aLM}	12.59±2.27 ^{aK}	12.23±2.17 ^{aKL}
30	14.66±2.02 ^{aKL}	14.26±2.22 ^{aKL}	14.77±1.36 ^{aK}	14.64±3.00 ^{aK}
60	15.49 ±0.19 ^{aK}	15.30 ±0.58 ^{aK}	15.47±1.54 ^{aK}	15.22±0.76 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre taze peynirlerde kurumaddede tuz içeriklerinin en çok % 4.5 (m/m) olabileceği bildirilmiş olup, peynir örneklerinin kurumaddede tuz oranları incelendiğinde, bu oranların %7.49-15.49 arasında değiştiği ve tebliğ değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Depolamanın 1. gününde en yüksek kurumaddede tuz oranı B peynirinde, depolamanın 15. ve 30. günlerinde C peynirinde, 60. gününde ise A peynirinde saptanmıştır. Ancak meydana gelen bu farklılıklar üzerinde MTG enzimi ilavesi sonrasında farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Ahmed ve ark. (2015) MTG ilavesinin peynirlerin kurumaddede tuz oranlarını arttırdığını bildirmektedir. Gemici ve Öner (2017) ise yaptıkları çalışmada MTG ilavesinin peynirlerin kurumaddede tuz değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 9. Peynirlerin kurumaddede tuz değerleri

Hatay peynirlerinin kurumaddede tuz değerlerinin depolama süresince arttığı ve elde edilen sonuçların tuz oranında meydana gelen artışla da uyumlu olduğu gözlenmektedir. En yüksek kurumaddede tuz oranı, peynirlerin tuz oranında da olduğu gibi depolamanın 60. gününde elde edilmiştir. Depolamanın 1. ve 15. günlerindeki kurumaddede tuz oranları arasındaki farklılıkların fazla olduğu, 30. ve 60. günlere gelindiğinde ise sonuçların birbirine biraz daha yakın olduğu saptanmıştır. Depolama süresi tüm peynirlerin kurumaddede tuz oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Meza ve ark. (2010), Ercan ve ark. (2011) ve Eren Karahan (2016) tarafından yapılan araştırmalarda peynirlerin depolama süresince kurumaddede tuz oranlarında artış meydana geldiği bildirilmiştir.

4.5.6. Hatay Peynirlerinin Protein ve Kurumaddede Protein Değerleri

Hatay peynirlerinin depolama süresince protein oranlarının aldığı değerler Çizelge 4.12.'de, bu değerlerin gösterildiği grafik Şekil 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Hatay peynirlerinin protein değerleri (%) (n=3)

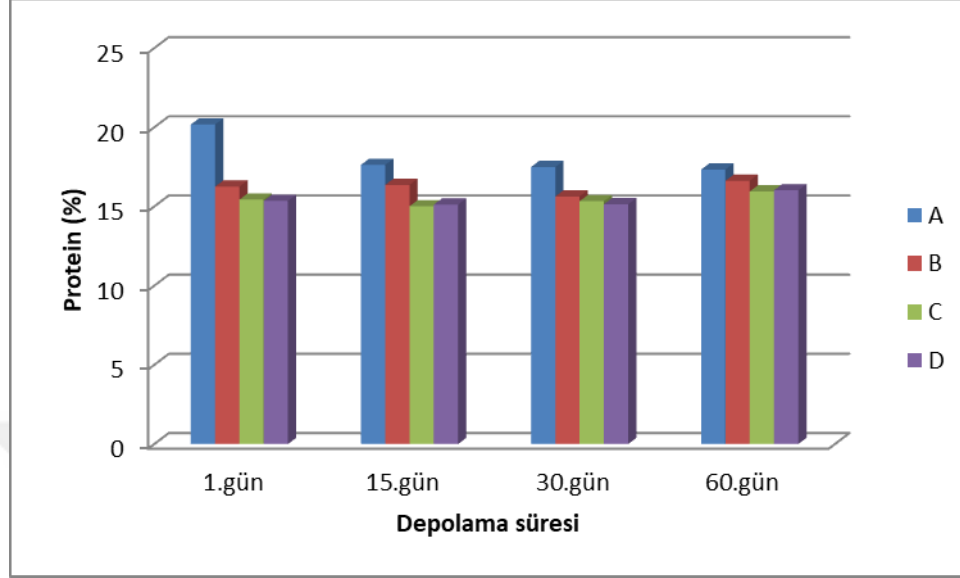
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	20.17±1.26 ^{aK}	16.25±0.66 ^{bK}	15.43±0.94 ^{bK}	15.35±0.11 ^{bKL}
15	17.62±0.16 ^{aL}	16.36±0.88 ^{bK}	15.01±0.01 ^{cK}	15.12±0.49 ^{cL}
30	17.49±0.51 ^{aL}	15.63±1.15 ^{bK}	15.33±0.60 ^{bK}	15.14±0.52 ^{bL}
60	17.33±0.15 ^{aL}	16.62±1.22 ^{aK}	15.95±1.01 ^{aK}	16.02±0.38 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin protein oranları incelendiğinde, bu oranların %15.01-20.17 arasında değiştiği görülmektedir. Depolama süresince en yüksek protein oranının MTG enzimi ilavesi yapılmadan üretilen A peynirinde bulunduğu saptanmıştır. MTG enzimi ilaveli peynirlere bakıldığında ise, ön olgunlaşma süresinin uzamasıyla peynirlerin protein oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Farklı ön olgunlaşma süreleri depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde peynirlerin protein oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilerken (p<0.05), depolamanın 60. gününde önemli farklılıklara neden olmamıştır (p>0.05). Hu ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada da benzer şekilde, MTG ilaveli peynirlerin protein değerleri kontrol örneklerinden istatistiksel olarak önemli ölçüde düşük bulunmuştur.



Şekil 4. 10. Peynirlerin protein değerleri

Depolama süresince peynirlerin protein değerlerinin düzensiz değişimler gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresince A peynirinin protein oranının devamlı azaldığı, C ve D peynirlerinde ise bu oranının depolamanın 15.gününe kadar azaldığı ve 15.günden depolamanın sonuna kadar arttığı tespit edilmiştir. B peynirinin protein oranının ise daha düzensiz değiştiği, bu oranın depolamanın 15. gününde arttığı, 30. gününde azaldığı ve 60. gününde yeniden arttığı saptanmıştır. Meydana gelen bu düzensiz değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri B ve C peynirleri için önemli bulunmazken ($p>0.05$), A ve D peynirlerinin protein oranlarının depolama süresinden etkilendiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Ehsannia ve Sanjabi (2016) tarafından yapılan çalışmada depolama süresince peynirlerin protein oranlarında düzensiz değişimler meydana geldiği ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı bildirilmiştir. Kondyli ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynir örneğinin depolamanın 60. gününe kadar protein oranlarında azalma meydana geldiği, 60. günden sonra ise yeniden arttığı bildirilmiştir. Miloradovic ve ark. (2017)

tarafından yapılan araştırmada peynir örneklerinin protein oranlarının depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiği, depolamanın 10. gününde gözlenen azalışın önemli bulunurken diğer değişimlerin önemli bulunmadığı belirtilmiştir.

Peynirlerin protein ve kurumadde değerleri esas alınarak hesaplanan kurumaddede protein değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 4.13.'te, bu bulguların oluşturduğu grafik ise Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 13. Hatay peynirlerinin kurumaddede protein değerleri (%) (n=3)

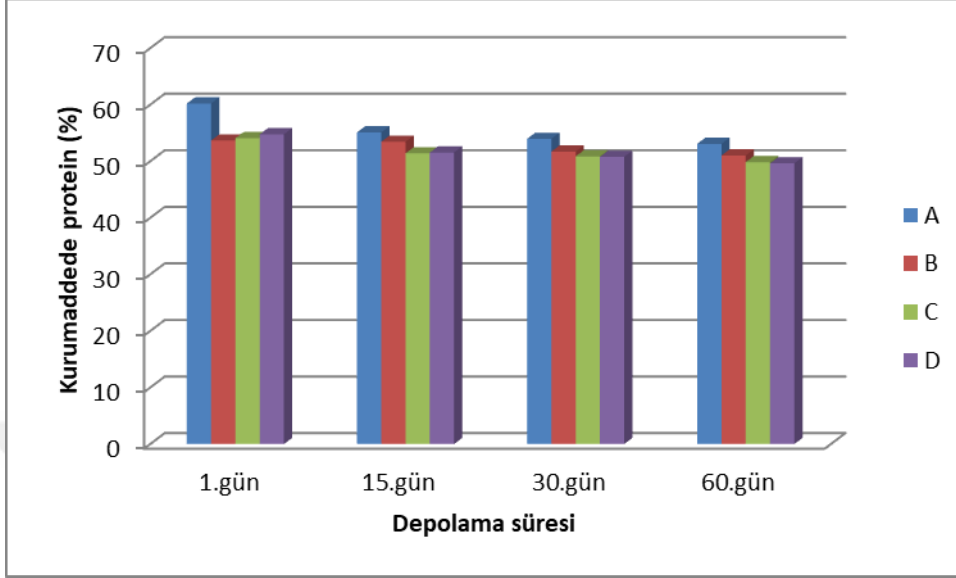
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	60.20±3.10 ^{aK}	53.65±3.33 ^{aK}	54.07±1.95 ^{aK}	54.76±4.46 ^{aK}
15	55.09±1.77 ^{aL}	53.43±1.51 ^{aK}	51.39±3.06 ^{aK}	51.54±3.20 ^{aK}
30	53.95±2.81 ^{aL}	51.70±3.70 ^{aK}	50.86±4.71 ^{aK}	50.77±2.11 ^{aK}
60	53.07±2.63 ^{aL}	51.02±4.76 ^{aK}	49.84±5.34 ^{aK}	49.63±2.24 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin kurumaddede protein oranları %49.63-60.20 arasında değişmiştir. Depolama süresince en yüksek kurumaddede protein oranı A peynirinde gözlenmiştir. En düşük değerler ise depolamanın 15. gününde C, depolamanın 30. ve 60. günlerinde D peynirlerinde saptanmıştır. Ancak MTG enzimi ilavesinin ardından farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasının peynirlerin kurumaddede protein oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır (p>0.05). Özer ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada MTG ilaveli peynirlerin kontrol örneklerine göre daha yüksek kurumaddede protein oranına sahip oldukları bildirilmiştir.



Şekil 4.11. Peynirlerin kurumaddede protein değerleri

Peynirlerin kurumaddede protein değerlerinin genel olarak depolamanın 60. gününde azaldığı saptanmıştır. Protein oranlarında olduğu gibi, depolama süresi B, C ve D peynirlerinin kurumaddede protein oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemezken ($p>0.05$), A peynirinde meydana gelen farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Aminifar ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada Lighvan peynirlerinin kurumaddede protein değerlerinin depolama süresince düzenli olarak azaldığı bildirilmiştir. Mutluer (2007), Karaca (2007), Say (2008) ve Tunçtürk ve ark. (2010) tarafından yapılan farklı çalışmalarda da peynir örneklerinin kurumaddede protein oranlarının depolama süresince azalma yönünde eğilim gösterdiği ifade edilmiştir. Ahmed ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise, peynirlerin kurumaddede protein değerlerinin depolama süresince düzensiz değişimler gösterdiği ve bu değişimlerin istatistiksel açıdan önemli etkilerinin bulunmadığı belirtilmiştir.

4.6. Proteolitik Özellikler

Proteoliz peynirin olgunlaşması sırasında gerçekleşen biyokimyasal olaylardan biridir. Süt pıhtılaştırıcıları, sütte bulunan doğal plazmini ya da katapsin-D ve diğer somatik hücre proteazları, starter bakteriler, starter olmayan tesadüfe bağlı kontaminant mikroflora, bazı tür peynirler için ikincil inokulum, eksojen proteinazlar ve peptidazlar veya zayıflatılmış bakteri hücrelerinden gelen proteolitik enzimlerin olgunlaşmayı hızlandırdığı bildirilmektedir (Akın, 2003). Olgunlaşma sırasında, proteolitik enzimler ham peynirdeki besin unsurlarını çeşitli düzeyde parçalayarak oluşturdıkları parçalanma ürünleriyle peynirin kendine özgü lezzet ve tekstürel yapısını oluşturmaktadırlar. Peynirin lezzeti ve kalitesi, bu reaksiyon ürünlerinin konsantrasyonları ve oranlarına bağlı olmaktadır. Proteoliz olgunlaşma süresince devam etmektedir (Çakmakçı, 2008). Bu bölümde Hatay peynirlerinin proteolitik özelliklerine ait bulgular yorumlanmış ve bu bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır.

4.6.1. Hatay Peynirlerinin Toplam Azot Oranları

Hatay peynirlerinin toplam azot oranlarına ait veriler Çizelge 4.14.'te, bu verilerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.12.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Hatay peynirlerinin toplam azot oranları (%) (n=3)

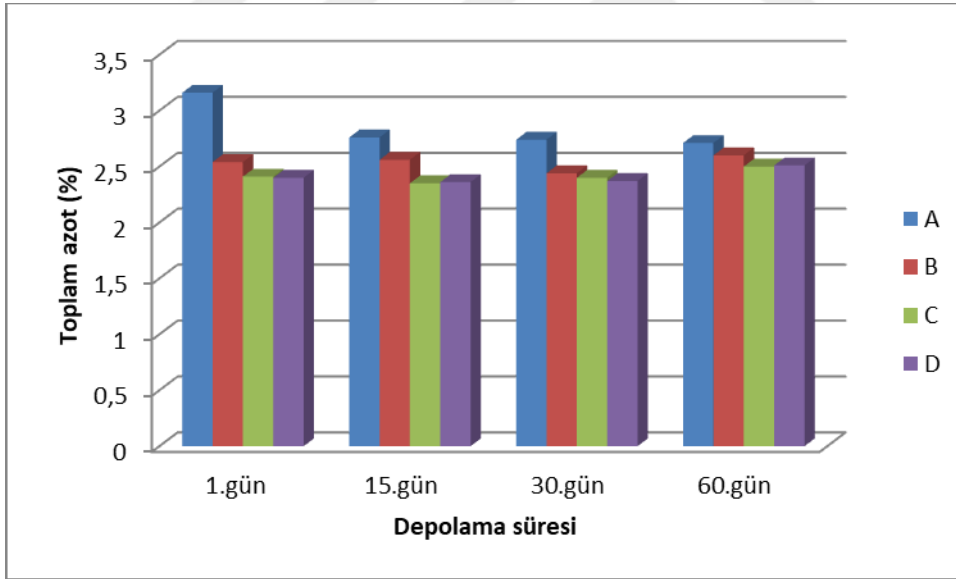
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	3.16±0.19 ^{aK}	2.54±0.10 ^{bK}	2.41±0.14 ^{bK}	2.40±0.01 ^{bKL}
15	2.76±0.02 ^{aL}	2.56±0.13 ^{bK}	2.35±0.01 ^{cK}	2.36 ± 0.07 ^{cL}
30	2.74±0.07 ^{aL}	2.44±0.18 ^{bK}	2.40±0.09 ^{bK}	2.37 ±0.08 ^{bL}
60	2.71±0.02 ^{aL}	2.60±0.19 ^{aK}	2.50±0.15 ^{aK}	2.51 ±0.05 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk, C: Sütün 45 dk, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelgede görüldüğü gibi Hatay peynirlerinin toplam azot oranları %2.35-3.16 arasında değişim göstermektedir. Depolama süresince kontrol örneği olan A peynirinin toplam azot oranının MTG enzimi ilaveli peynirlerden yüksek olduğu saptanmıştır. Depolamanın tüm günlerinde, A peynirinden sonra en yüksek toplam azot oranına sahip peynir B peyniri olmuştur. C ve D peynirleri ise genel olarak birbirlerine çok yakın değerler almıştır. Peynirlerin toplam azot değerleri arasındaki farklılıklar depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 60. gününde ise peynirlerin toplam azot oranları arasında önemli düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0.05$). Hu ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde, MTG ilaveli peynirlerin toplam azot oranlarının kontrol örneklerinden istatistiksel olarak önemli ölçüde düşük bulunduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.12. Hatay peynirlerinin toplam azot oranları

Hatay peynirlerinin toplam azot oranlarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, depolama süresince A peynirinin toplam azot oranının %3.16'dan

%2.71'e düştüğü görülmektedir. A peynirinin toplam azot oranında meydana gelen bu azalma istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($p<0.05$). B peynirinin toplam azot oranı depolamanın 15. gününe kadar artmış, 15. günden 30. güne kadar azalmış ve 30. günden sonra yeniden artmıştır. C peynirinin toplam azot değeri incelendiğinde, bu değerlerin depolamanın 15. gününe kadar azaldığı, 15. günden sonra ise yeniden arttığı belirlenmiştir. Ancak B ve C peynirlerinin toplam azot değerlerinde meydana gelen bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). D peynirinin toplam azot oranları da C peyniri ile benzer şekilde depolamanın 15. gününe kadar azalmış, 15. günden sonra ise artmıştır. D peynirinde gözlenen bu değişim istatistiksel olarak önemli düzeydedir ($p<0.05$).

Metwally ve ark. (2018) MTG enzimi ilaveli Mozzarella peynirlerde toplam azot oranının depolama süresince arttığını bildirmiştir. Hasanzadeh ve ark. (2018) geleneksel bir İran peyniri olan Kope peynirinde yaptıkları araştırmada benzer sonuçlar elde ederek, peynirlerin toplam azot oranlarının depolama süresince arttığını bildirmişlerdir.

Hayaloğlu (2007) tarafından farklı pıhtılaştırıcı kullanımıyla üretilen Beyaz peynir üzerine yapılan bir araştırmada ve Tuncel ve ark. (2010) tarafından Ezine peyniri üzerine yapılan bir başka araştırmada peynirlerin toplam azot oranlarının depolama süresince bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişim göstermediği ifade edilmiştir.

4.6.2. Hatay Peynirlerinin Toplam Suda Çözünen Azot Oranları

Yarı sert ve sert peynirlerde geleneksel olarak proteolizin gelişimi suda çözünen azot oranının artışıyla meydana gelmektedir (Innocente, 1997). Hatay peynirlerinin suda çözünen azot (SÇA) değerlerine ait veriler Çizelge 4.15.'te, bu verilerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.13.'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Hatay peynirlerinin suda çözünen azot değerleri (%) (n=3)

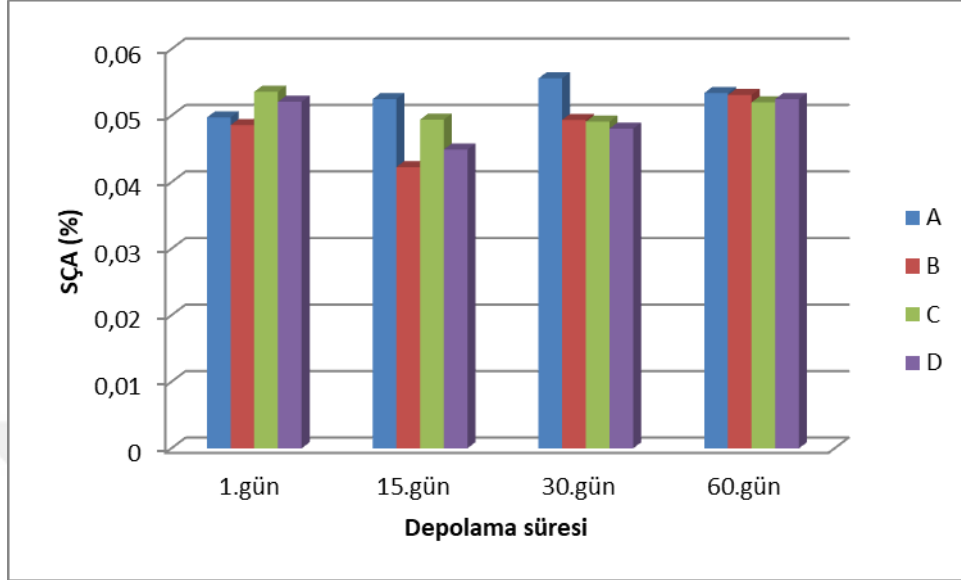
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.0497±0.003 ^{aK}	0.0486±0.010 ^{aK}	0.0536±0.014 ^{aK}	0.0521±0.004 ^{aK}
15	0.0525±0.001 ^{aK}	0.0423±0.006 ^{aK}	0.0494±0.010 ^{aK}	0.0449±0.010 ^{aK}
30	0.0556±0.004 ^{aK}	0.0494±0.014 ^{aK}	0.0491±0.010 ^{aK}	0.0481±0.013 ^{aK}
60	0.0534±0.005 ^{aK}	0.0531±0.003 ^{aK}	0.0520±0.007 ^{aK}	0.0525±0.005 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin SÇA değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %0.0423-0.0556 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek SÇA değeri C peynirinde bulunurken, depolamanın diğer günlerinde en yüksek değerlerin A peynirinde bulunduğu tespit edilmiştir. En düşük SÇA oranının ise depolamanın 1. ve 15. günlerinde B, depolamanın 30. gününde D ve depolamanın 60. gününde C peyniri örneklerinde kaydedildiği belirlenmiştir. Ancak peynir örneklerinin SÇA oranlarında meydana gelen bu değişimler üzerinde farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasının istatistiksel olarak önemli değişikliklere neden olmadığı saptanmıştır (p>0.05). Ahmed ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada MTG ilavesinin peynirlerin SÇA oranlarını azalttığı bildirilmiştir. Bu araştırmada da MTG enzimi ilaveli peynirlerin depolamanın 1. günü dışındaki SÇA oranlarının kontrol peynirinin SÇA oranından düşük olduğu tespit edilmiştir. MTG ilavesinin kazeinin çözünürlüğünü azaltması sebebiyle (Yang ve ark., 2016) SÇA değerlerinin daha düşük bulunduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.13. Peynirlerin suda çözünen azot değerleri

Depolama süresince peynirlerin SÇA değerlerinde meydana gelen değişiklikler incelendiğinde, MTG enzimi ilaveli peynirlerin SÇA değerleri ile MTG enzimi ilavesiz peynirin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. A peynirinin SÇA değeri depolamanın 30. gününe kadar artarken, 30. gün sonrasında azalmıştır. Enzim ilaveli peynirlerin SÇA değerlerinde ise artış ve azalmalar meydana gelmiştir. Ancak depolama süresinin peynirlerin SÇA değerleri üzerindeki etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Güler-Akın ve ark. (2010), Tuncel ve ark. (2010), McMahon ve ark. (2014), Delgado ve ark. (2015), Juan ve ark. (2016), Kondyli ve ark. (2016) ve Özbek ve Güzeler, (2017) farklı peynirler üzerinde yapılan araştırmalarda peynirlerin SÇA oranlarının depolama süresince artış gösterdiği bildirilmiştir.

4.6.3. Hatay Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi

Peynirlerin SÇA ve toplam azot oranları esas alınarak hesaplanan olgunlaşma indeksi değerleri ise Çizelge 4.16.'da, bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. Hatay peynirlerinin olgunlaşma indeksi değerleri (%) (n=3)

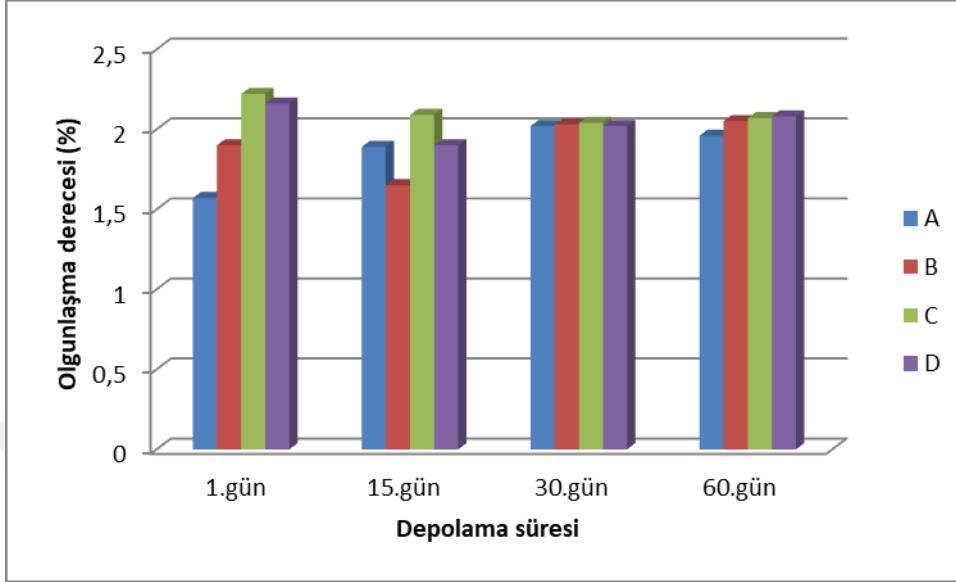
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	1.57±0.09 ^{aL}	1.90±0.34 ^{aK}	2.22±0.62 ^{aK}	2.16±0.16 ^{aK}
15	1.89±0.03 ^{aK}	1.65±0.26 ^{aK}	2.09±0.45 ^{aK}	1.90±0.45 ^{aK}
30	2.02±0.13 ^{aK}	2.03±0.64 ^{aK}	2.04±0.40 ^{aK}	2.02±0.59 ^{aK}
60	1.96±0.17 ^{aK}	2.05±0.05 ^{aK}	2.07±0.25 ^{aK}	2.08±0.18 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşma indeksi peynirlerin su içeriklerine bağlıdır ve (Koçak ve ark, 1997) olgunlaşma indeksi %33-66 arasında olan peynirler tam olgun, %33'ten düşük olan peynirler az olgun olarak kabul edilmektedir (Kurt, 1972). Hatay peynirlerinin olgunlaşma indeksi değerleri %1.57-2.22 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. gününde C peyniri %2.22 ile en yüksek olgunlaşma indeksi değerlerine sahip olurken, depolamanın diğer günlerinde genel olarak C ve D peynirleri en yüksek olgunlaşma indeksine sahip olmuştur. Peynirlerin olgunlaşma indeksi değerlerine bağlı olarak Hatay peynirlerinin olgunlaşmamış, taze peynir sınıfına girdiği söylenebilmektedir. Farklı ön olgunlaşma süreleri peynirlerin olgunlaşma indekslerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir (p>0.05). Aly (2015) MTG ilavesinin peynirlerin olgunlaşma indekslerini arttırdığını bildirmektedir.



Şekil 4.14. Peynirlerin olgunlaşma indeksleri

Peynirlerin olgunlaşma indeksleri incelendiğinde, bu değerlerde düzensiz değişimler meydana geldiği saptanmıştır. Meydana gelen bu değişiklikler üzerinde depolama süresinin etkileri A peyniri üzerinde önemli bulunurken ($p < 0.05$), B, C ve D peynirlerinde önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Aminifar ve ark. (2010) tarafından farklı peynirler üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda depolama süresince peynirlerin olgunlaşma derecelerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. Güven ve ark (2006), Öründü (2016), Güzeler ve ark. (2017c), Özbek ve Güzeler (2017), Güzeler ve ark. (2018) gibi birçok araştırmacı da peynirlerin olgunlaşma derecelerinin depolama süresine bağlı olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

4.6.4. Elektroforetik Özellikler

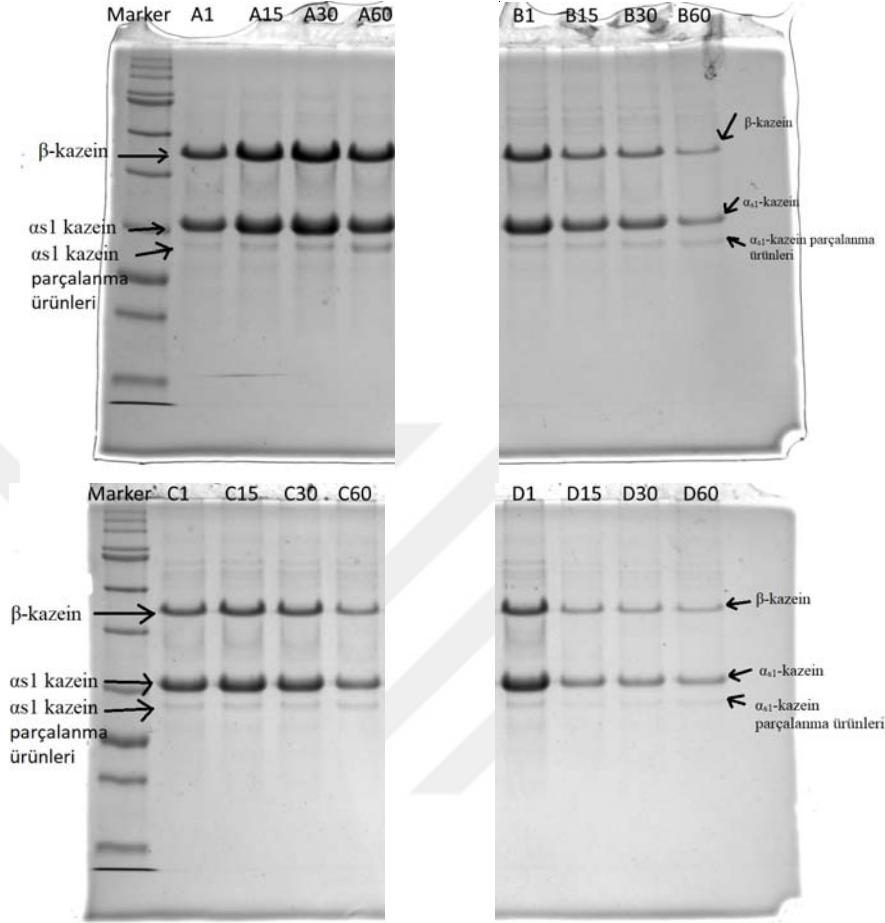
Elektroforetik yöntemler; kazeinin parçalanmasının sonucunda oluşan büyük polipeptitlerin izlenerek peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır (Tuncel ve ark., 2010). Elektroforez, proteinlerin elektriksel alanda göç etmesi prensibine dayanmaktadır. Sütte bulunan

β - kazeinin plazmin enzimiyle muamele edilmesi ve oluşan γ -kazeinlerin farklı izoelektrik noktalarına sahip olmasından dolayı ayrılarak teşhis edilmesiyle uygulanan bu yöntem, olgun peynirler için çok hassas olmamakla birlikte fazladan bir işlem gerektirmediğinden basit ve kullanışlı olarak tanımlanmıştır (Tunçtürk ve ark., 2008).

Hatay peynirlerinin depolama süresince saptanan elektroforetogramları Şekil 4.15.'te verilmiştir. Araştırma sonucunda elektroforetogramlarda β -kazein, α_{s1} -kazein, α_{s1} -kazein (f102-109), α_{s1} -kazein (f24-199) ve α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerinin değişiminin belirlenmesi hedeflenmiştir.

İnek sütünün %80'i kazeinlerden oluşmaktadır (Yerlikaya ve Karagözlü, 2008). Süt enzimleri tarafından kazeinlerin hidrolizi meydana gelebilir ve bu durum çözünür haldeki bozunma ürünlerinin oluşumuna yol açar. Sütte α_{s1} , α_{s2} , β - ve k-kazein olmak üzere dört temel kazein çeşidi bulunmaktadır (Badem, 2015; Ramesha ve ark., 2016).

β -kazein, sütteki toplam kazeinin ortalama %35-45'ini oluşturmaktadır. Dört kazein çeşidi içerisinde β -kazeinin konsantrasyonu, süt pıhtılaşmasını ve sinerezi etkileyebilmektedir. β -kazein çiğ sütte plazmin enzimi tarafından hidrolize olur ve peynir olgunlaşması sırasında β -kazein proteolizi tekstür ve aroma oluşumu üzerinde önemli role sahiptir. Peynirlerde bulunan peptitlerin çoğu β -kazein kaynaklıdır (Muller-Renaud ve ark., 2004). β -kazein plazmin enziminin en önemli substratıdır. Plazmin β -kazeini γ -kazein ve proteoz peptonlara parçalar. Enzim, β -kazeini $\text{Lys}_{28}\text{-Lys}_{29}$, $\text{Lys}_{105}\text{-His}_{106}$ ve $\text{Lys}_{107}\text{-Glu}_{108}$ olmak üzere üç noktadan hidrolize etmektedir. Bu parçalama işlemi sonucunda $\gamma 1$ -kazein (β -kazein f29-209), $\gamma 2$ -kazein (β -kazein f106-209) ve $\gamma 3$ -kazein (β -kazein f108-209), proteoz pepton-8 hızlı (β -kazein f1-28), proteoz pepton-8 yavaş (β -kazein f29-105 ve f29-107) ve proteoz pepton-5 (β -kazein f1-105 ve β -kazein f1-107) oluşmaktadır (Aydemir ve ark., 2008).



Şekil 4. 15. Peynirlerin depolama süresince saptanan elektroforetogramları

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

Şekil 4.15'te verilen elektroforetogramlar incelendiğinde örneklerin β -kazein oranlarında farklı değişimler meydana geldiği saptanmıştır. A örneğinde depolamanın 30. gününe kadar β -kazein oranlarında artış görülürken, depolamanın 60. gününde bu değerlerde azalma meydana gelmiştir. B ve D örneklerinin β -kazein oranlarındaki değişim de kendi aralarında benzerlik göstermiştir. Bu örneklerin β -kazein oranlarında depolama boyunca sürekli olarak azalma saptanmıştır. C örneğinde ise β -kazein oranı depolamanın 30. gününe kadar

artarken, 30. günden sonra azalmaya başlamıştır. Birçok araştırmacı olgunlaşma süresince peynirlerin β -kazein oranlarında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir (Hayaloğlu, 2003; Kim ve ark., 2004; Tang ve ark., 2005; Çürük, 2006; Hayaloğlu ve ark., 2010; Barac ve ark., 2016; Deveci, 2016; Kalit ve ark., 2016; Miloradovic ve ark., 2017). Ayrıca araştırma sonucunda kontrol örneğinin β -kazein miktarının MTG enzimi ile muamele gören örneklerle göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Chen ve Hsieh (2016) tarafından yapılan çalışmada, β -kazein moleküllerinin MTG enzimi ile katalizlenmesine daha yatkın olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple MTG enzimi ilaveli peynirlerde β -kazein oranının kontrol örneğinden düşük olduğu düşünülmektedir. Tang ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada benzer şekilde MTG enzimi ilavesi ile β -kazein miktarında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca MTG enzimi ile ön olgunlaşma süresi arttıkça β -kazeinin hidrolizinin arttığı ve miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bu sonuç çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile de uyum sağlamaktadır.

α_s kazeini kendi içerisinde α_{s1} -(%79) ve α_{s2} -(%21) kazeini olmak üzere iki farklı polipeptid zinciri içermektedir (Çetin ve Avşar, 2011). İnek sütünde ortalama %37 oranında α_{s1} -kazeini bulunduğu bildirilmektedir (Treweek, 2012). α_{s1} -kazein içeriği ile toplam kurumadde, yağ ve protein oranı, yüksek peynir randımanı ve peynir kalitesi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek miktardaki α_{s1} -kazeini hızlı pıhtılaşma ve daha iyi jel sıkılığı sağlamaktadır (Torres-Vasquez ve ark., 2008; Talach, 2013). α_{s1} -kazeininin proteolitik parçalanması üç basamakta gerçekleşmektedir. Pıhtılaştırıcı enzimler ilk olarak α_{s1} -kazeinini Phe₂₃-Phe₂₄ bağlarından parçalayarak α_{s1} -kazein (f1-23) ve α_{s1} -kazein (f24-199) oluşturmaktadırlar. İkinci basamakta pıhtılaştırıcı enzimler, bakteriyel enzimler ve sütün doğal enzimleri α_{s1} -kazeinini (f24-199) orta ve küçük büyüklükteki peptitlere parçalarlar. Son basamakta ise bakteriyel enzimler küçük peptitleri aminoasitlere parçalamaktadırlar (Hynes ve ark., 2004; Ferreira ve ark., 2006; Dervişoğlu ve ark., 2007; Nemeckova ve ark., 2009; An ve ark., 2014; Deveci, 2016).

Şekildeki elektroforetogramlar incelendiğinde, kontrol örneğinin α_{s1} -kazein oranının depolamanın 30. gününe kadar arttığı, daha sonra azaldığı tespit edilmiştir. C örneğinde de benzer bir değişime rastlanılmış, depolamanın 15. ve 30. günlerinde α_{s1} -kazein oranı artarken, 60. güne doğru tekrar azalmıştır. B ve D örnekleri incelendiğinde ise depolama süresince sürekli olarak azalma kaydedilmiştir. Olgunlaşma süresince α_{s1} -kazein oranının azaldığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Tang ve ark., 2005; Sienkiewicz ve ark., 2006; Enab ve ark., 2012; Juan ve ark., 2016; Kalit ve ark., 2016). β -kazein oranlarında da saptandığı gibi, MTG enzimi ilavesi α_{s1} -kazein miktarında azalmaya neden olmuştur.

Olgunlaşması sırasında, kazein fraksiyonlarının proteolitik enzimler etkisi ile hidrolize olması sonucu bazı ileri parçalanma ürünleri de meydana gelmektedir (Deveci, 2016). Şekil 4.14. incelendiğinde, bu ürünlere ait bantların oluştuğu görülmüştür. Oluşan ürünlerin değişimlerine bakıldığında ise, A örneğinde depolama süresince artış meydana geldiği; B, C ve D örneklerinin miktarlarında ise önemli farklılıkların oluşmadığı gözlenmiştir. Deveci (2016) olgunlaşma süresince peynirlerde α_{s1} -kazein parçalanma ürünlerinin miktarının arttığını bildirmiştir.

Tang ve ark. (2005) tarafından yapılan araştırmada MTG enzimi ilavesinin tüm kazein fraksiyonlarının polimerizasyonunu hızlandığı, yalnızca β -kazeinin büyük bir kısmının hidrolize karşı daha dayanıklı olması sebebiyle ön olgunlaşma süresi sonunda korunduğu bildirilmiştir. Sharma ve ark. (2001), Sharma ve ark. (2002), Walsh ve ark. (2003), Partanen ve ark. (2008), Rossa ve ark. (2011), Abou-Soliman ve ark. (2017) da benzer sonuçlar elde etmiş, MTG enziminin kazein fraksiyonlarının hidrolizini hızlandığını ve tüm fraksiyonların konsantrasyonunda azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Sharma ve ark. (2002), Gauche ve ark. (2008), Chang ve ark. (2014) ve Chen ve Hsieh (2016) tarafından yapılan araştırmalarda, MTG enzimi kullanımıyla kazein çapraz bağlarından molekül ağırlığı daha yüksek bileşikler elde edildiği bildirilmiştir.

4.7. Hatay Peynirlerinin Tekstürel Özellikleri

Gıdalarda tekstür; yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteri olarak tanımlanmaktadır. Tekstürel özellikler bir gıda maddesinin tipini ve kalite özelliklerini belirlemede kullanılmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Araştırmanın bu bölümünde Hatay peynirlerinin sertlik, dış yapışkanlık, elastiklik ve viskozite indeksi değerlerine ilişkin tekstürel özellikler yorumlanmıştır.

4.7.1. Sertlik

Sertlik değeri bir gıda maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Hatay peynirlerinin depolama süresince sertlik değerlerinin değişimi Çizelge 4.17.'de, bu değerlerin verildiği grafik ise Şekil 4.16.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.17. Hatay peynirlerinin sertlik değerleri (g) (n=3)

Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	1361±4.68 ^{bK}	1325 ± 5.18 ^{cL}	1484±5.67 ^{aL}	1282±5.47 ^{dL}
15	1261±9.25 ^{cL}	1633±10.89 ^{bK}	1857±9.92 ^{aK}	1860±11.52 ^{aK}
30	1251±5.27 ^{aL}	1077 ± 3.92 ^{cM}	1168±3.99 ^{bM}	1004±0.68 ^{dM}
60	609 ± 3.28 ^{dM}	840 ± 2.98 ^{bN}	1017±5.28 ^{aN}	755 ± 3.01 ^{cN}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

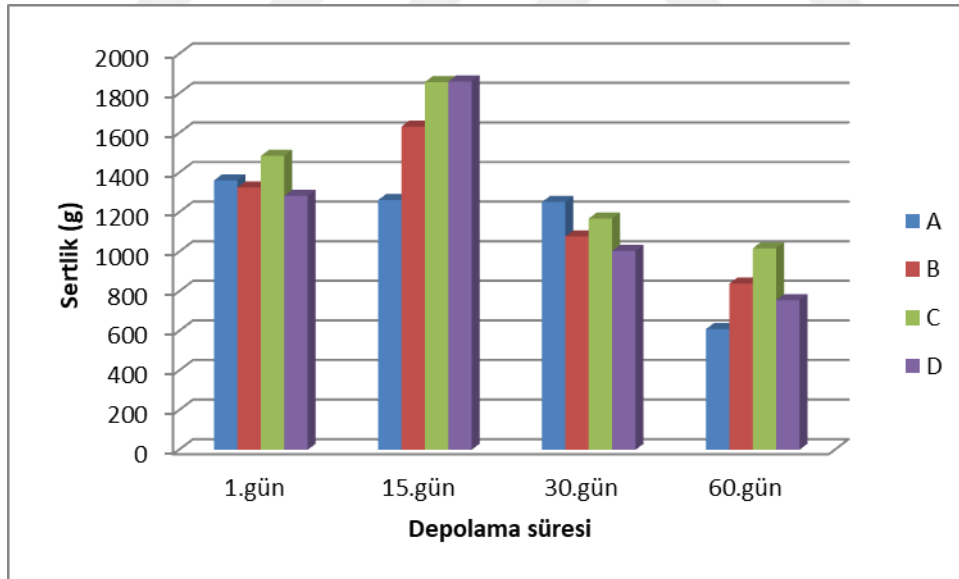
a, b, c, d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin sertlik değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 609-1860 g arasında değiştiği görülmüştür. Depolamanın 1. gününde sertlik değeri en yüksek olan peynirin C peyniri, 15. gününde D peyniri, 30. gününde A peyniri ve

60. gününde yeniden C peyniri olduğu tespit edilmiştir. Sertlik değeri en az olan peynirlerin ise depolamanın 1. ve 30. gününde D, 15. ve 60. gününde A peynirleri olduğu belirlenmiştir. MTG enzimi ilavesi ve farklı ön olgunlaştırma süreleri peynirlerin sertlik derecelerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde arttırmıştır ($p<0.05$). MTG enzimi ilavesi özellikle depolamanın 15. ve 60. günlerinde yüksek sertlik değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Prakasan ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada MTG ilavesinin peynirlerin sertlik değerlerini arttırdığı belirtilmiştir. Sertlik değerlerinin artması, kalsiyumun protein-protein interaksiyonlarını güçlendirmesi ve protein matriksinden serumun ayrılmasıyla peynirin sertleşmesi ile ilişkilendirilebilmektedir (Pastorino ve ark, 2003). Depolama sırasında sertlik değerlerinin azalması ise peynir yapısından kalsiyumun ayrılması ile açıklanabilmektedir.



Şekil 4.16. Peynirlerin sertlik değerleri

Depolama süresince Hatay peynirlerinin sertlik değerleri incelendiğinde, A peynirinin sertlik değerinin diğer peynirlerden farklı olarak depolama boyunca azaldığı tespit edilmiştir. B, C ve D peynirlerinin sertlik değerleri ise depolamanın 15. gününe kadar artarken, 15. günden sonra azalmıştır. Peynirlerin sertlik değerlerinde meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Benzer sonuçlar Miloradovic ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada da elde edilmiş, depolamanın 20. gününe kadar peynirlerin sertlik değerlerinin arttığı, 20. günden sonra ise azalmaya başladığı bildirilmiştir.

Logan ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise peynir örneklerinin sertlik değerlerinin depolamanın ilk gününden itibaren devamlı olarak azaldığı ifade edilmiştir.

4.7.2. Elastiklik

Bir gıda maddesinde herhangi bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun etki kaldırıldığında kaybolması elastiklik olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Hatay peynirlerinin elastiklik değerlerine ilişkin veriler Çizelge 4.18.'de, bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Hatay peynirlerinin elastiklik değerleri (g.sn) (n=3)

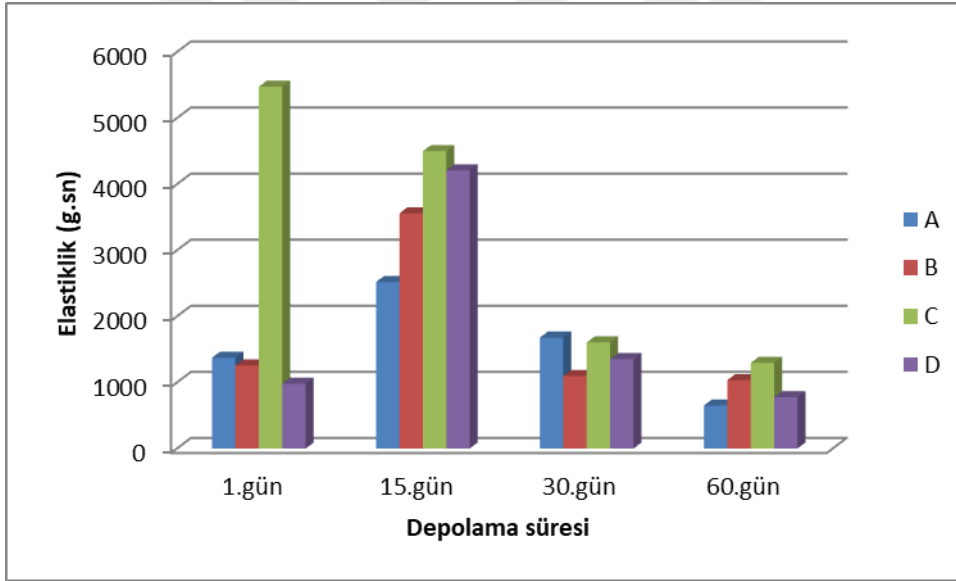
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	1375±2.01 ^{bM}	1257±3.25 ^{cL}	5476 ±6.03 ^{aK}	980 ± 1.60 ^{dM}
15	2520±7.17 ^{dK}	3560±2.60 ^{cK}	4498±11.02 ^{aL}	4207±19.29 ^{bK}
30	1679±6.80 ^{aL}	1098±1.78 ^{dM}	1605 ±5.41 ^{bM}	1353± 1.22 ^{cL}
60	649 ± 4.57 ^{dN}	1034±3.63 ^{bN}	1295 ±7.45 ^{aN}	776 ± 3.48 ^{eN}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk, C: Sütün 45 dk, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği

a, b, c, d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin elastiklik değerleri depolama süresince 649.0-5475.6 g.sn arasında değişmiştir. Depolamanın 1. 15. ve 60. günlerinde en yüksek elastiklik değerleri C peynirinde, depolamanın 30. gününde ise A peynirinde gözlenmiştir. MTG enzimi ilavesi ve farklı sürelerde uygulanan ön olgunlaştırma işlemi peynirlerin elastiklik değerlerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemiş ($p<0.05$) ve tüm peynirlerin elastiklik değerleri arasında farklılıklara neden olmuştur. Hatay peynirlerinin elastiklik değerleri ile kurumadde değerleri arasında bir ilişki saptanmıştır. Peynirlerin kurumadde oranları arttıkça elastiklik oranlarının da arttığı belirlenmiştir. Prakasan ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada MTG ilavesinin peynirlerin elastiklik değerlerini etkilemediği bildirilmiştir.



Şekil 4.17. Peynirlerin elastiklik değerleri

Depolama süresince peynirlerin elastiklik değerleri incelendiğinde, C peynirinin 1. gün değeri dışında, peynirlerin elastiklik değerlerinin depolamanın 15. günde arttığı ve en yüksek değerlerini aldığı, depolamanın 15. günü sonrasında

ise azalmaya başladığı saptanmıştır. C peynirinde ise depolama süresince devamlı olarak azalma meydana gelmiştir. Tüm peynirlerin elastiklik değerlerinde meydana gelen değişiklikler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kim ve ark. (2014), Wang ve ark. (2016), Dimitreli ve ark. (2017) ve Logan ve ark. (2017) peynirlerin elastiklik değerlerinin depolama süresince sürekli olarak azaldığını bildirmişlerdir.

4.7.3. Dış Yapışkanlık

Bir gıdanın yüzeyi ile besinlerin ilişkide olduğu dil, diş, damak gibi yüzeylerin arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan güç yapışkanlık olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık (sağlamlık) değerlerine ait veriler Çizelge 4.19.'da, bu değerlerin yer aldığı grafik ise Şekil 4.18.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri (g) (n=3)

Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	-20.38±1.91 ^{abK}	-32.07±1.61 ^{abK}	-42.44±7.54 ^{bK}	-16.70±1.85 ^{aKL}
15	-21.98±8.26 ^{aK}	-23.24±6.25 ^{aK}	-25.34±4.84 ^{aK}	-37.42±1.53 ^{aL}
30	-55.59±1.89 ^{aL}	-25.29±1.51 ^{aK}	-35.44±1.16 ^{aK}	-27.30±1.98 ^{aKL}
60	-11.22±9.39 ^{aK}	-8.36±1.60 ^{aK}	-24.16±9.63 ^{aK}	-11.35±9.40 ^{aK}

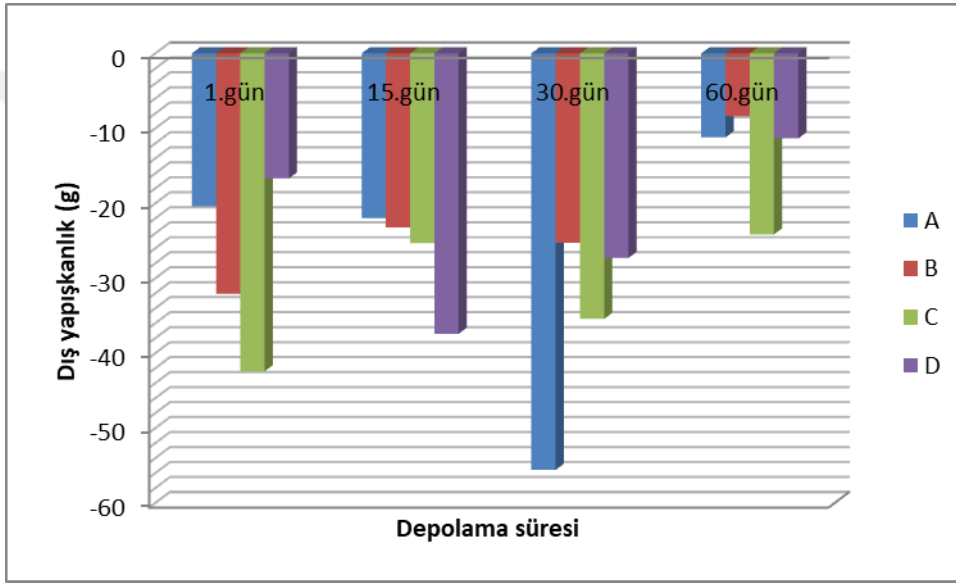
A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Peynirlerin dış yapışkanlık değerlerinin -8.36 g ile -55.59 g arasında değiştiği görülmektedir. Değerlerin negatif olması bu değerlerin büyüklüğü ile

ilgili değil, yapılan analizde probun yönüyle ilgilidir. Depolamanın 1. gününde C peynirinin dış yapışkanlık değeri diğer peynirlerden yüksek bulunmuştur ve bu farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde ise farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Prakasan ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada peynirlerin dış yapışkanlık değerleri ile MTG ilavesi arasında bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir.



Şekil 4.18. Peynirlerin dış yapışkanlık değerleri

Depolama süresince Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinde düzensiz değişimler meydana gelmiştir. A peynirinin dış yapışkanlık değeri 30. güne kadar artmış, 30. günden sonra azalmıştır. B ve C peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri depolamanın 15. gününde azalmış, 30. gününe kadar yeniden artmış ve 60. günde tekrar azalmıştır. D peynirinin dış yapışkanlık değeri ise depolamanın 15. gününde artmış ve sonrasında azalmıştır. A ve D peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$), B ve C peynirlerinde

meydana gelen değişimler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Peynirlerin dış yapışkanlık değerlerinin depolamanın 60. gününde azalması proteolize bağlı olarak kazein miselleri arasındaki bağların zayıflamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Dimitreli ve ark. (2017) ve Logan ve ark. (2017) tarafından yapılan araştırmalarda A peynirinde gözlenen değişimler ile benzer sonuçlar elde edilmiş, peynirlerin dış yapışkanlık değerlerinin depolamanın 30. gününe kadar arttığı, sonrasında ise azalmaya başladığı bildirilmiştir.

Ahmed ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmada da peynirlerin dış yapışkanlık değerlerinin depolamanın 30. gününe kadar arttığı ifade edilmiştir.

4.7.4. Viskozite İndeksi

Viskozite, sıvıların akışkanlığa karşı dirençlerini ölçmek için kullanılan yarı katı ve sıvı besinlerin en önemli kalite özelliklerindendir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Araştırmada üretimi gerçekleştirilen Hatay peynirlerinin viskozite indekslerine ait değerler Çizelge 4.20.'de, bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.19.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Hatay peynirlerinin viskozite indeksi değerleri (g.sn) (n=3)

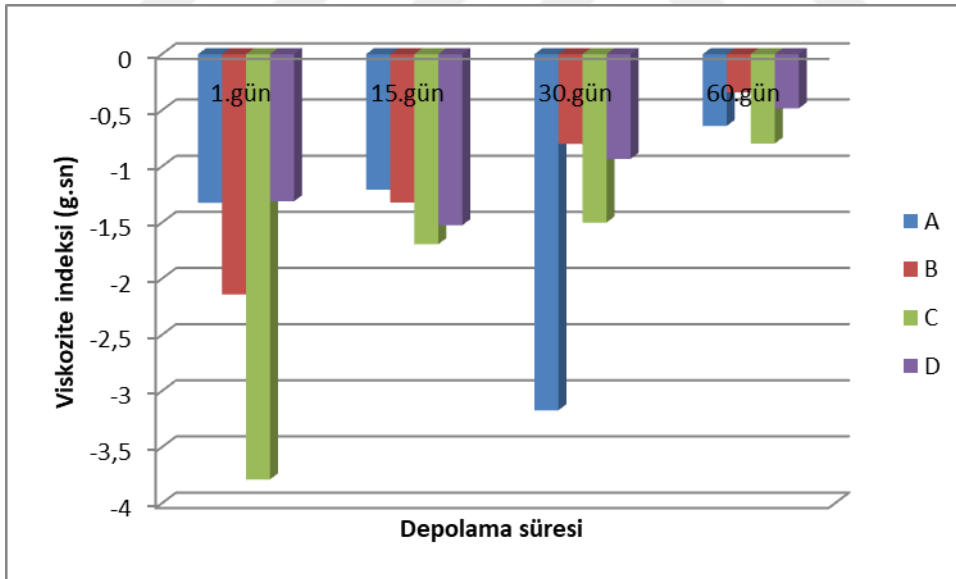
Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	-1.32±0.56 ^{aKL}	-2.13± 0.13 ^{bL}	-3.78±0.33 ^{cL}	-1.31±0.28 ^{aK}
15	-1.20±0.09 ^{aKL}	-1.31±0.68 ^{aKL}	-1.69±0.99 ^{aK}	-1.52±0.60 ^{aK}
30	-3.17 ±0.83 ^{bL}	-0.79± 1.05 ^{aK}	-1.49±0.22 ^{abK}	-0.93±0.81 ^{aK}
60	-0.63 ±1.01 ^{aK}	-0.33± 0.23 ^{aK}	-0.79±0.47 ^{aK}	-0.48±0.03 ^{aK}

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği,

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Hatay peynirlerinin viskozite indeksi değerleri -0.33 g.sn ile -3.78 arasında değişmiştir. İç yapışkanlık değerlerinde olduğu gibi viskozite indeksi değerlerindeki negatiflik analizin yönünü ifade etmektedir. Depolamanın 1., 15. ve 60. günlerinde en yüksek viskozite indeksi değerine C peynirinin sahip olduğu, depolamanın 30. gününde ise A peynirinin en yüksek viskozite indeksi değerine sahip olduğu saptanmıştır. Depolamanın 1. gününde C peynirinin en yüksek değeri alması istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 30. gününde ise A peynirinin diğer peynirlerin viskozite indeksi değerlerinden daha yüksek bir değere sahip olması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 15. ve 60. günlerinde meydana gelen değişiklikler ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Yapılan bazı araştırmalarda MTG ilavesinin viskoziteyi arttırdığı bildirilmektedir (Kieliszek ve Misiewicz, 2014; Romeih ve Walker, 2017).



Şekil 4.19. Peynirlerin viskozite indeksi değerleri

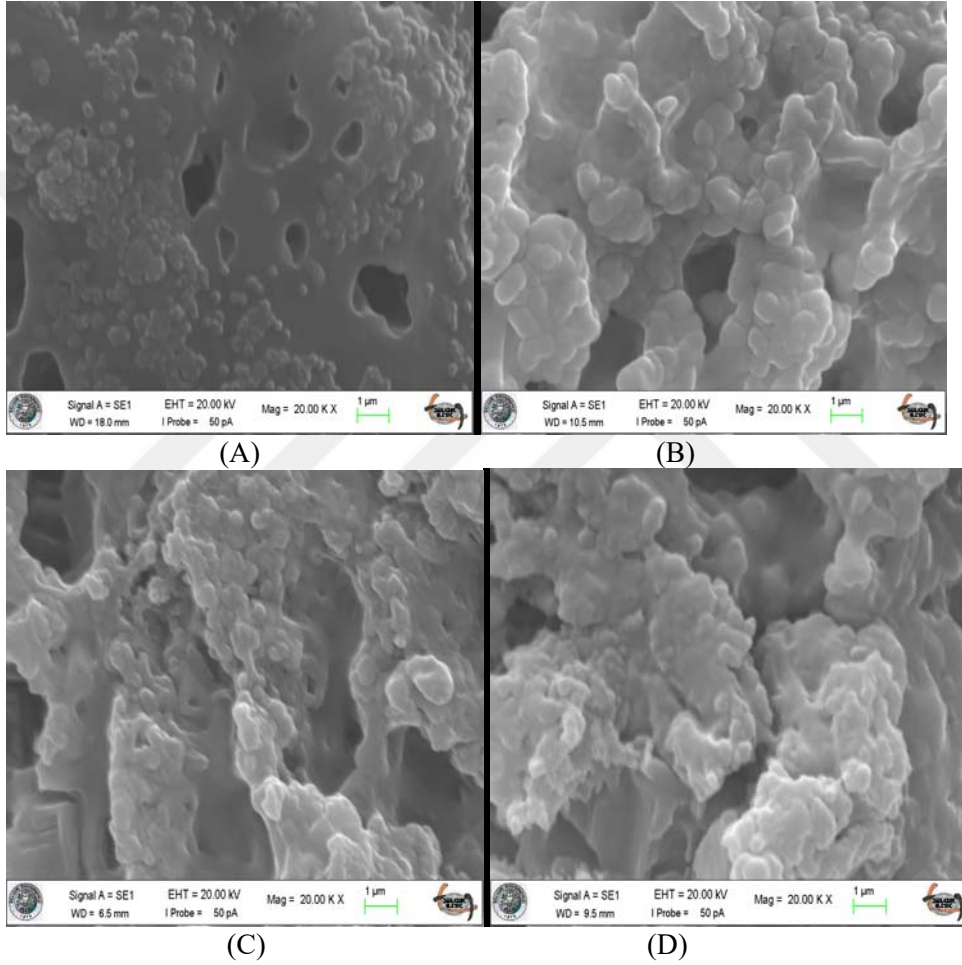
Peynirlerin viskozite indeksleri depolama süresince düzensiz değişimler göstermiştir. A peynirinin viskozite indeksi değerinin depolamanın 15. gününe kadar hafifçe azaldığı, depolamanın 30. gününde önemli ölçüde arttığı ve 60. günde yeniden azaldığı görülmektedir. B ve C peynirlerinin viskozite indeksi değerlerinde depolama süresince devamlı olarak azalma meydana gelmiştir. D peynirinin viskozite indeksi değeri ise depolamanın 15. gününe kadar artarken, 15. günden sonra yeniden azalmıştır. Meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkisi; A, B ve C peynirleri için önemli bulunurken ($p < 0.05$), D peyniri için önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Subramanian ve ark. (2003) ve Zhu ve ark. (2015) tarafından yapılan farklı araştırmalarda Mozzarella peynirlerinin viskozite değerlerinin depolama süresince azaldığı belirtilmiştir. Da Silva ve ark. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada ise peynir örneklerinin viskozite indekslerinin depolamanın 7. gününde azaldığı, 14. gününde arttığı ve 14. gün sonrasında tekrar azaldığı ifade edilmiştir.

4.8. Hatay Peynirlerinin Mikro Yapıları

Mikro yapı peynirlerin tekstürel ve fonksiyonel özelliklerinin kontrol edilmesinde kullanılan faktörlerden biridir. Peynir mikro yapısı süt endüstrisinde kalite kontrol açısından önem taşımaktadır. SEM (Scanning Electron Microscope-Taramalı elektron mikroskobu) aracılığıyla peynir mikro yapılarının kalitatif (görsel analizlerle) ve kantitatif analizlerinin gerçekleştirilmesi mümkündür (Lee ve Marshall, 1981; Impoco ve ark., 2006). Hatay peynirlerin depolamanın 15. gününde incelenen mikro yapılarının verildiği SEM görüntüleri Şekil 4.20.'de gösterilmektedir.

Peynirlerin mikroyapıları incelendiğinde, transglutaminaz uygulanmamış kontrol örneğinde düz bir yüzey görünüşü elde edildiği ve diğer örneklerde üç boyutlu bir görünüş oluştuğu tespit edilmiştir. Süngerimsi bir yapı oluşturmaması nedeniyle pıhtı içinde daha fazla suyun tutulduğu görülmektedir. Benzer yapısal özellikler, peynirde birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Kalab, 1979;

Emmons ve ark., 1980; Tamime ve ark., 1990; Mistry ve Anderson, 1993; Anderson ve Mistry, 1994; Küçüköner ve ark., 1998; Jeong ve Hong, 2009; Pereira ve ark., 2009; Aloğlu ve Öner, 2013; Romeih ve ark., 2014; Qi ve ark., 2015; Song ve Zhao, 2016; Abou-Soliman ve ark., 2017).



Şekil 4.20. Hatay peynirlerinin mikrostrüktürleri (Mag: 20.000)

A: Enzim kullanılmaksızın üretilmiş kontrol peynir örneği, B: Sütün 30 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, C: Sütün 45 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği, D: Sütün 60 dk enzim ile ön olgunlaşması sonunda mayalanmasıyla üretilmiş peynir örneği

Enzim uygulanmış olan B, C ve D örnekleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise enzimle farklı ön olgunlaşma sürelerinin mikrostrüktürel yapıda çok önemli sayılabilecek bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

Protein moleküllerinin çapraz bağlanma ve agregasyon ile üç boyutlu ağ yapılar içerisinde bir araya gelmeleri gıdalarda arzulanan özelliklerde yeni yapılar geliştirmede en önemli süreçlerdir (Doi, 1993; Şanlı ve ark., 2011). Bu durum kurumadde, randıman değerlerinde de kendini göstermektedir. Kontrol peynirine göre MTG ilaveli peynirlerin yüksek sertlik değerlerine sahip olmalarını da açıklamaktadır.

Gemici ve Öner (2017) tarafından yapılan araştırmada, kontrol örneği olarak kullanılan yarım yağlı Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranlarının MTG enzimi ilaveli Kaşar peyniri örneklerinin kurumadde oranlarından bir miktar fazla olduğu bildirilmiştir. Bu durumun MTG enziminin lizin ve glutamin arasında bağ oluşturması sırasında su moleküllerinin tutulduğu kompleks bir matrisin oluşmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Şener (2012) ve Özer ve ark. (2013) tarafından transglutaminaz enziminin modifiye etmiş olduğu protein matriksinin su tutma kapasitesini artırarak peynirde verim artışı sağlama özelliğine sahip olduğu bildirilmektedir.

Lim ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada MTG enzimi ile modifiye edilen krem peynirlerin mikro yapıları incelenmiştir. Araştırma sonucunda enzim ilaveli peynirlerde kontrol örneğine göre protein çapraz bağlarının daha fazla olduğu ve daha yoğun bir görünümün elde edildiği bildirilmiştir.

Sayadi ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada peynirlerin mikro yapılarının incelendiğinde kontrol örneğinin transglutaminaz uygulanmış diğer örneklerden daha kompakt bir protein matriksine sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmada MTG ilavesinin peynirlerin mikro yapılarında gözlenen serum gözeneklerinin sayısını arttırdığı ve sertlik değerlerini azalttığı belirtilmiştir.

Eren Karahan'ın (2016) yaptığı çalışmada MTG enzimi uygulanmış Beyaz peynirlerde enzim oranı arttıkça mikroyapılarının daha sıkılaştığı ve sudan oluşan boşlukların daha büyük olduğu dolayısıyla yapıda daha fazla su tutulduğu gözlenmiştir.

Ilicic ve ark. (2013) araştırmalarında benzer sonuçlar elde etmiş, MTG enzimi ilavesinin daha yoğun, daha düzenli ve küçük kazein miselleri oluşumuna neden olduğunu bildirmişlerdir.

Domagala ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, kontrol örneğinin protein matriksinin MTG enzimi ilaveli örneklerle göre daha kompakt yapıda olduğu bildirilmiştir. Enzim ilavesinin daha yumuşak bir yapı, daha küçük kazein miselleri, daha ince zincirler ve küçük kümeler oluşturduğu ifade edilmiştir.

4.9. Hatay Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Kalite kontrol, ürün geliştirme ve araştırma alanlarında yaygın olarak kullanılan teknikler bir gıda ürünün değerlendirilmesi ve kabul edilebilirliğinin ölçülmesi amacıyla uygulanmaktadır (Carbonell-Barrachina, 2007). Duyusal özelliklerin belirlenmesi; gıda ürünleri arasındaki benzerliklerin ve farklılıkların belirlenmesi, gıda ürünlerinin geliştirilmesi, bilimsel karakteristiklerinin araştırılması ve tüketici tarafından beğenilirliğinin ölçülmesi açısından önem taşımaktadır (Anon., 2010). Araştırmada Hatay peynirlerinin duyusal açıdan değerlendirilmesi adına 7 kişilik uzman panelist grubu oluşturulmuştur. Yapılan analizlerde; dış görünüş 5 puan, iç görünüş 5 puan, yapı 5 puan, koku 5 puan ve tat 5 puan olmak üzere toplam 25 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Depolama süresince gerçekleşen analizlerde A, B, C ve D peynirleri için panelistlerin tercihleri belirlenmiştir. Hatay peynirlerinin depolama süresince duyusal özelliklerine verilen puanlar Çizelge 4.21.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.21. Hatay peynirlerinin duysal özelliklerine verilen puanlar (n=3)

Özellikler	Depolama süresi (Gün)	Peynirler			
		A	B	C	D
Dış görünüş	1	4.59±0.14 ^{aK}	4.46±0.16 ^{aK}	4.17±0.68 ^{aK}	4.58±0.12 ^{aKL}
	15	4.21±0.31 ^{aK}	4.00±0.37 ^{aL}	4.11±0.10 ^{aK}	4.35±0.18 ^{aKL}
	30	4.16±0.59 ^{aK}	4.07±0.12 ^{aKL}	4.47±0.32 ^{aK}	4.69±0.27 ^{aK}
	60	2.73±0.53 ^{bL}	4.22±0.16 ^{aKL}	4.54±0.39 ^{aK}	4.26±0.04 ^{aL}
İç görünüş	1	4.47±0.43 ^{aK}	4.08±0.84 ^{aK}	4.19±0.84 ^{aK}	4.24±0.88 ^{aK}
	15	4.28±0.39 ^{aK}	4.11±0.35 ^{aK}	3.92±0.25 ^{aK}	4.19±0.45 ^{aK}
	30	3.95±0.71 ^{aKL}	4.16±0.55 ^{aK}	4.52±0.32 ^{aK}	4.33±0.08 ^{aK}
	60	3.07±0.37 ^{bL}	4.37±0.02 ^{aK}	4.28±0.51 ^{aK}	4.40±0.28 ^{aK}
Yapı	1	4.38±0.32 ^{aK}	4.11±0.87 ^{aK}	4.12±0.79 ^{aK}	4.24±0.88 ^{aK}
	15	4.11±0.62 ^{aK}	4.09±0.29 ^{aK}	4.19±0.35 ^{aK}	4.38±0.35 ^{aK}
	30	4.00±0.46 ^{aK}	4.28±0.32 ^{aK}	4.19±0.10 ^{aK}	4.35±0.31 ^{aK}
	60	3.57±0.24 ^{bK}	4.21±0.00 ^{aK}	4.40±0.27 ^{aK}	4.34±0.15 ^{aK}
Koku	1	4.33±0.57 ^{aK}	4.28±0.51 ^{aK}	4.33±0.57 ^{aK}	4.47±0.57 ^{aK}
	15	4.30±0.28 ^{aK}	4.16±0.17 ^{aK}	4.21±0.43 ^{aK}	4.14±0.44 ^{aK}
	30	4.19±0.29 ^{aK}	4.02±0.22 ^{aK}	4.28±0.32 ^{aK}	4.16±0.28 ^{aK}
	60	4.14±0.37 ^{aK}	4.04±0.45 ^{aK}	4.09±0.43 ^{aK}	3.90±0.45 ^{aK}
Tat	1	3.76±0.57 ^{aK}	3.68±0.41 ^{aK}	3.52±0.37 ^{aK}	3.73±0.55 ^{aKL}
	15	3.33±0.35 ^{aK}	3.90±0.16 ^{aK}	3.73±0.41 ^{aK}	3.35±0.37 ^{aL}
	30	4.02±0.73 ^{aK}	3.82±0.43 ^{aK}	3.70±0.30 ^{aK}	3.85±0.12 ^{aKL}
	60	3.26±0.04 ^{bK}	3.78±0.49 ^{abK}	3.83±0.53 ^{abK}	4.11±0.04 ^{aK}
Toplam	1	21.53	20.61	20.33	21.26
	15	20.23	20.26	20.16	20.41
	30	20.32	20.35	21.16	21.38
	60	16.77	20.62	21.14	21.01

a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler farklı ön olgunlaşma sürelerine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

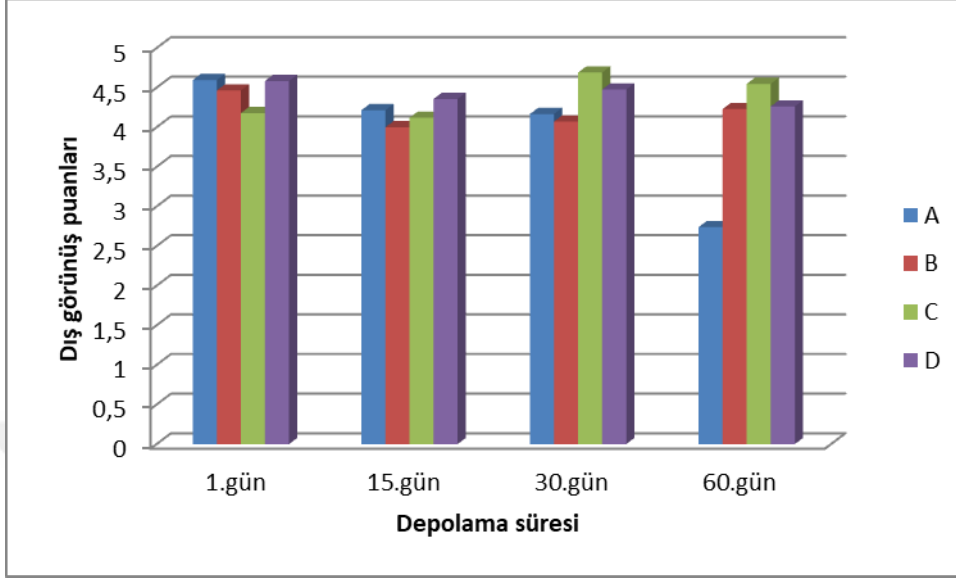
Hatay peynirlerinin tüm duysal özellikleri bakımından elde edilen toplam puanlar incelendiğinde, depolamanın 1. gününde en yüksek puanları A peynirinin

aldığı ve bunu sırasıyla D, B ve C peynirlerinin izlediği belirlenmiştir. Depolamanın 15. gününde D peynirinin en yüksek duyuşal özellik puanlarına sahip olduğu ve B, A ve C peynirlerinin bunu takip ettiği tespit edilmiştir. Depolamanın 30. gününde de en yüksek duyuşal özellik puanlarına sahip olan peynir D peyniri olurken, C peyniri ilk onbeş günün aksine daha yüksek puanlar alarak D peynirini izlemiştir. Bu aşamada en az puanlara sahip olan peynirin ise A peyniri olduğu saptanmıştır. Depolamanın 60. gününde ise en yüksek duyuşal özellik puanına sahip olan peynir C peyniri olurken bunu sırasıyla D, B ve A peynirleri izlemiştir. 60. günde kontrol örneği olan A peynirinin toplamda en düşük puanı alması MTG enzimi ilavesinin peynirlerin olgunlaşma sırasında duyuşal özelliklerini geliştirdiğini göstermektedir.

Sonuç olarak enzim ilavesi yapılmadan üretilen peynirin depolamanın 1. gününde yüksek puanlar almasına rağmen depolama süresi ilerledikçe beğenin de düştüğü görülmektedir. Enzim ilaveli peynirlerde ise aksine, depolama süresi arttıkça duyuşal özelliklere verilen puanlar da artmış veya yüksek kalmıştır. Duyuşal analizler sonucunda MTG enzimi ilaveli peynirlerin daha çok beğenildiği ve ön olgunlaşma süresi arttıkça peynirlere verilen puanların da arttığı saptanmıştır. Böylelikle en çok beğenilen peynir D peyniri olmuştur.

4.9.1. Dış Görünüş

Hatay peynirlerinin depolama süresince dış görünüş özelliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.21.'de gösterilmiştir.



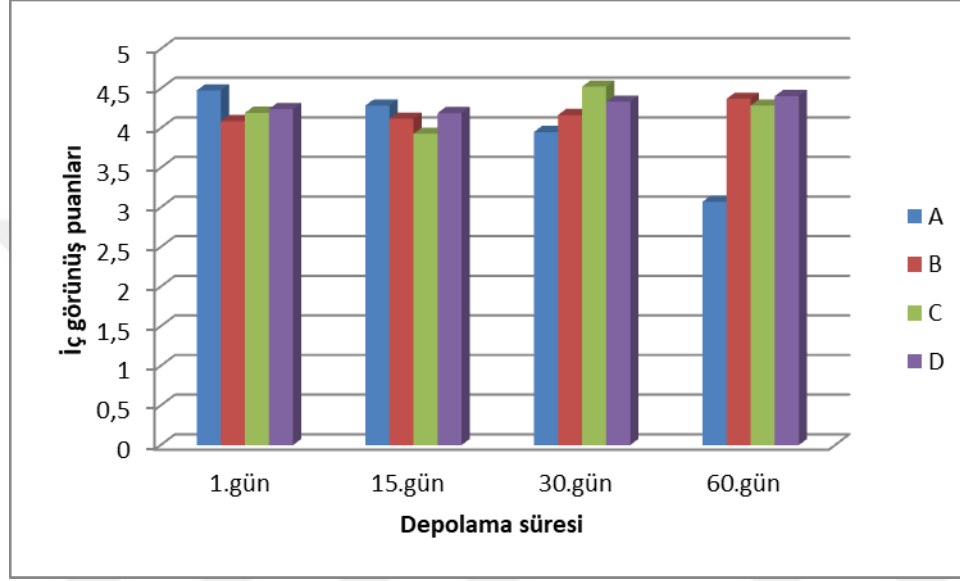
Şekil 4.21. Peynirlerin dış görünüş puanları

Peynirlerin dış görünüş puanları incelendiğinde, A peynirinin depolamanın ilk aşamalarında yüksek puanlar alırken depolama ilerledikçe puanların düştüğü belirlenmiştir. Depolamanın 60. gününde meydana gelen bu azalma üzerinde hem enzim ilavesinin hem de depolama süresinin istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Enzim ilavesi ve farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri depolamanın diğer günlerinde önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolama süresince A, B ve D peynirlerinde meydana gelen değişimler önemli bulunurken ($p < 0.05$), C peyniri depolama süresinden önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p > 0.05$). Peynirlerin dış görünüş puanları, mikrobiyal transglutaminaz enziminin peynirlerin dış görünüşünü geliştirdiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Karzan ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada MTG ilavesinin peynirlerin dış görünüş puanları üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.

4.9.2. İç Görünüş

Hatay peynirlerinin depolama süresince iç görünüş özelliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.22.'de gösterilmiştir.

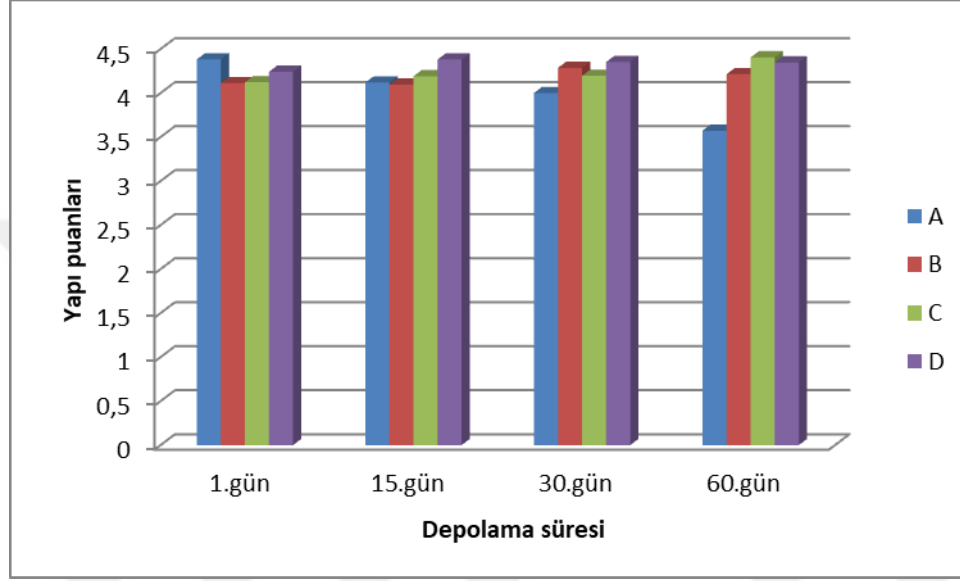


Şekil 4.22. Peynirlerin iç görünüş puanları

Peynirlerin iç görünüş puanları da dış görünüş özelliğine verilen puanlara benzerlik göstermektedir. A peynirinde 60. günde meydana gelen iç görünüş puanındaki azalma üzerinde enzim ilavesi ve depolama süresinin etkileri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın diğer günlerinde enzim ilavesi ya da farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). A peyniri dışındaki peynirlerin iç görünüş puanları üzerinde depolama süresinin etkilerinin de önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Enzim ilavesi yapılmadan üretilen A peynirinde depolamanın sonunda iç görünüş puanının enzim ilaveli peynirlerden oldukça düşük olması MTG enziminin peynirlerin iç görünüşlerini geliştirdiğini göstermektedir.

4.9.3. Yapı

Hatay peynirlerinin depolama süresince yapı özelliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.23.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.23. Peynirlerin yapı puanları

Peynirlerin yapı özelliklerine verilen puanlar incelendiğinde, depolamanın 1. gününde en yüksek puanın A peynirine, 15. ve 30. günlerde D peynirine ve 60. günde C peynirine verildiği belirlenmiştir. En düşük puanlar ise depolamanın 1. ve 15. günlerinde B, depolamanın 30. ve 60. günlerinde A peynirine verildiği saptanmıştır. Depolamanın 60. gününde A peynirinin yapı puanının diğer peynirlerden düşük olması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri ve tüm peynirler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). A peynirinin depolamanın 60. gününde yapı özelliğine ait puanlarında azalma meydana gelmesi, diğer peynirlerin ise yapı puanlarının

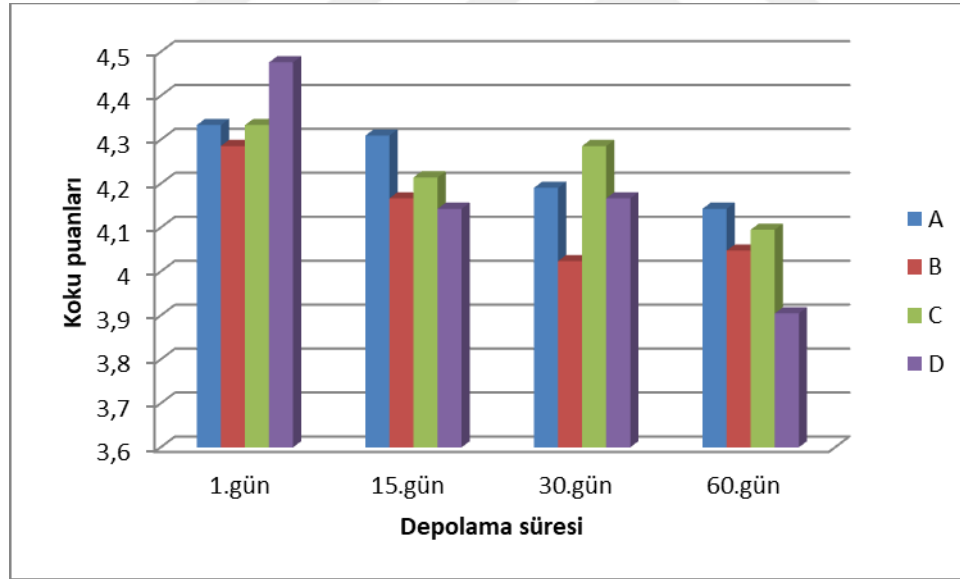
depolama süresince birbirine yakın olması MTG enziminin peynirlerini yapı özelliğini geliştirdiğini göstermektedir.

Karzan ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmada MTG ilaveli peynirlerin yapı özelliklerine verilen puanların kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Mahmood ve Sebo (2009) MTG ilavesinin peynirlerin tekstür özelliklerine verilen puanları istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediğini ifade etmişlerdir.

4.9.4. Koku

Hatay peynirlerinin depolama süresince koku özelliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.24.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Peynirlerin koku puanları

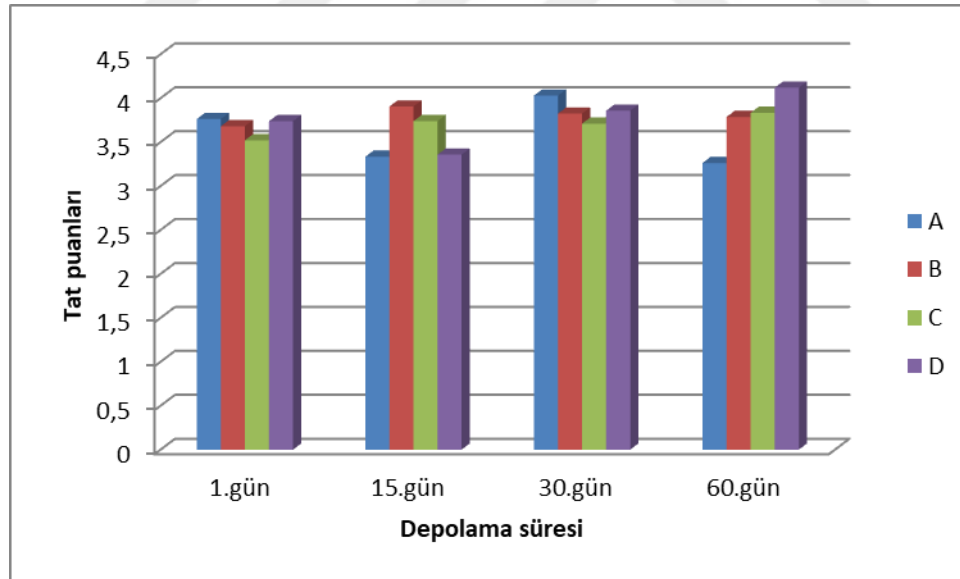
Peynirlerin koku özelliklerine verilen puanların depolama süresince genel olarak azaldığı saptanmıştır. Peynirler koku özellikleri bakımından depolama

süresince birbirlerine yakın puanlar almıştır. Peynirlerde proteolitik aktiviteye bağlı olarak depolama ilerledikçe koku özelliğinde kusurlar meydana geldiği bilinmektedir. Koku puanlarının depolama süresince azalması proteolizle ilişkilendirilebilir. Verilen puanlar üzerinde enzim ilavesi ile farklı ön olgunlaşma sürelerinin ve depolama süresinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Bulut Solak (2013), Badem (2015), Ehsannia ve Sanjabi (2016), Kondyli ve ark. (2016), Paksoy (2016), Miloradovic ve ark. (2017) tarafından farklı peynirlerle yapılan araştırmalarda depolama süresince peynir örneklerinin koku puanlarının azaldığı bildirilmiştir.

4.9.5. Tat

Hatay peynirlerinin depolama süresince tat özelliklerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.25.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Peynirlerin tat puanları

Depolamanın ilk 30 gününde peynirlerin tat puanları birbirine yakın değerler almış ve bu değerler üzerinde enzim ilavesiyle farklı ön olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 60. gününde ise A peynirinin tat puanı diğer peynirlerden oldukça düşük bulunmuştur ve bu değer üzerinde MTG enziminin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi A, B ve C peynirlerinin tat puanlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). D peynirinin tat puanları ise 15. günde azalmış ve sonrasında yeniden artmıştır. Meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Proteolitik aktiviteye bağlı olarak peynirlerin duysal özelliklerinde değişiklikler meydana geldiği bilinmektedir. Proteoliz seviyesinin yüksek olmasıyla birlikte meydana gelen azotlu bileşikler kötü koku ve acı tada sebep olabilmektedir. A peynirinin olgunlaşma indeksinin depolama süresince önemli düzeyde artış göstermesi, bu peynirin proteolitik aktivitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Yüksek proteolitik aktiviteye sahip olması nedeniyle A peynirinde tat kusurları saptanmış ve depolamanın 60. gününde bu peynire verilen puanlar düşük bulunmuştur.

Diğer peynirler için suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi değerleri incelendiğinde, depolama süresince bu değerlerde önemli değişikliklerin meydana gelmemesi proteolizin orta seviyede olduğunu göstermektedir. Peynirlerde, proteoliz sırasında oluşan ürünlerin orta seviyede olması koku ve tat özelliklerinin daha çok beğenilmesini sağlamaktadır (Al-Otaibiy ve Wilbey, 2005).

Mahmood ve Sebo (2009) tarafından yapılan araştırmada, MTG ilaveli peynirlerin tat özelliklerine panelistler tarafından daha yüksek puanlar verildiği bildirilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile süt proteinlerinin enzimatik modifikasyonunun enzimin farklı ön olgunlaşma süresi uygulamaları ile yarım yağlı Hatay peyniri üretiminde uygulanabilirliği ve yarım yağlı peynirin duysal ve tekstürel kusurlarının giderilmesinde kalite kriterleri üzerine etkileri 60 günlük depolama süresince incelenmiştir.

Çalışmada enzim uygulanmamış kontrol örneği (A), enzim ile 30 dk ön olgunlaşma uygulaması (B), enzim ile 45 dk ön olgunlaşma uygulaması (C) ve enzim ile 60 dk ön olgunlaşma uygulaması (D) ile üretilmiş dört farklı Hatay peyniri üretilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir.

Üretimde Kullanılan Çiğ Sütlerin Özellikleri

Üretimde kullanılan çiğ inek sütünde pH, yağ, yağsız kurumadde ve protein analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kullanılan sütün Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde ve FAO tarafından belirtilen koşullara uyum sağladığı görülmektedir.

Sütlerin pıhtı oluşum süreleri incelendiğinde, örnekler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu farklılığın mayalama işlemi öncesinde süte MTG enzimi ilave edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Maya testi sonucunda MTG enzimi ilavesi yapılmayan sütte pıhtılaşma süresinin daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Enzim ilaveli sütlerde ise ön olgunlaşma süresinin uzamasıyla pıhtılaşma süresinin de uzadığı saptanmıştır. Bu durumun sütlerin MTG enzimi uygulaması çapraz bağlanma ile proteinlerin modifikasyonu ve peynir mayasına karşı direncinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Peyniraltı Sularının Özellikleri

Hatay peynirleri üretiminden elde edilen peyniraltı suyu örneklerinde pH, kurumadde, yağ ve protein analizleri yapılmıştır. Peyniraltı sularının pH değerleri 6.05-6.14 arasında değişmiştir. En yüksek pH değeri kontrol örneği olan A peynirinden elde edilen peyniraltı suyunda gözlenirken, MTG enzimi ilaveli peynirlerde ön olgunlaşma süresi arttıkça peyniraltı sularının pH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak istatistiksel analiz sonucunda enzim kullanımının peyniraltı sularının pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Peyniraltı sularının yağ oranları ise A ve B örneklerinde %0.18, C ve D örneklerinde %0.20 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin yağ oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılığa rastlanmamıştır ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinden elde edilen peyniraltı sularının kurumadde değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %6.53-6.65 arasında değiştiği saptanmıştır. Örneklerin kurumadde değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Araştırma sonucunda peyniraltı sularının protein oranlarının %0.97-1.03 arasında değiştiği gözlenmiştir. İstatistiksel olarak peyniraltı sularının protein oranları arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Hatay Peynirlerinin Randıman Özellikleri

Hatay peynirlerinin randıman değerleri incelendiğinde, MTG enzimi ilaveli peynirlerin randıman değerlerinin enzim kullanılmadan üretilen peynir örneklerinin randımanlarından %1.5-3.5 oranında fazla olduğu belirlenmiştir. Enzim kullanımı peynirlerin randımanını arttırırken, ön olgunlaşma süresinin kısılması randımanı azaltmaktadır. Peynirlerin randıman değerleri arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ($p<0.05$).

%30 sabit kurumaddede randıman değerleri incelendiğinde ise, değerler arasında istatistiksel olarak farklılıkların bulunmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Elde edilen randıman değerlerinde en düşük A örneği iken, %30 sabit kurumaddeye göre randıman değerleri incelendiğinde B örneğinin en düşük randımana sahip olduğu görülmektedir.

Hatay Peynirlerinin Kimyasal Özellikleri

Hatay peynirlerinin pH değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 5.64-6.05 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Genel olarak A peynirinin diğer peynirlere oranla daha yüksek pH seviyelerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak yapılan istatistiksel analiz sonucunda, MTG ilaveli farklı ön olgunlaşma sürelerine tabi tutulan peynirlerin pH değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince pH değerlerinin devamlı olarak azaldığı saptanmıştır. Depolama süresinin etkileri A peyniri üzerinde istatistiksel olarak önemli değişikliklere neden olmazken ($p>0.05$), B, C ve D peynirlerinin pH değerlerinde meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ($p<0.05$). Peynirlerin pH değerlerinin azalması kullanılan kültürlerin proteolitik aktivitesine bağlı olarak gerçekleşen bakteri gelişimi, oluşturdıkları asit ve H_2O_2 gibi bileşenler ile ilişkilendirilebilir.

Hatay peynirlerinin laktik asit cinsinden titrasyon asitliklerinin %0.38-0.58 arasında değerler aldığı saptanmıştır. Depolamanın 1. gününde A peyniri, diğer günlerinde ise B peyniri en yüksek titrasyon asitliği değerlerine sahip olmuşlardır. Ancak MTG enzimi ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin titrasyon asitlikleri üzerinde önemli değişikliklere neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolama süresince Hatay peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, bu değerlerde beklenildiği gibi genel olarak artış meydana geldiği gözlenmiştir. Peynirler depolamanın 60. gününde en yüksek titrasyon asitliği değerlerine ulaşmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda, depolama süresinin A peynirinin

titrasyon asitliği üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı ($p>0.05$), ancak B, C ve D peynirlerini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır ($p<0.05$).

Hatay peynirlerinin kurumadde oranlarının %33.49-28.16 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek kurumadde değerine sahip peynirin enzim ilavesi yapılmadan üretilen A peyniri olduğu görülmektedir. Depolamanın 1. gününde peynirlerin kurumadde değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde ise farklı ön olgunlaşma süresinin etkili olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Depolama süresince peynirlerin kurumadde oranlarının değişimi incelendiğinde, A, B ve C peynirlerinde meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0.05$), D peynirinde görülen devamlı artış önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kurumadde değerinin devamlı olarak artmasının; olgunlaşma süresince peynirin asitlik derecesinin yükselmesi ile kazeinin daha az su tutmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Peynirlerin yağ oranları incelendiğinde, bu değerlerin %8.16-9.83 arasında değiştiği saptanmıştır. Farklı ön olgunlaşma sürelerinin ve enzim ilavesinin peynirlerin yağ oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Depolama süresince peynirlerin yağ oranlarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Depolama süresi A ve B peynirlerinin yağ oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemezken ($p>0.05$), C ve D peynirlerinin yağ oranlarında önemli değişikliklere neden olmuştur ($p<0.05$). C ve D peynirlerinin depolama süresince değişimleri incelendiğinde, bu peynirlerin yağ oranlarında devamlı bir artış saptanmıştır. Depolama süresince peynirlerin yağ oranında meydana gelen artışın pH değerinde gözlenen azalma ve peynirin nem oranıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %26.38-30.41 arasında değiştiği saptanmıştır. Depolamanın ilk 15 gününde en yüksek kurumaddede yağ değeri C peynirinde gözlenirken, depolamanın 30. ve 60. günlerinde en yüksek değerler D peynirinde tespit edilmiştir. En düşük

kurumaddede yağ oranlarının ise depolamanın ilk 30 gününde A peynirinde, depolamanın 60. gününde ise B peynirinde görüldüğü belirlenmiştir. MTG ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması depolamanın 1. ve 15. günlerinde peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde değişikliklere neden olmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 30. ve 60. günlerinde ise peynirlerin kurumaddede yağ değerleri üzerinde farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkilerinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Peynirlerin kurumaddede yağ değerleri arasındaki istatistiksel farklılığın, peynirlerin kurumadde oranları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresince peynirlerin kurumaddede yağ değerlerinde farklı ve düzensiz değişimler meydana gelmiştir. Ancak depolama süresinin etkileri peynirlerin kurumaddede yağ oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin tuz oranlarının %2.23-5.06 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek tuz oranına sahip peynirin B peyniri olduğu saptanırken, depolamanın diğer günlerinde en yüksek tuz oranı A peyniri, yani enzim ilavesi yapılmaksızın üretilen peynir olduğu gözlenmiştir. Ancak MTG enzimi ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaşma sürelerinin peynirlerin tuz oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemediği ve tuz oranı açısından peynirlerde farklılık bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Peynirlerin depolama süresince tuz oranlarında meydana gelen değişimler incelendiğinde, bu oranlarda devamlı bir artış meydana geldiği saptanmıştır. Genel olarak depolamanın 30. ve 60. günleri tuz oranı açısından istatistiksel olarak birbirine yakın bulunurken, 1. ve 15. günlerdeki tuz oranlarının daha farklı olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin etkileri tüm peynirlerin tuz oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$).

Peynirlerin kurumaddede tuz oranları incelendiğinde, bu oranların %7.49-15.49 arasında değiştiği görülmektedir. Depolamanın 1. gününde en yüksek kurumaddede tuz oranı B peynirinde, depolamanın 15. ve 30. günlerinde C

peynirinde, 60. gününde ise A peynirinde saptanmıştır. Ancak meydana gelen bu farklılıklar üzerinde MTG enzimi ilavesi sonrasında farklı ön olgunlaşma sürelerinin uygulanması istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Hatay peynirlerinin kurumaddede tuz değerlerinin depolama süresince arttığı ve elde edilen sonuçların tuz oranında meydana gelen artışla da uyumlu olduğu gözlenmektedir. Depolama süresi tüm peynirlerin kurumaddede tuz oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$).

Peynirlerin protein oranları incelendiğinde, bu oranların %15.01-20.17 arasında değiştiği görülmektedir. Depolama süresince en yüksek protein oranının MTG enzimi ilavesi yapılmadan üretilen A peynirinde bulunduğu saptanmıştır. MTG enzimi ilaveli peynirlere bakıldığında ise, ön olgunlaşma süresinin uzamasıyla peynirlerin protein oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Farklı ön olgunlaşma süreleri depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde peynirlerin protein oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilerken ($p<0.05$), depolamanın 60. gününde önemli farklılıklara neden olmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince peynirlerin protein değerlerinin düzensiz değişimler gösterdiği ve meydana gelen bu düzensiz değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri B ve C peynirleri için önemli bulunmazken ($p>0.05$), A ve D peynirinin protein oranının depolama süresinden etkilendiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Peynirlerin kurumaddede protein oranları %49.63-60.20 arasında değişmiştir. Depolama süresince en yüksek kurumaddede protein oranı A peynirinde, en düşük kurumaddede protein oranı 1. günde B, 15. günde C ve 30. ve 60. günlerde D peynirinde gözlenmiştir. Ancak MTG enzimi ilavesinin ardından farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasının peynirlerin kurumaddede protein oranlarını istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır ($p>0.05$). Peynirlerin kurumaddede protein değerlerinin genel olarak depolamanın 60. gününde azaldığı saptanmıştır. Protein oranlarında olduğu gibi, depolama süresi B, C ve D peynirlerinin kurumaddede protein oranlarını istatistiksel olarak önemli

düzeyde etkilemezken ($p>0.05$), A peynirinde meydana gelen farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Hatay Peynirlerinin Proteolitik Özellikleri

Peynirlerin toplam azot değerleri incelendiğinde, MTG enzimi ilave edilmeksizin üretilen kontrol örneğinin toplam azot değerinin enzim ilaveli örneklerle göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Peynirlerin toplam azot oranları üzerinde farklı ön olgunlaştırma sürelerinin etkisi depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$), depolamanın 60. gününde bu değerler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresi A ve D peynirlerinin toplam azot oranları üzerinde önemli düzeyde farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Ancak B ve C peynirlerinin toplam azot oranları depolama süresinden etkilenmemiştir ($p>0.05$).

Peynirlerin SÇA değerleri incelendiğinde, bu değerlerin %0.0423-0.0556 arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek SÇA değeri C peynirinde bulunurken, depolamanın diğer günlerinde en yüksek değerlerin A peynirinde bulunduğu tespit edilmiştir. En düşük SÇA oranının ise depolamanın 1. ve 15. günlerinde B, depolamanın 30. gününde D ve depolamanın 60. gününde C peyniri örneklerinde kaydedildiği belirlenmiştir. Ancak peynir örneklerinin SÇA oranlarında meydana gelen bu değişimler üzerinde farklı ön olgunlaşma süreleri uygulamasının istatistiksel olarak anlamı değişikliklere neden olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Depolama süresince peynirlerin SÇA değerlerinde meydana gelen değişiklikler izlendiğinde, MTG enzimi ilaveli peynirlerin SÇA değerleri ile MTG enzimi ilavesiz peynirin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. A peynirinin SÇA değeri depolamanın 30.gününe kadar artarken, 30. gün sonrasında azalmıştır. Enzim ilaveli peynirlerin SÇA değerlerinde ise artış ve azalmalar meydana gelmiştir. Ancak depolama süresinin peynirlerin SÇA değerleri üzerindeki etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin olgunlaşma indeksi değerleri %1.57-2.22 arasında değişmiştir. Depolamanın 1. gününde C peyniri %2.22 ile en yüksek olgunlaşma indeksi değerlerine sahip olurken, depolamanın diğer günlerinde de genel olarak C ve D peynirleri en yüksek olgunlaşma indeksine sahip olmuştur. Farklı ön olgunlaşma süreleri peynirlerin olgunlaşma indekslerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). Depolama süresinin etkileri incelendiğinde ise, A peynirinin olgunlaşma indeksi üzerinde depolama süresinin istatistiksel olarak önemli etkilerinin bulunduğu ($p<0.05$), diğer peynirlerin olgunlaşma indekslerinin ise depolama süresinden etkilenmediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Hatay peynirlerinin olgunlaşma indekslerine bağlı olarak bu peynirlerin taze (olgunlaşmamış) peynir sınıfına girdiği söylenebilmektedir.

Elektroforetogramlar incelendiğinde örneklerin β -kazein oranlarında farklı değişimler meydana geldiği saptanmıştır. Depolama süresince A ve C örnekleri birbirine benzer değişimler göstermiş, bu örneklerde depolamanın 30. gününe kadar β -kazein oranlarında artış görülürken, depolamanın 60. gününde bu değerlerde azalma meydana gelmiştir. B ve D örneklerinin β -kazein oranlarındaki değişim de kendi aralarında benzerlik göstermiştir. Bu örneklerin β -kazein oranlarında depolama boyunca sürekli olarak azalma saptanmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda kontrol örneğinin β -kazein miktarının MTG enzimi ile muamele gören örneklerle göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kontrol örneğinin α_{s1} -kazein oranının depolamanın 30. gününe kadar arttığı, daha sonra azaldığı tespit edilmiştir. C örneğinde de benzer bir değişime rastlanılmış, depolamanın 15. ve 30. günlerinde α_{s1} -kazein oranı artarken, 60. güne doğru tekrar azalmıştır. B ve D örnekleri incelendiğinde ise depolama süresince sürekli olarak azalma kaydedilmiştir.

α_{s1} -kazeinin parçalanma ürünlerin değişimlerine bakıldığında ise, A örneğinde depolama süresince artış meydana geldiği; B, C ve D örneklerinin miktarlarında ise önemli farklılıkların oluşmadığı gözlenmiştir.

Hatay Peynirlerinin Fiziksel Özellikleri

Hatay peynirlerinin sertlik değerleri incelendiğinde, bu değerlerin 609.2-1860.4 g arasında değiştiği görülmüştür. Depolamanın 1. gününde sertlik değeri en yüksek olan peynirin C peyniri, 15. gününde D peyniri, 30. gününde A peyniri ve 60. gününde yeniden C peyniri olduğu tespit edilmiştir. Sertlik değeri en az olan peynirlerin ise depolamanın 1. ve 30. gününde D, 15. ve 60. gününde A peynirleri olduğu belirlenmiştir. MTG enzimi ilavesi ve farklı ön olgunlaştırma süreleri peynirlerin sertlik derecelerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde arttırmıştır ($p<0.05$). MTG ilavesi özellikle depolamanın 15. ve 60. günlerinde yüksek sertlik değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Depolama süresince Hatay peynirlerinin sertlik değerleri incelendiğinde, MTG enzimi ilavesi yapılmadan üretilen A peynirinin sertlik değerinin diğer peynirlerden farklı olarak depolama boyunca azaldığı tespit edilmiştir. B, C ve D peynirlerinin sertlik değerleri ise depolamanın 15. gününe kadar artarken, 15. günden sonra azalmıştır. Peynirlerin sertlik değerlerinde meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Hatay peynirlerinin elastiklik değerleri depolama süresince 649.0-5475.6 g.sn arasında değişmiştir. Depolamanın 1. 15. ve 60. günlerinde en yüksek elastiklik değerleri C peynirinde, depolamanın 30. gününde ise A peynirinde gözlenmiştir. MTG enzimi ilaveli peynirlerde farklı ön olgunlaştırma sürelerinin uygulanması peynirlerin elastiklik değerleri üzerinde depolama süresince istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince peynirlerin elastiklik değerleri incelendiğinde, C peynirinin 1. gün değeri dışında, peynirlerin elastiklik değerlerinin depolamanın 15. günde arttığı ve en yüksek değerlerini aldığı, depolamanın 15. günü sonrasında ise azalmaya başladığı saptanmıştır. C peynirinde ise depolama süresince devamlı olarak azalma meydana gelmiştir. Tüm peynirlerin elastiklik değerlerinde meydana gelen değişiklikler

üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Peynirlerin dış yapışkanlık değerlerinin -8.36 g ile -55.59 g arasında değiştiği görülmektedir. Depolamanın 1. gününde C peynirinin dış yapışkanlık değeri diğer peynirlerden yüksek bulunmuştur ve bu farklılık istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde ise farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresince Hatay peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinde düzensiz değişimler meydana gelmiştir. A peynirinin dış yapışkanlık değeri 30. güne kadar artmış, 30. günden sonra azalmıştır. B ve C peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri depolamanın 15. gününde azalmış, 30. gününe kadar yeniden artmış ve 60. günde tekrar azalmıştır. D peynirinin dış yapışkanlık değeri ise depolamanın 15. gününde artmış ve sonrasında azalmıştır. A ve D peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$), B ve C peynirlerinde meydana gelen değişimler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hatay peynirlerinin viskozite indeksi değerleri -0.33 g.sn ile -3.78 arasında değişmiştir. Depolamanın 1., 15. ve 60. günlerinde en yüksek viskozite indeksi değerine C peynirinin sahip olduğu, depolamanın 30. gününde ise A peynirinin en yüksek viskozite indeksi değerine sahip olduğu saptanmıştır. Depolamanın 1. gününde C peynirinin en yüksek değeri alması istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 30. gününde ise A peynirinin diğer peynirlerin viskozite indeksi değerlerinden daha yüksek bir değere sahip olması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 15. ve 60. günlerinde meydana gelen değişiklikler ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Peynirlerin viskozite indeksleri depolama süresince düzensiz değişimler göstermiştir. A peynirinin viskozite indeksi değerinin depolamanın 15. gününe kadar hafifçe azaldığı, depolamanın 30. gününde önemli ölçüde arttığı ve 60. günde yeniden azaldığı görülmektedir. B ve C peynirlerinin viskozite indeksi değerlerinde

depolama süresince devamlı olarak azalma meydana gelmiştir. D peynirinin viskozite indeksi değeri ise depolamanın 15. gününe kadar artarken, 15. günden sonra yeniden azalmıştır. Meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkisi; A, B ve C peynirleri için önemli bulunurken ($p<0.05$), D peyniri için önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynirlerin mikroyapıları incelendiğinde, transglutaminaz uygulanmamış kontrol örneğinde düz bir yüzey görünüşü elde edildiği ve diğer örneklerde üç boyutlu bir görünüş olduğu tespit edilmiştir. Süngerimsi bir yapı oluşturmaması nedeniyle pıhtı içinde daha fazla suyun tutulduğu görülmektedir. Enzim uygulanmış olan B, C ve D örnekleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise enzimle farklı ön olgunlaşma sürelerinin mikrostrüktürel yapıda çok önemli sayılabilecek bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

Hatay Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Hatay peynirlerinin tüm duyusal özellikleri bakımından elde edilen toplam puanlar incelendiğinde, enzim ilavesi yapılmadan üretilen peynirin depolamanın 1. gününde yüksek puanlar almasına rağmen depolama süresi ilerledikçe beğenin de düştüğü görülmektedir. Enzim ilaveli peynirlerde ise aksine, depolama süresi arttıkça duyusal özelliklere verilen puanlar da artmış veya yüksek kalmıştır. Duyusal analizler sonucunda MTG enzimi ilaveli peynirlerin daha çok beğenildiği ve ön olgunlaşma süresi arttıkça peynirlere verilen puanların da arttığı saptanmıştır. Böylelikle en çok beğenilen peynir D peyniri olmuştur.

Peynirlerin dış görünüş puanları incelendiğinde, A peynirinin depolamanın ilk aşamalarında yüksek puanlar alırken depolama ilerledikçe puanların düştüğü belirlenmiştir. Depolamanın 60. gününde meydana gelen bu azalma üzerinde hem enzim ilavesinin hem de depolama süresinin istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Enzim ilavesi ve farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri depolamanın diğer günlerinde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolama süresince B ve D peynirlerinde meydana gelen değişimler önemli bulunurken ($p<0.05$), C peyniri depolama süresinden önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0.05$).

A peynirinde 60. günde meydana gelen iç görünüş puanındaki azalma üzerinde enzim ilavesi ve depolama süresinin etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde enzim ilavesi ya da farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). A peyniri dışındaki peynirlerin iç görünüş puanları üzerinde depolama süresinin etkilerinin de önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Peynirlerin yapı özelliklerine verilen puanlar incelendiğinde, depolamanın 60. gününde A peynirinin yapı puanının diğer peynirlerden düşük olması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın diğer günlerinde farklı ön olgunlaşma sürelerinin etkileri ve tüm peynirler üzerinde depolama süresinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Peynirlerin koku özelliklerine verilen puanların depolama süresince genel olarak azaldığı saptanmıştır. Ancak verilen puanlar üzerinde enzim ilavesi ile farklı ön olgunlaşma sürelerinin ve depolama süresinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Depolamanın ilk 30 gününde peynirlerin tat puanları birbirine yakın değerler almış ve bu değerler üzerinde enzim ilavesiyle farklı ön olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 60. gününde ise A peynirinin tat puanı diğer peynirlerden oldukça düşük bulunmuştur ve bu değer üzerinde MTG enziminin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi A, B ve C peynirlerinin tat puanlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilememiştir ($p>0.05$). D peynirinin tat puanları ise 15. günde azalmış ve sonrasında yeniden artmıştır. Meydana gelen bu değişimler üzerinde depolama süresinin etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

MTG enzimi modifiye ettiği protein matriksinin su tutma kapasitesini artırarak peynirin randımanının artmasını sağlamıştır. Araştırma sonucunda MTG

enzimi kullanımının, peynir randımanını arttırmasından dolayı özellikle üreticiler açısından tercih edilebilir olduğu belirlenmiştir. MTG enziminin taze ve yumuşak peynir sınıfındaki peynirlerde özellikle yapı ve tekstür özelliklerini geliştirdiği ve depolama aşamasında peynirin yapısını koruduğu belirlenmiştir. Her ne kadar peynirlerin olgunlaşma indekslerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara rastlanmasa da, elde edilen MTG enzimi ilaveli peynirlerden süt endüstrisinde gerçekleştirilen uygulamalarda olumlu sonuçlar alınmıştır. MTG enzimi ilavesi peynirlerin sertlik değerlerini istatistiksel açıdan önemli düzeyde arttırmıştır. Enzim ilaveli peynirlerin mikro yapılarının belirlendiği SEM görüntülerinde görülen süngerimsi yapı MTG enziminin su tutma özelliğinden kaynaklanmıştır. Bu durumda MTG enzimi yağ ikame edici görevi görmüş ve peynirlerin yapısal özelliklerini geliştirmiştir. Peynirlerin duyusal özellikleri incelendiğinde MTG enziminin dış ve iç görünüş, yapı ve tat özelliklerini iyileştirerek peynirlerin dayanım sürelerini arttırdığı tespit edilmiştir. Farklı ön olgunlaşma sürelerinin denendiği bu çalışmada, 45 dakikalık ön olgunlaşma süresi uygulamasının tavsiye edilebilir olduğu saptanmıştır.



KAYNAKLAR

- Abd El-Aziz, M., Kholif, A.M. ve Sayed, A.F., 2007. Evaluation of Domiati Cheese Quality During Storage as Affected by Live Selenized Yeast Supplementation to Rations of Lactating Buffaloes. *International Journal of Dairy Science*, 2: 152-158.
- Abd El-Gawad, M.A.M. ve Ahmed, N.S., 2011. Cheese Yield as Affected by Some Parameters Review. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 10(2): 131-153.
- Abdalla, O.M., Christen, G.L. ve Davidson, P.M., 1993. Chemical Composition of and *Listeria monocytogenes* Survival in White Pickled Cheese. *Journal of Food Protection*, 56(10): 841-846.
- Abd-Rabo, F.H.R., El-Dieb, S. M., Abd-El-Fattah, A.M. ve Sakr, S.S., 2010. Natural State Changes Of Cows' and Buffaloes' Milk Proteins Induced by Microbial Transglutaminase. *Journal of American Science*, 6 (9):612-620.
- Abdulqadr, A.T., Sebo, N.H. ve Mahmood, K.T., 2015. Effect of Microbial Transglutaminase Addition on Some Physical, Chemical and Sensory Properties of Goat's Milk Yogurt. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 27(1):19-30.
- Abou-Soliman, N.H.I., Sakr, S.S. ve Awad, S., 2017. Physico-Chemical, Microstructural and Rheological Properties of Camel-Milk Yogurt as Enhanced by Microbial Transglutaminase. *J Food Sci Technol*, 54(6):1616–1627.
- Adesina, K., 2012. Effect of Breed on the Composition of Cow Milk under Traditional Management Practices in Ado-Ekiti, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 16 (1) 55 – 59.
- Ahmed, M.A., El-Nimer, A.M.M., Mostafa, M.A. ve Omar, H., 2015. Effect of Fat Replacer or Transglutaminase on the Quality of Low-Fat Gouda-Like Cheese. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 10 (2): 170-180.

- Ahmed, S.A., Wehaidy, H.R., Ibrahim, O.A., El Ghani, S.A. ve El Hofi, M.A., 2016. Novel Milk-Clotting Enzyme from *Bacillus stearothermophilus* as a Coagulant in UF-White Soft Cheese. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7: 241–249.
- Akın, N., 1998. Süte Uygulanan Bazı İşlemlerin Sütün Pıhtılaşma Niteliği  zerine Etkisi. *Gıda* 23 (2):115-119.
- Akın, N., 2003. Peynirin Olgunla masında Enzimlerden Kaynaklanan Proteoliz. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 3:37-45.
- Akın, N., 2010. Temel Peynir Bilimi-I. Temel Konular. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Konya, s 542.
- Ali, N.A., Ahmed, S.H., Mohamed, E.A., Mohamed Ahmed, I.A. ve Babiker, E.E., 2010. Changes in Functional Properties by Transglutaminase Cross Linking as a Function of pH of Legumes Protein Isolate. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 7:12-20.
- Alo lu, H. . ve  ner, Z., 2013. The Effect of Treating Goat’s Milk with Transglutaminase on Chemical, Structural, and Sensory Properties of Labneh. *Small Ruminant Research*, 109: 31–37.
- Al-Otaibi, M. M., and Wilbey, R. A., 2005. Effect of Chymosin and Salt Reduction on the Quality of Ultrafiltrated White-Salted Cheese. *Journal of Dairy Research*, 72(2): 234-242.
- Aly, M.A.A., 2015. Comparative Study on the Effect of Adding Transglutaminase to Cow’s Milk on the Properties of Low-Fat Gouda-Like Cheese. *Alex. J. Fd. Sci. and Technol.* 12(1):13-27.
- Aminifar, M., Hamed, M., Emam-Djomeh, Z. ve Mehdinia, A., 2010. Microstructural, Compositional and Textural Properties during Ripening of Lighvan Cheese, a Traditional Raw Sheep Cheese. *Journal of Texture Studies*, 41: 579–593.

- An, Z., He, X., Gao, W., Zhao, W. ve Zhang, W., 2014. Characteristics of Miniature Cheddar-Type Cheese Made by Microbial Rennet from *Bacillus amyloliquefaciens*: A Comparison with Commercial Calf Rennet. Journal of Food Science, 79(2):214-221.
- Anderson, D.L. ve Mistry, V.V., 1994. Reduced Fat Cheddar Cheese from Condensed Milk. 2-Microstructure. J. Dairy Science, 77(1):7-15.
- Ando, H., Adachi, M., Umeda, K., Matsuura, A., Nonaka, M., Uchio, R., Tanaka, H. ve Motoki, M., 1989. Purification and Characteristics of a Novel Transglutaminase Derived from Microorganisms. Agric. Bioi. Chem., 53 (10): 2613-2617.
- Anonim, 1978. TS 3046. Peynirde yağ miktarı tayini (van gulik metodu). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 4s.
- Anonim, 2000. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ no:2000/6.
- Anonim, 2001. Transglutaminase GRAS Notification Submitted to the us. Food and Drug Administration, p200.
- Anonim, 2006. TS EN ISO 5534. Peynir ve işlenmiş peynir- Toplam kuru madde içeriği tayini (referans yöntem). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 6s.
- Anonim, 2010. Sensory Evaluation. British Nutrition Foundation, <http://www.foodafactoflife.org.uk/attachments/6f6c51d7-d7b6-40053a38a7f2.pdf>, Erişim tarihi: 15.02.2018.
- Anonim, 2013. TS 591. Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 7s.
- Anonim, 2015. Türk Gıda Kodeksi, Peynir Tebliği. Resmi Gazete. Sayı:29261 Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ no: 2015/6.
- Anonim, 2016. TS 3272. Kaşar Peyniri Standardı, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 6s.

- Anonim, 2018. ACTIVA® Transglutaminase. http://www.ajinomoto.de/cms/front_content.php?idcat=76, Erişim tarihi:21.03.2018.
- Atasoy, A.F., 2004. Farklı Tür Sütlerden Yapılan Urfa Peynirinin Nitelikleri Üzerine Değişik Pastörizasyon Normlarının ve Starter Kültürlerinin Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 261s.
- Aydemir, O., Dervişoğlu, M., Temiz, H. ve Yazıcı, F., 2008. Süt Alkali Proteinazı Plazmin. Gıda, 33(5):235-240.
- Badem, A., 2015. Rennet Kazeinin Kaşar Peynirinin Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Kalite Niteliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya, s.114.
- Banks, J.M., 2007. Cheese Yield. In Cheese Problems Solved. P.L. McSweeney (ed.), Woodhead Publishing, BocaRaton, FL, pp.100-114.
- Barac, M., Smiljanić, M., Žilić, S., Pešić, M., Stanojević, S., Vasić, M. ve Vučić, T., 2016. Protein Profiles and Total Antioxidant Capacity of Water Soluble and Insoluble Protein Fractions of White Cow Cheese at Different Stage of Ripening. Mljekarstvo, 66 (3): 187-197.
- Benjamin, O., Davidovich-Pinhas, M., Shpigelman, A. ve Rytwo, G., 2018. Utilization of Polysaccharides to Modify Salt Release and Texture of a Fresh Semi Hard Model Cheese. Food Hydrocolloids, 75: 95-106.
- Beykaya, M., Özbey, A. ve Yıldırım, Z., 2017. Sivas İlindeki Bazı Süt İşletmelerine Gelen Sütlerin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4): 388-396.
- Boran, O.S., 2012. Yağı Azaltılmış Eritme Peyniri Üretiminde İnülin Kullanımıyla Peynirin Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, s.78.

- Bulut Solak, B., 2013. Farklı Tip Peynirler Kullanılarak Üretilen Eritme Tipi Peynirlerin Üretimi Esnasında Uygulanan İşlem Parametrelerinin Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, s.313.
- Buriti, F.C.A., Da Rocha, J.S. ve Saad, S.M.I., 2005. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas Fresh Cheese and Its Implications for Textural and Sensorial Properties during Storage. International Dairy Journal 15: 1279–1288.
- Carbonell-Barrachina, A.A., 2007. Application of Sensory Evaluation of Food to Quality Control in the Spanish Food Industry. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 57 (4A): 71-76.
- Chang, C.H., Kong, B.H. ve Zhao, X.H., 2014. Quality Attributes of the Set-Style Yoghurt from Whole Bovine Milk as Affected by an Enzymatic Oxidative Cross-Linking. CyTA – Journal of Food, 12(3):249-255.
- Chen, C.C. ve Hsieh, J.F., 2016. Microwave-Assisted Cross Linking of Milk Proteins Induced by Microbial Transglutaminase. Scientific Reports, 6:39040.
- Cinbaş, T., 2004. İki Farklı Üretim Yöntemiyle Üretilen Beyaz Peynirlerde Proteoliz ve Lipoliz. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.70.
- Creamer, L.K., 1991. Electrophoresis of Cheese. Bulletin of IDF 261, 14-28.
- Çağlar, A. ve Çağlar, M.Y., 2013. Süt ve Süt Ürünleri. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 7-10 Kasım, Konya, Türkiye, s.18-76.
- Çakmakçı, S., 2008. Peynirde Olgunlaşma. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, s.761-762.
- Çayır, M.S. ve Güzeler, N., 2014. Hatay Köy Peynirinin Fizikokimyasal Özellikleri. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana, s.86-89.

- Çayır, M.S., 2018. İnek, Keçi Sütü ve Karışımlarından Üretilen Hatay Köy Peynirlerinin Depolama Süresince Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s.170.
- Çelik, Ş. ve Uysal, Ş., 2009. Beyaz Peynirin Bileşim, Kalite, Mikroflora ve Olgunlaşması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (1): 141-151.
- Çetin, B. ve Avşar, A., 2011. Kazein İçerikli Besinler ve Dental Ürünler. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., 4:24-31.
- Çürük, M., 2006. Kaşar Benzeri Peynirlerin Bazı Özellikleri Üzerine Eritme Tuzu Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s.89.
- Da Silva, D.G.L., Da Silva, I.C.F., De Oliveira, J.F., Bellini, E.S.L., Klososki, S.J. ve Pimentel, T.C., 2017. Effect of the Addition of Guava, Apple, Mango, or Banana on the Physical, Chemical and Microbiological Characteristics and on the Acceptance of Minas Frescal Cheese During Cold Storage. J Food Process Preserv, 41:e13296.
- Delgado, F.J., Rodriguez-Pinilla, J., Marquez, G., Roa, I. ve Ramirez, R., 2015. Physicochemical, Proteolysis and Texture Changes During the Storage of a Mature Soft Cheese Treated by High-Pressure Hydrostatic. European Food Reserach Technology, 240:1167–1176.
- 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, Erzurum, s.131.
- Demirci, M. ve Gündüz, H.H., 1991. Süt Teknoloğunun El Kitabı. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., Gıda Serisi 1. İstanbul. 166 s.

- Demirci, M. ve Şimşek, O., 1997. Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık. Kadıköy, İstanbul. 246 s.
- Demirci, M., Şimşek, O. ve Taşan, M. 1996. Ülkemizde Yapılan Muhtelif Tip Yerli Peynirler. Her Yönüyle Peynir, (Editör M. Demirci), 3. Baskı. Hasad Yayıncılık, 285-292 s., İstanbul.
- Dervişoğlu, M., Aydemir, O. ve Yazıcı, F., 2007. Peynir Yapımında Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Kazein Fraksiyonları Üzerine Etkileri. Gıda, 32 (5) : 241-249.
- Deveci, F., 2016. Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılan Farklı Baharat Türlerinin Olgunlaşmaya Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu, s.98.
- Di Pierro, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C.V.L. ve Porta, R., 2011. Chitosan/Whey Protein Film as Active Coating to Extend Ricotta Cheese Shelf-Life. LWT - Food Science and Technology, 44: 2324-2327.
- Di Pierro, P.D., Mariniello, L., Sorrentino, A., Giosafatto, C.V.L., Chianese, L. ve Porta, R., 2010. Transglutaminase-Induced Chemical and Rheological Properties of Cheese. Food Biotechnology, 24 (2): 107-120.
- Dimitreli, G., Exarhopoulos, S., Antoniou, K.K., Zotos, A. ve Bampidis, V.A., 2017. Physicochemical, Textural and Sensory Properties of White Soft Cheese Made from Buffalo and Cow Milk Mixtures. International Journal of Dairy Technology, 70(4):506-513.
- Dmytrow, I., Jasinska, M. ve Dmytrow, K., 2010. Effect of Microbiological Transglutaminase on Selected Physicochemical Properties of Tvarog. Italian Journal of Food Science, 22(4):449-460.
- Doi, E., 1993. Gels and Gelling of Globular Proteins. Trends Food Sci Technol., 4: 1-5

- Domagala, J., Najgebauer-Lejko, D., Wieteska-Sliwa, I., Sady, M., Wszolek, M., Bonczar, G. ve Filipczak-Fiutak, M., 2015. Influence of Milk Protein Cross-Linking by Transglutaminase on the Rennet Coagulation Time and The Gel Properties. J Sci Food Agric, 96: 3500–3507.
- Durlu-Özkaya, F., 2001. Salamura Beyaz Peynirden İzole Edilen Bazı Laktokok, Enterokok ve Laktobasil Suşlarının Proteolitik Aktivite, Bakteriyosin Etkenliği ve Biyojen Amin Oluşumu Açısından Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 134 s.
- Düşünen, Ö., 2018. İnek Sütü İlavesinin Manda Yoğurdunun Reolojik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, s.84.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları 2). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021: 381.
- Ehsannia, S. ve Sanjabi, M.R., 2016. Quality Characterization of Processed Cheese Inoculated by *Bacillus coagulans* during Cold Storage: Compositional and Sensorial Attributes and Probiotic Microorganism Viability. Journal of Food Processing and Preservation, 40: 667–674.
- Elsamani, M.O., Habbani, S.S., Babiker, E.E. ve Ahmed, I.A.M., 2014. Biochemical, Microbial and Sensory Evaluation of White Soft Cheese Made from Cow and Lupin Milk. LWT-Food Science and Technology, 59(1):553-559.
- Emmons, D.B., Kalab, H., Larmond, E. ve Lowrie, R.J., 1980. Milk Gel Structure. Texture and Microstructure in Cheddar Cheese Made from Whole Milk and from Homogenised Low-Fat Milk. J. Texture Studies, 11: 15-34.
- Enab, A.K., Hassan, F.A.M. ve Abd El. Gawad, M.A.M., 2012. Effect of Manufacture Steps on Cheese Structure (Review). International Journal of Academic Research, 4(6):79-89.

- Ercan, D., Korel, F., Karagül Yüceer, F. ve Kınık, Ö., 2011. Physicochemical, Textural, Volatile and Sensory Profiles of Traditional Sepet Cheese. *J. Dairy Sci.*, 94: 4300-4312.
- Ercili-Cura, D., 2012. Structure Modification of Milk Protein Gels by Enzymatic Cross-Linking. *VTT Science* 24, p. 82.
- Eren Karahan, L., 2016. Transglutaminaz İlavesinin Yarım Yağlı Beyaz Peynirin Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, s.152.
- Ergin, F., Öz, G., Özmen, Ü., Erdal, Ş., Çavana, E. ve Küçükçetin, A., 2017. Sütün Homojenizasyonunun Kefirin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 15(4) (2017) 368-376.
- Erkaya, T. ve Şengül, M., 2012. A Comparative Study on Some Quality Properties and Mineral Contents of Yoghurts Produced From Different Type of Milks. *Kafkas Univ Vet Fak Dergisi* 18 (2): 323-329.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7(1): 35-42.
- Faergemand, M., Jeanette, O. ve Qvist, K.B., 1998. Emulsifying Properties of Milk Proteins Crosslinked with Microbial Transglutaminase. *Int. Dairy Journal*, 8:715-723.
- FAO, 1999. The Technology of Traditional Milk Products in Developing Countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations Animal Production and Health, Rome, Italy, p.85.
- Farnsworth, J.P., Li, J., Hendricks, G.M. ve Guo, M.R., 2006. Effects of Transglutaminase Treatment on Functional Properties and Probiotic Culture Survivability of Goat Milk Yogurt. *Science Direct. Small Ruminant Research*, 65: 113–121.

- Ferreira, I.M.P.L.V.O., Verios, C., Pinho, O., Veloso, A.C.A., Peres, A.M. ve Mendonça, A., 2006. Casein Breakdown in Terrincho Ovine Cheese: Comparison with Bovine Cheese and with Bovine/Ovine Cheeses. *J. Dairy Sci.*, 89:2397–2407.
- Folk, J.E., 2000. Transglutaminase. *Ann. Rev. Biochem.* 49: 517-531.
- Gan, C.Y., Cheng, L.H. ve Easa, A.M., 2008. Physicochemical Properties and Microstructures of Soy Protein Isolate Gels Produced Using Combined Cross-Linking Treatments of Microbial Transglutaminase and Maillard Cross-Linking. *Food Research International*, 41: 600–605.
- Gan, C.Y., Latiff, A.A., Cheng, L.H. ve Easa, A.M., 2009. Gelling of Microbial Transglutaminase Cross-Linked Soy Protein in the Presence of Ribose and Sucrose. *Food Research International*, 42: 1373–1380.
- Gantner, V., Mijic, P., Baban, M., Sktric, Z. ve Turalija, A., 2015. The Overall and Fat Composition of Milk of Various Species. *Mljekarstvo*, 65 (4): 223-231.
- Gauche, C., Vieira, J.T.C., Ogliari, P.J. ve Bordignon-Luiz, M.T., 2008. Crosslinking of Milk Whey Proteins by Transglutaminase. *Process Biochemistry*, 43: 788–794.
- Gemechu, T., Beyene, F. ve Eshetu, M., 2015. Physical and Chemical Quality of Raw Cow's Milk Produced and Marketed in Shashemene Town, Southern Ethiopia. *ISABB-Journal of Food and Agricultural Science*, 5(2):7-13.
- Gemici, R. ve Öner, Z., 2017. Physical Properties of Half-Fat Kashar Cheese Manufactured with and without Transglutaminase. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2): 166-171.
- Gemici, R., 2017. Transglutaminaz Enziminin Yarım Yağlı Kaşar Peynirinde Tekstür ve Peptid Oluşumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, s.123.

- Ghoneem, G.A., Ismail, M.M., Boraey, N.A.E.L., Tabekha, M.M. ve Elashrey, H.F., 2017. Effect of Blending Soy Milk with Cow Milk on some Properties of Bio-Labneh. *Nutri Food Sci Int J* 2(1): 555581.
- Gonzalez, M.L., Sanchez, H.C., Franco, F.M.J., Güemes, V.N. ve Soto, S.S., 2018. Physical, Chemical and Texture Characteristics of Aro Cheese. *Food Research* 2 (1) : 61 – 67.
- Gölge, Ö. ve Şahan, N. 2008. Geleneksel Yöntemle Üretilen Kelle Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Bazı Özellikleri, Türkiye 10.Gıda Kongresi 21-23 Mayıs 2008, Erzurum (Tebliğ), Bildiri Kitabı 677-680.
- Güler-Akın, M.B., Akın, M.S. ve Konar, A., 2010. Effects of Milk Type and the Packaging Material on the Some Properties of Carra Cheese. 1.Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu, 15-17 Nisan, Tekirdağ, s.51-53.
- Gürsel, A., Ergül, E., Gürsoy, A. ve Erdoğan, N.G., 1987. Kalsiyum Klorürün Taze Beyaz Peynirin Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 15(5):293-298.
- Güven, M. ve Görmez, P., 2004. Antimikrobiyal Madde Kullanımı ve Paketleme Materyelinin Kaşar Peynirinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 5:3-11.
- Güven, M. ve Karaca, O.B., 2003. Sade (Vanilyalı) Yoğurt Dondurmalarının Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Stabilizatorlerin Etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 3:7-14.
- Güven, M., Karaca, O.B., Var, I., Kaçar, A. ve Hayaloğlu, A.A. 2002. Antimikrobiyal Madde Kullanımı ve Ambalaj Materyelinin Olgunlaşma Süresince Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkileri. *H.Ü.Z.F.Dergisi*, 6 (1-2): 13-23.
- Güven, M., Saydam, İ.B. ve Karaca, O.B., 2006. Kazeinat Kullanımının Beyaz Peynir Randımanı ve Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 31(4):187-194.

- Güzeler, N., Arı, E., Konuray, G. ve Özbek, Ç., 2017a. Physicochemical and Microbiological Properties of Kefir, Kefir Yogurt and Chickpea Yogurt. 19. World Academy of Science, Engineering and Technology Conference. Jul 27-28, 19 (7) Part XVII, Zurich Switzerland, p.2190-2193.
- Güzeler, N., Esmek, E.M. ve Kalender, M., 2017b. Peyniraltı Suyu ve Peyniraltı Suyunun İçecek Sektöründe Değerlendirilme Olanakları. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 32(2):27-36.
- Güzeler, N., Mesgari, F. ve Özbek, Ç., 2017c. The Effects of Storage Time on the Properties of Soft Cheeses That Was Produced By Sodium Caseinate Addition to Fat Enriched Milk. International Conference on Advances and Innovations in Engineering, 10-12 May, Elazığ, Turkey p.684-690.
- Güzeler, N., Mesgari, F. ve Özbek, Ç., 2018. Yağca Zenginleştirilmiş Sütten Sodyum Kazeinat İlavesiyle Üretilen Yumuşak Peynirlerin Özellikleri. Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi, 33(1): 1-6.
- Halkman, K., Yetişmeyen, A., Yıldırım, M., Yıldırım, Z., 1994. Kaşar Peyniri Üretiminde Starter Kültür Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. Tr. J. Of Agricultural and Forestry 18:365-377.
- Hannon, J. K., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M., Wallace, C. M., Morrissey, P. A. and Beresford, T. P., 2003. Use of Autolytic Starter Systems to Accelerate the Ripening of Cheddar Cheese. International Dairy Journal, 13(11):313-323.
- Hasanzadeh, A., Amiri, Z.R. ve Aminifar, M., 2018. Changes in the Physicochemical, Microstructural and Rheological Properties of Traditional Kope Cheese During Ripening. International Journal of Dairy Technology, 71(2):347-355.
- Hayaloğlu, A.A. ve Güven, M., 2008. Effect of Single Strains of Lactococci on Manufacture and Chemical Quality of Fresh Beyaz Peynir, Turkish White-Brined Cheese. Acta Alimentaria, 37(4):485-495.

- Hayaloğlu, A.A., 2003. Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 170.
- Hayaloğlu, A.A., 2007. Comparisons of Different Single-Strain Starter Cultures for Their Effects on Ripening and Grading of Beyaz Cheese. International Journal of Food Science and Technology, 42: 930–938.
- Hayaloğlu, A.A., 2008. Türkiye'nin Peynirleri – Genel Bir Perspektif. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum, s.729-732
- Hayaloğlu, A.A., Deegan, K.C ve McSweeney, P.L.H., 2010. Effect of Milk Pasteurization and Curd Scalding Temperature on Proteolysis in Malatya, a Halloumi-Type Cheese. Dairy Sci. Technol., 90:99–109.
- Hayaloğlu, A.A., Topcu, A. ve Koca, N., 2011. Peynir analizleri. In: Hayaloğlu, A.H. ve Özer, B. (eds.), Peynir Biliminin Temelleri, Sidas Medya, İzmir, p.489-562.
- Hayat, M.A., 1981. Principles and Techniques of Electron Microscopy - Vol. 1, Edward Arlond Lt., London, 522 p.
- Hu, Y., Ge, K., Jiang, L., Guo, H., Luo, J., Wang, F. ve Ren, F., 2013. Effect of Transglutaminase on Yield, Compositional and Functional Properties of Low-fat Cheddar Cheese. Food Sci. Technol. Res., 19 (3): 359 – 367.
- Huang, W., Li, L., Wang, F., Wan, J., Tilley, M., Ren, C. ve Wu, S., 2010. Effects of Transglutaminase on the Rheological and Mixolab Thermomechanical Characteristics of Oat Dough. Food Chemistry, 121:934–939.
- Hynes, E.R., Aparo, L. ve Candioti, M.C., 2004. Influence of Residual Milk-Clotting Enzyme on α_{s1} Casein Hydrolysis During Ripening of Reggianito Argentino Cheese. J. Dairy Sci. 87:565–573.
- IDF, 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and processed cheese). IDF Standard 4 A, Brussels: International Dairy Federation.

- IDF, 1993. Milk Determination of Nitrogen Content. IDF: 20B, International Dairy Federation: 41, Brussels, s.12.
- Ikura, K., Goto, M., Yoshikawa, M., Sasaki, Y. ve Chiba, H., 1984. Use of Transglutaminase. Reversible Blocking of Amino Groups in Substrate Proteins for a High Yield of Specific Products. *Agric. BioI. Chem.*, 48 (9): 2347 – 2354.
- Ikura, K., Kometani, T., Yoshikawa, M., Sasaki, R. ve Chiba, H., 1980. Crosslinking of Casein Components by Transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry*, 44: 1567-1573.
- Ilicic, M.D., Milanovic, S.D., Caric, M.D., Vukic, V.R., Kanuric, K.G., Ranogajec, M.I. ve Hrnjez, D.V., 2013. The Effect of Transglutaminase on Rheology and Texture of Fermented Milk Products. *Journal of Texture Studies*, 44:160–168.
- Impoco, G., Carrato, S., Caccamo, M., Tuminello, L. ve Licitra, G., 2006. Quantitative Analysis of Cheese Microstructure Using SEM Imagery. *Image Analysis Methods for Industrial Applications: SIMAI Minisymposium, Baia Samuele (RG), Italy*, s.1-6.
- Innocente, N., 1997. Free Amino Acids and Water-Soluble Nitrogen as Ripening Indices in Montasio Cheese. *Lait*, 77:359-369.
- İpin, G.F., 2011. Krema Yoğurdunun Özellikleri Üzerine Süt Tozu İlavesi Ve Depolama Süresinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 60.
- Jeong, J.E. ve Hong, Y.H., 2009. Effect of Transglutaminase Addition on the Physicochemical Properties of Sodium Caseinate and Whey Proteins. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, 29(4):415-422.
- Jiang, S.T. ve Yin, L.J., 2001. Application of Transglutaminase in Seafood and Meat Processing. *J. Fish. Sci. Taiwan.*, 28 (3) : 151-162.

- Jooyandeh, H., Mortazavi, S.A., Farhang, P. ve Samavati, V., 2015. Physicochemical Properties of Set-Style Yoghurt as Effect by Microbial Transglutaminase and Milk Solids Contents. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 4(11S): 59-67.
- Juan, B., Zamora, A., Quevedo, J.M. ve Trujillo, A.J., 2016. Proteolysis of Cheese Made from Goat Milk Treated by Ultra High Pressure Homogenisation. *LWT - Food Science and Technology*, 69: 17-23.
- Kalab, M., 1979. Scanning Electron Microscopy of Dairy Products: An Overview. *Scanning Electron Microscopy*, 3:261-272.
- Kalit, S., Matic, A., Salajpal, K., Saric, Z. ve Tudor Kalit, M., 2016. Proteolysis of Livanjski Cheese During Ripening. *Journal of Central European Agriculture*, 17(4):1320-1330.
- Kanaji, T., Ozaki, H., Takao, T., Kawajiri, H., Ide, H., Motoki, M. ve Shimonishi, Y., 1993. Primary Structure of Microbial Transglutaminase from *Streptoverticillium* sp. Strain S-8112. *J. Biol. Chem.*, 268: 11565-11572.
- Kapadiya, D.B., Prajapati, D.B., Jain, A.K., Mehta, B.M., Darji, V.B. ve Aparnathi, K.D., 2016. Comparison of Surti Goat Milk with Cow and Buffalo Milk for Gross Composition, Nitrogen Distribution, and Selected Minerals Content. *Veterinary World*, 9(7): 710-716.
- Karaca, O.B. ve Güven, M., 2010. Lipolitik ve Proteolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkiler. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3):107-116.
- Karaca, O.B. ve Güven, M., 2014. Effect of Commercial Lipase and Protease Enzymes from Microbiological Sources on Properties of White Cheese. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue: 1: 1080-1084.
- Karaca, O.B. ve Kırdar, S.S., 2016. Traditional Dairy Products in Hatay Province. *Journal of International Scientific Publications*, 4:339-347.

- Karaca, O.B., 2007. Mikrobiyel Kaynaklı Proteolitik ve Lipolitik Enzim Kullanımının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s.174.
- Karaca, O.B., Güven, M., Mutluer, U. ve Saydam, İ.B., 2008. Hatay Künefe Peynirinin Yapısı ve Özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum, s.745-748.
- Karaman, A. D., 2007. Yağı Azaltılmış Beyaz Peynir Üretimi ve Özelliklerine Homojenizasyonun Etkisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 235s.
- Karzan, T.M., Nawal, H.S. ve Ashna, T.A., 2016. The Effect of Microbial Transglutaminase Enzyme on Some Physicochemical and Sensory Properties of Goat's Whey Cheese. International Food Research Journal 23(2):688-693.
- Kavas, G., Oysun, G., Kınık, O. ve Uysal, H., 2004. Effect of Some Fat Replacers on Chemical, Physical and Sensory Attributes of Low-Fat White Pickled Cheese. Food Chemistry, 88: 381–388.
- Kayaalp Özdemir, T., 2016. Besinsel Lif İlavesinin Beyaz Peynirin Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 83.
- Kesenaş, H., Dinkçi, N. ve Kınık, Ö., 2012. Farklı İşletmelerde Üretilen Köy Peynirlerinin Özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(2):167-173.
- Kieliszek, M. ve Misiewicz, A., 2014. Microbial Transglutaminase and Its Application in the Food Industry: A Review. Folia Microbiol; 59(3): 241–250.
- Kim, H.Y., Jeong, Y.T., Bae, I.H., Kwak, H.S., 2014. Physicochemical and Sensory Properties of Nanopowdered Chitosan Added Maribo Cheese during Ripening. Korean J. Food Sci. An., 34(1):57-64.

- Kim, S.Y., Gunasekaran, S., Olson, N. 2004. Combined Use of Chymosin and Protease from *Cryphonectria parasitica* for Control of Meltability and Firmness of Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 87(2): 274-283.
- Koca, N., 2002. Bazı Yağ İkame Maddelerinin Yağı Azaltılmış Taze Kaşar Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, s.227.
- Koca, N., 2011. Az Yağlı Peynir Teknolojisi. In: Hayaloğlu, A.H. ve Özer, B. (eds.), Peynir Biliminin Temelleri, Sidas Medya, İzmir, p. 347-365.
- Koçak, C., 1991a. Peynir Yapımında Kullanılan Mayalar ve Özellikleri. (Edi tör: M. Demirci). Her Yönüyle Peynir, Hasad Yayıncılık, İstanbul, s. 88-99.
- Koçak, C., 1991b. Mayalama Teknikleri ve Pıhtı İşleme. (Edi tör: M. Demirci). Her Yönüyle Peynir, Hasad Yayıncılık, İstanbul, s. 100-107.
- Koçak, C., Aydınoğlu, G. ve Uslu, K., 1997. Ankara Piyasasında Satılan Dil Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma. Gıda Dergisi, 22(4): 251-255.
- Kondyli, E., Pappa, E.C. ve Svarnas, C., 2016. Ripening Changes of the Chemical Composition, Proteolysis, Volatile Fraction and Organoleptic Characteristics of a White-Brined Goat Milk Cheese. Small Ruminant Research, 145: 1-6.
- Kuchroo, C.N. ve Fox, P.F., 1982. Soluble Nitrogen in Cheddar Cheese: Comparison of Extraction Procedures. Milchwissenschaft, 37: 331-335.
- Kuraishi, C., Katsutoshi, Y. ve Susa, Y. 2001. Transglutaminase: Its Utilization in the Food Industry. Food Reviews International, 17(2): 221-246.
- Kurt, A., 1972. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. Atatürk Üni Yayınları, Erzurum, 252/d, s.162.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252/D, 254 s.
- Kurt, Ş. ve Zorba, Ö., 2004. Transglutaminaz ve Proteinlerin Modifikasyonunda Kullanımı. Gıda, 29 (5) : 357-364.

- Küçüköner, E. ve Tarakçı, Z., 2006. Yağ İçeriği Azaltılmış Peynirlerde Starter Kültür ve Enzim Kullanımı. *Gıda*, 31 (2) : 117-121.
- Küçüköner, E., 2003. Yağ İçeriği Azaltılmış Peynirlerde Yağ İkamelerinin Kullanımı. 2-5 Ekim 2003. 3.Gıda Mühendisliği Kongresi. Ankara, s.99-112.
- Küçüköner, E., Aryana, K. ve Haque. Z.U., 1998. Rheology and Microstructure of Low Fat (5%) Cheddar Cheese Containing a Fat Like Perception Enhancer and Fat Replacers. *Food Sci. Technol. Int.* 4 (3): 178-183.
- Lauber, S., Henle, T. ve Klostermeyer, H., 2000. Relationship Between the Crosslinking of Caseins by Transglutaminase and the Gel Strength of Yoghurt. *Eur. Food Res. Technol.* 210: 305–309.
- Lee, Y.H. ve Marshall, R.T., 1981. Microstructure and Texture of Process Cheese, Milk Curds, and Caseinate Curds Containing Native or Boiled Soy Proteins. *Journal of Dairy Science*, 64(12):2311-2317.
- Lim, T.J., Easa, A.M., Karim, A.A., Bhat, R. ve Liong, M.T., 2010. Development of Soy-Based Cream Cheese via the Addition of Microbial Transglutaminase, Soy Protein Isolate and Maltodextrin. *British Food Journal*, 113(9): 1147-1172.
- Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., Vernon-Carter, E.J. ve Sanchez-Garcia, J., 2000. Viscoelastic Properties of White Fresh Cheese Filled with Sodium Caseinate. *Journal of Texture Studies*, 31(4):379-390.
- Logan, A., Xu, M., Day, L., Singh, T., Moore, S.C., Mazzonetto, M. ve Augustin, M.A., 2017. Milk Fat Globule Size Affects Cheddar Cheese Properties. *International Dairy Journal*, 70:46-54.
- Lorenzen, P.C., 2000. Techno-Functional Properties of Transglutaminase-Treated Milk Proteins. *Milchwissenschaft*, 55 (12): 667-670.
- Luciano, F.B. ve Arntfield, S.D., 2012. Use of Transglutaminases in Foods and Potential Utilization of Plants as a Transglutaminase Source. *Biotemas*, 25 (4): 1-11.

- Macwan, S.R., Dabhi, B.K., Parmar, S.C. ve Aparnathi, K.D., 2016. Whey and Its Utilization. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 5(8): 134-155.
- Mahmood, W.A. ve Sebo, N.H., 2009. Effect of Microbial Transglutaminase Treatment on Soft Cheese Properties. *Mesopotamia J. Of Agric.*, 37(4):1-9.
- Mahmood, W.A. ve Sebo, N.H., 2012. Improvement of Yoghurt Properties by Microbial Transglutaminase. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 8(3):333-342.
- Mariniello, L., Di Pierro, P., Giosafatto, C.V.L., Sorrentino, A. ve Porta, R., 2008. Transglutaminase in Food Biotechnology. In: *Recent Research Developments in Food Biotechnology. Enzymes as Additives or Processing Aids*, 185-211. Porta, R., Di Pierro, P. and Mariniello, L., Eds., Research Signpost, Fort P.O., Kerala, India, pp. 185-211.
- McMahon, D.J., Oberg, C.J., Drake, M.A., Farkye, N., Moyes, L.V., Arnold, M.R., Ganesan, B., Steele, J. ve Broadbent, J.R., 2014. Effect of Sodium, Potassium, Magnesium, and Calcium Salt Cations on pH, Proteolysis, Organic Acids, and Microbial Populations During Storage of Full-Fat Cheddar Cheese. *J. Dairy Sci.*, 97 :4780–4798.
- Metwally, A.M.M., Badran, S.M., Emara, E.A. ve Ali, H.H.E., 2014. The Use of Transglutaminase Enzyme in Processing Ras Cheese. *J. Food and Dairy Sci.*, Mansoura Univ., 5 (10): 717 – 723.
- Metwally, M.M.E., El-Zeini, H.M. ve Gazar, E.F., 2018. Impact of Using Transglutaminase Enzyme in Manufacturing Low and High Fat Mozzarella Cheese. *Journal of Food, Nutrition and Population Health*, 2(1:5):1-7.
- Meza, B.E., Verdini, R.A. ve Rubiolo, A.C., 2010. Viscoelastic Behavior During The Ripening of A Commercial Low-Fat Soft Cheese. *Dairy Sci. Technol.* 90: 589-599.

- Miloradovic, Z., Kljajevic, N., Miocinovic, J., Tomic, N., Smiljanic, J. ve Macej, O., 2017. High Heat Treatment of Goat Cheese Milk. The Effect on Yield, Composition, Proteolysis, Texture and Sensory Quality of Cheese during Ripening. *International Dairy Journal*, 68:1-8
- Mirzaei, M., 2011. Microbial Transglutaminase Application in Food Industry. *International Conference on Food Engineering and Biotechnology. IPCBEE*. 9: 267-271.
- Mistry, V.V. ve Anderson, D.L. 1993. Composition and Microstructure of Commercial Full-Fat and Low-Fat Cheeses. *Food Structure*, 12(2):13.
- Mistry, V.V., 2001. Low Fat Cheese Technology. *Int.Dairy J.* 11:413-422.
- Motoki, M. ve Kumazawa, Y., 2000. Recent Research Trends in Transglutaminase Technology for Food Processing. *Food Sci. Technol. Res.*, 6 (3): 151-160.
- Motoki, M. ve Seguro, K., 1998. Transglutaminase and Its Use for Food Processing. *Trend. Food Sci.Technol.*, 9: 204–210.
- Motoki, M., Nio, N. ve Takinami, K., 1984. Functional Properties of Food Proteins Polymerized by Transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry*, 48(5): 1257-1261.
- Muller-Renaud, S., Dupont, D. ve Dulieu, P., 2004. Quantification of β -Casein in Milk and Cheese Using an Optical Immunosensor. *J. Agric. Food Chem.* 52: 659–664.
- Mushtaq, M., Gani, A., Shetty, P.H. ve Ahmad, M., 2015. Himalayan Cheese (Kalari/Kradi): Effect of Different Storage Temperatures on Its Physicochemical, Microbiological and Antioxidant Properties. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 63(2): 837-845.
- Mutluer, U., 2007. Uygulanan Bazı Farklı İşlemlerin Sünme Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s.64.

- Nahid, A.A., Salma, H.A., Elshazali, A.M. ve Elfadil, E.B., 2010. Transglutaminase Cross-Link of Legumes Protein Isolate: Changes in Functional Properties as a Function of pH. *International Food Research Journal*, 17: 1011-1018.
- Nemeckova, I., Pechacova, M. ve Roubal, P., 2009. Problems with Detection of Proteolytic Microorganisms and Their Undesirable Activities in Milk. *Czech J. Food Sci.*, 27(2):82-89.
- Nonaka, M., Tanaka, H., Okiyama, A., Motoki, M., Ando, H., Umeda, K. ve Matsuura, A., 1989. Polymerization of Several Proteins by Ca^{2+} -Independent Transglutaminase Derived from Microorganisms. *Agric. Biol. Chem.*, 53(10):2619-2623.
- O'Connor, C.B., 1995. *Rural Dairy Technology ILRI Training Manual I*. International Livestock Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia.
- Ojedapo, L.O., Tona, G.O., Amao, S.R. ve Adeneye, J.A., 2014. Yield, Composition and Coagulation Time of Unsalted and Salted Soft Cheese Prepared from the Milk of White Fulani Cows. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 3(8): 378-383.
- Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, s.93.
- Öksüz, Ö., Kurultay, S. ve Şimşek, O., 2001. The Effect of *Brevibacterium linens* on Some Physico-Chemical Properties and Colour Intensity of Kashar Cheese. *Milchwissenschaft* 56(2):82-85.
- Öksüztepe, G., Karatepe, P., Özçelik, M. ve İncili, G.K., 2013. Tulum Peyniri ve Taze Beyaz Peynirlerin Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Dergisi*, 27 (2): 93 – 97.
- Öner, Z., 2004. Mikrobiyal Transglutaminazın Özellikleri ve Gıda Sanayiinde Kullanılma Olanakları. *Gıda* 29 (4) : 269-272.

- Öründü, S., 2016. Tel Peynirinin Olgunlaşma Kriterlerine Starter Kültürün Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s.78.
- Özbek, Ç. ve Güzeler, N., 2017. Effects of Storage Time on Some Properties of Yogurt Cheeses. International Conference on Advances and Innovations in Engineering, 10-12 May, Elazığ, Turkey p.677-683.
- Özer, B., Guyot, C. ve Kulozik, U., 2012. Simultaneous Use of Transglutaminase and Rennet in Milk Coagulation: Effect of Initial Milk pH and Renneting Temperature. International Dairy Journal, 24: 1-7.
- Özer, B., Hayaloğlu, A.A., Yaman, H., Gürsoy, A. ve Şener, L., 2013. Simultaneous Use of Transglutaminase and Rennet in White-Brined Cheese Production. International Dairy Journal, 33: 129-134.
- Özkan, M., 2017. Süt Sığırlarında Somatik Hücre Sayısının Süt Bileşimi ve Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ, s.40.
- Özrenk, E., 2006. The Use of Transglutaminase in Dairy Products. International Journal of Dairy Technology, 59 (1).
- Paksoy, G., 2016. Bazı Baharatların Ultrafiltre Beyaz Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, s.63.
- Partanen, R., Autio, K., Myllarinen, P., Lille, M., Buchert, J. ve Forssell, P., 2008. Effect of Transglutaminase on Structure and Syneresis of Neutral and Acidic Sodium Caseinate Gels. International Dairy Journal, 18:414-421.
- Pasternack, R., Dorsch, S., Otterbach, J.T., Robenek, I.R., Wolf, S. ve Fuchsbaue, H.L., 1998. Bacterial Pro-Transglutaminase from *Streptoverticillium mobaraense*. Purification, Characterisation and Sequence of the Zymogen. Eur.J.Biochem., 257: 570-576.

- Pastorino, A. J., Ricks, N. P., Hansen, C. L. and McMahon, D. J., 2003. Effect of Calcium and Water Injection on Structure-Function Relationships of Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(1):105-113.
- Pereira, C.I., Gomes, A.M.P. ve Malcata, F.X., 2009. Microstructure of Cheese: Processing, Technological and Microbiological Considerations. *Trends in Food Science and Technology*, 20(5):213-219.
- Pfleiderer, C., Mainusch, M., Weber, J., Hils, M. ve Fuchsbauer, H.L., 2005. Inhibition of Bacterial Transglutaminase by Its Heat-Treated Pro-Enzyme. *Microbiological Research*, 160: 265-271.
- Prakasan, V., Chawla, S.P. ve Sharma, A., 2015. Effect of Transglutaminase Treatment on Functional Properties of Paneer. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 4(5): 227-238.
- Qi, W., Chen, C., Liu, M., Yu, G., Cai, X., Guo, P., Yao, Y. ve Mei, S., 2015. Whey Protein Isolate Modified by Transglutaminase Aggregation and Emulsion Gel Properties. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 87: 012034.
- Rahila, M.P., Kumar, R., Rao, P.S. ve Mann, B., 2015. Transglutaminase Cross-Linking of Milk Proteins for Improved Functionality of Cow and Buffalo Milk. *Indian J. Dairy Sci.*, 68(4).
- Ramesha, K.P., Rao, A., Basavarju, M., Alex, R., Kataktaaware, M.A., Jeyakumar, S. ve Varalakshmi, S., 2016. Genetic Variants of β -casein in Cattle and Buffalo Breeding Bulls in Karnataka State of India. *Indian Journal of Biotechnology*, 15:178-181.
- Romeih, E. ve Walker, G., 2017. Recent Advances on Microbial Transglutaminase and Dairy Application. *Trends in Food Science and Technology*, 62: 133-140.

- Romeih, E.A., Abdel-Hamid, M. ve Awad, A.A., 2014. The Addition of Buttermilk Powder and Transglutaminase Improves Textural and Organoleptic Properties of Fat-Free Buffalo Yogurt. *Dairy Science and Technology*, 94(3):297-309.
- Rossa, P.N., De Sa, E.M.F., Burin, V.M. ve Bordignon-Luiz, M.T., 2011. Optimization of Microbial Transglutaminase Activity in Ice Cream Using Response Surface Methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 44: 29-34.
- Ruska, D. ve Jonkus, D., 2014. Crude Protein and Non-protein Nitrogen Content in Dairy Cow Milk. *Proc.Latv.Univ.Agr.*, 32(327):36-40.
- Sa, E.M.F.D. ve Borginon-Luiz, M.T., 2010. The Effect of Transglutaminase on the Properties of Milk Gels and Processed Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 63(2):243-251.
- Saltan Evrensel, S., Yüksek, N. ve Berberoğlu, S., 1998. Farklı Salamuralarda Olgunlaştırılan Beyaz Peynirlerin Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.*, 9(1-2): 51-56.
- Salwa, A.A. ve Galal, E.A., 2002. Effect of Milk Pretreatment on the Keeping Quality of Domiati Cheese. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1 (3): 132-136.
- Say, D., 2008. Haşlama Suyunun Tuz Konsantrasyonu ve Depolama Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkileri. *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*, s.131.
- Sayadi, A., Madadlou, A., Khosrowshahi, A., 2013. Enzymatic Cross-linking of Whey Proteins in Low Fat Iranian White Cheese. *International Dairy Journal*, 29: 88-92.
- Schmidt, K.A., Stupar, J., Shirley, J.E. ve Adapa, S., 1996. Factors Affecting Titratable Acidity in Raw Milk. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 0(2):60-62.

- Schorsch, C., Carrie, H., Clark, A.H., Norton, I.T., 2000a. Cross-Linking Casein Micelles by a Microbial Transglutaminase: Conditions for Formation of Transglutaminase-Induced Gels. *Int. Dairy J.* 10: 519–528.
- Schorsch, C., Carrie, H., Norton, I.T., 2000b. Cross-Linking Casein Micelles by a Microbial Transglutaminase: Influence of Cross-Links in Acid-Induced Gelation. *Int. Dairy J.* 10: 529–539.
- Serdaroğlu, M. ve Turp, G.Y., 2003. Gıda İşlemede Transglutaminaz Kullanımı. *Gıda*, 28 (2) : 209-215.
- Sharma, R., Lorenzen, P.C. ve Qvist, K.B., 2001. Influence of Transglutaminase Treatment of Skim Milk on the Formation of ϵ -(γ -glutamyl)lysine and the Susceptibility of Individual Proteins Towards Crosslinking. *International Dairy Journal*, 11: 785–793.
- Sharma, R., Zakora, M. ve Qvist, K.B., 2002. Characteristics of Oil–Water Emulsions Stabilised by an Industrial α -Lactalbumin Concentrate, Cross-Linked Before and After Emulsification, by a Microbial Transglutaminase. *Food Chemistry*, 79: 493–500.
- Shleikin, A., Gorbatsky, A. ve Danilov, N., 2008. The Use of Transglutaminase in Food Processing. 3rd Baltic Conference on Food Science and Technology, Jelgava Letonya, p.51-54.
- Sienkiewicz, T., Doğan, M. ve Kroh, L.W., 2006. Investigation of Proteins in Ewe, Goat and Cow Cheeses by Gel Isoelectric Focusing. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15(56):203-207.
- Song, C.L. ve Zhao, X.H., 2016. Effects of Transglutaminase-Induced Modification in the Presence of Oligochitosan of 1 kDa on the Structure and Gelling Properties of Caseinate. *Czech J. Food Sci.*, 34 (6): 564–569.
- Subramanian, R., Muthukumarappan, K. ve Gunasekaran, S., 2003. Effect of Methocel as a Water Binder on the Linear Viscoelastic Properties of Mozzarella Cheese during Early Stages of Maturation. *Journal of Texture Studies*, 34 : 361-380.

- Sulejmani, E., Musliu, Z.H. ve Srbinovska, S., 2014. Influence of Starter Culture, Temperature and Processing Technology on The Quality of Macedonian White Brined Cheese. *Biotechnology in Animal Husbandry* 30(4): 579-588.
- Şahin, A. ve Kaşıkçı, M., 2014. Esmer İneklerde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Çiğ Süt Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(5): 220-223.
- Şanlı, T., 2015. Effects of Using Transglutaminase and Fat Replacer on Functional Properties of Non-Fat Yoghurt. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 21 (6): 907-913.
- Şanlı, T., Sezgin, E., Şenel, E. ve Benli, M., 2011. Geleneksel Yöntemle Ayran Üretiminde Transglutaminaz Kullanımının Ayranın Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda* 36 (4) : 217-224.
- Şener, L.G., 2012. Beyaz Peynir Üretiminde Transglutaminaz Enzimi Kullanım
- Tagami, U., Shimba, N., Nakamura, M., Yokoyama, K., Suzuki, E. ve Hirokawa, T., 2009. Substrate Specificity of Microbial Transglutaminase as Revealed by Three-Dimensional Docking Simulation and Mutagenesis. *Protein Eng Des Sel.* 22(12):747–752.
- Talach, A., 2013. Determination of Relation Between α_{S1} Casein Concentration and Coagulation Properties of Goat Milk. Yüksek Lisans Tezi, Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Uppsala, s.32.
- Talevski, G., 2012. Traditional Production of Beaten Cheese. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", s.524-528.
- Tamime, A.Y., Kalab, M., Davies, G. ve Younis, M.F., 1990. Microstructure and Firmness of Processed Cheese Manufactured from Cheddar Cheese and Skjm Milk Powder Cheese Base. *Food Structure*, 9 : 23-37.

- Tang, C., Yang, X.Q., Chen, Z., Wu, H. ve Peng, Z.Y., 2005. Physicochemical and Structural Characteristics of Sodium Caseinate Biopolymers Induced by Microbial Transglutaminase. *Journal of Food Biochemistry*, 29:402–421.
- Tarakçı, Z., Durmaz, H., Sağun, E. ve Aygün, O., 2004. Hatay Sıkma Peynirinin Kimyasal Özellikleri ile Proteoliz ve Lipoliz Düzeylerinin Araştırılması. *Vet.Bil.Derg.* 20 (1): 53-59.
- Telli, A.E. ve Doğruer, Y., 2014. Keçi Sütünde Biyoaktif Bileşenler. *Animal Health Prod and Hyg.* 3(1) : 264 – 271.
- Torres-Vazquez, J.A., Flores, F.V., Montaldo, H.H., Ulloa-Arvizu, R., Posadas, M.V., Vázquez, A.G. ve Morales, R.A.A., 2008. Genetic Polymorphism of the α_{s1} -casein Locus in Five Populations of Goats from Mexico. *Electronic Journal of Biotechnology*, 11(3):2-11.
- Treweek, T.M., 2012. Alpha-casein as a Molecular Chaperone. In W. L. Hurley (Eds.), *Milk Protein* (pp. 85-119). Rijeka, Croatia: InTech.
- Truong, V., Clare, D., Catignani, G. ve Swaisgood, H., 2004. Cross-Linking and Rheological Changes of Whey Proteins Treated with Microbial Transglutaminase. *J. Agric. Food Chem.* 52:1170–1176.
- TSE, 2002. TS 1018. Çiğ İnek Sütü Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 2013. TS 591. Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tuncel, N.B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N. ve Karagül-Yüceer, Y. 2010. Ezine Peyniri II. Olgunlaşma Süresince Proteoliz Düzeyi. *Gıda*, 35 (1):21-26.
- Tunçtürk, Y., Andıç, S. ve Ocak, E., 2010. Homojenizasyon ve Pastörizasyonun Beyaz Peynir ve Peyniraltı Suyu Bileşimine Etkisi. *Gıda*, 35 (5): 339-345.
- Tunçtürk, Y., Andıç, S. ve Özrenk, E., 2008. Süt Orijininin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler Üzerine Bir Değerlendirme. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs Erzurum, s.791-794.

- Türkoğlu, H., Atasoy, F. ve Özer, B., 2003. Şanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt Yoğurt ve Urfa Peynirlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri. HR. Ü.Z.F.Dergisi, 7 (3-4):69-76.
- Uraz, T., 1979. Peynir Mayalarında Pıhtılaşma Gücü'nün (Kuvvet) Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 4(3):103-109.
- Üçüncü, M., 2008. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt I. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir, s.543.
- Ürkek, B. ve Şengül, M., 2018. Türkiye'de Üretilen Organik ve Konvansiyonel Sütlerin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(4): 452-459.
- Walsh, D.J., Cleary, D., McCarthy, E., Murphy, S. ve FitzGerald, R.J., 2003. Modification of the Nitrogen Solubility Properties of Soy Protein Isolate Following Proteolysis and Transglutaminase Cross-Linking. Food Research International, 36: 677–683.
- Wang, F., Tong, Q., Luo, J., Xu, Y. ve Ren, F., 2016. Effect of Carrageenan on Physicochemical and Functional Properties of Low-Fat Colby Cheese. Journal of Food Science, 81(8):1949-1955.
- Yalçın, S., Ardıç, M. ve Nizamlıoğlu, M., 2007. Urfa Peynirinin Bazı Kalite Nitelikleri. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Dergisi, 2 (3): 90-95.
- Yang, M., Shi, Y. ve Liang, Q., 2016. Effect of Microbial Transglutaminase Crosslinking on the Functional Properties of Yak Caseins: A Comparison with Cow Caseins. Dairy Sci. and Technol. 96:39–51.
- Yerlikaya, O. ve Karagözlü, C., 2008. İnsan Beslenmesinde İnek Sütü. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum, s.805-808.
- Yetişmeyen, A. , 1995. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1420/420, Ankara, 229s.
- Yıldırım, Ç. ve Güzeler, N., 2013. Peyniraltı Suyu ve Yayıltının Toz Olarak Değerlendirilmesi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 28 (2): 11 – 20.

- Yıldırım, Ç., 2016. Yoğurt Peyniri Üretiminde Kullanılan Yoğurt Oranının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 112.
- Yıldırım, M., Yıldırım, Z. ve Avşar, Y.K., 2000. Süt Endüstrisinde Transglutaminase Enziminden Yararlanma Olanakları. In: Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Tekirdağ, s.472-478.
- Yıldız, F., 2003. Ankara Piyasasında Satılan Urfa Peynirlerinin Mikrobiyolojik Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, s.60.
- Yılmaz, E., 2017. Sütlerin Besinsel Düzeylerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Adıyaman, s.27.
- Yokoyama, K., Nio, N. and Kikuchi, Y., 2004. Properties and Applications of Microbial Transglutaminase. Appl. Microbiol Biotechnol, 64: 447–454.
- Yokoyama, K., Utsumi, H., Nakamura, T., Ogaya, D., Nobuhisa, S., Suzuki, E. ve Taguchi, S., 2010. Screening for Improved Activity of a Transglutaminase from *Streptomyces mobaraensis* Created by a Novel Rational Mutagenesis and Random Mutagenesis. Submitted to Applied Microbiology and Biotechnology, 87(6): 2087-2096.
- Yüksel, Z. ve Erdem, Y.K., 2007. Gıda Endüstrisinde Transglutaminaz Uygulamaları: 1. Enzimin Genel Özellikleri. Gıda, 32 (6) : 287-292.
- Yüksel, Z. ve Erdem, Y.K., 2009. Modification of Bovine Milk Protein System by Transglutaminase. Gıda, 34 (6): 345-350.
- Zamberlin, S., Antunac, N., Havranek, J. ve Samarzija, D., 2012. Mineral Elements in Milk and Dairy Products. Mljekarstvo, 62 (2): 111-125.

Zhu, C., Brown, C., Gillies, G., Watkinson, P. ve Bronlund, J., 2015.
Characterizing the Rheological Properties of Mozzarella Cheese at Shear
Rate and Temperature Conditions Relevant to Pizza Baking. LWT - Food
Science and Technology, 64:82-87.



ÖZGEÇMİŞ

03/01/1968 yılında Hatay Dörtyol’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzin’de tamamladı. 1985 yılında başladığı Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü’nden 1991 yılında mezun oldu. 1994 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı’nda yüksek lisansa başladı ve 1998 yılında tamamladı. 2013 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı’nda doktora çalışmasına başladı. Halen Adana’nın Kozan ilçesinde bulunan Güneydoğu Süt Fabrikasında Kalite Güvence Sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.



EKLER

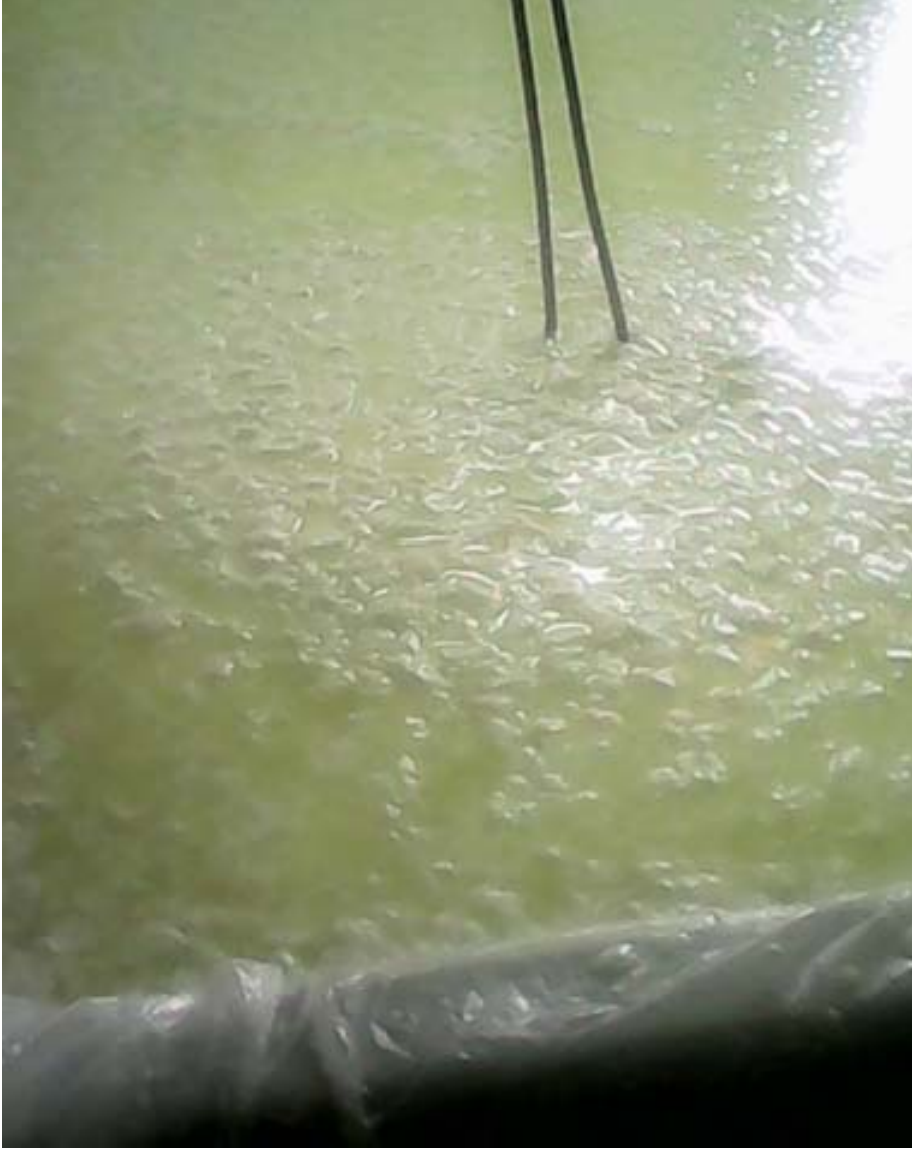


EK 1

HATAY PEYNİRİ ÜRETİMİNDEN BAZI GÖRÜNTÜLER



Sütün mayalanması



Telemenin kırılması



Peynirin baskılanması



Peynirin kesilmesi



Peynirin üzerine kuru tuz atılması ve 30 dk bekleme



Hatay peyniri



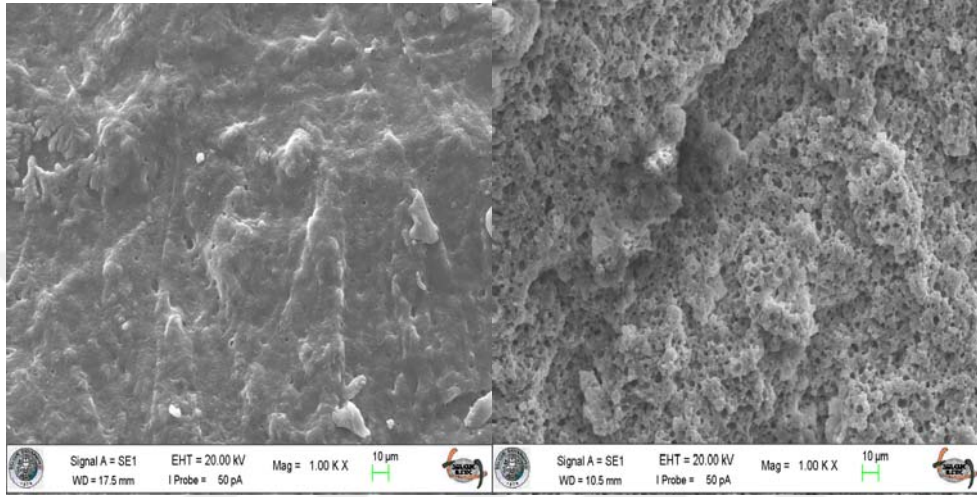
Peynirin ambalajlara doldurulması



Peynirin ambalajlara doldurulması

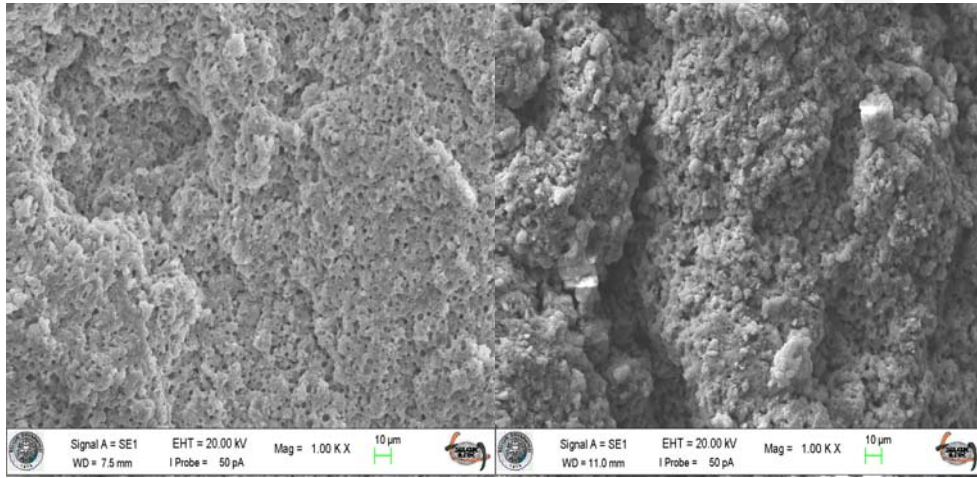
EK 2

HATAY PEYNİRLERİNİN MİKRO YAPILARINA AİT SEM ANALİZİ GÖRSELLERİ



(A)

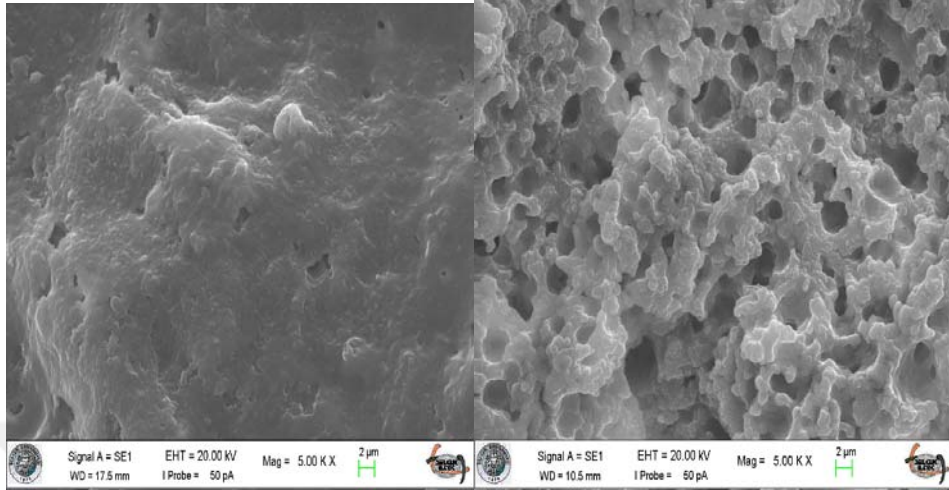
(B)



(C)

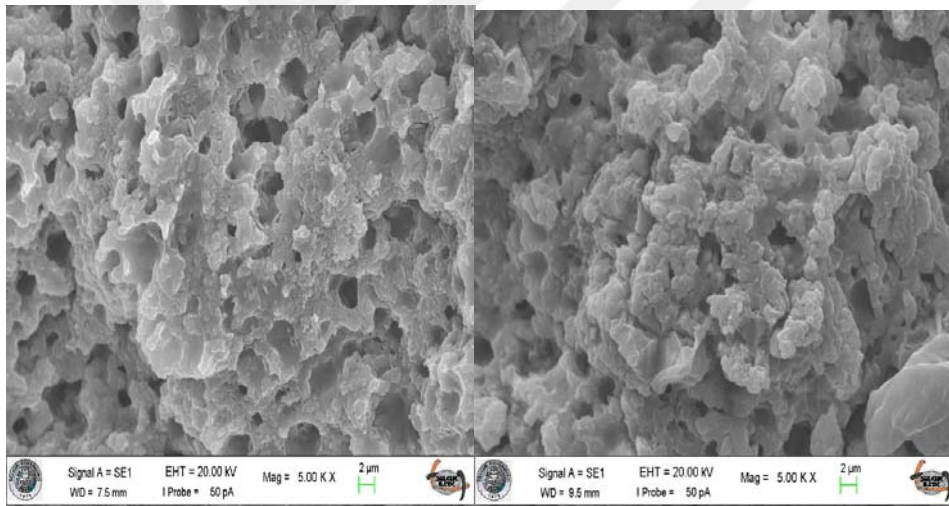
(D)

Hatay peynirlerinin mikrostrüktürleri (Mag: 1.000)



(A)

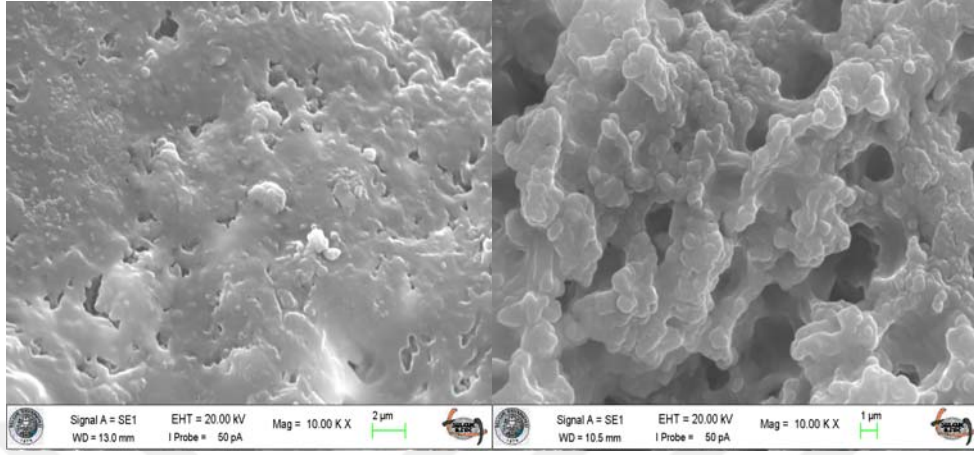
(B)



(C)

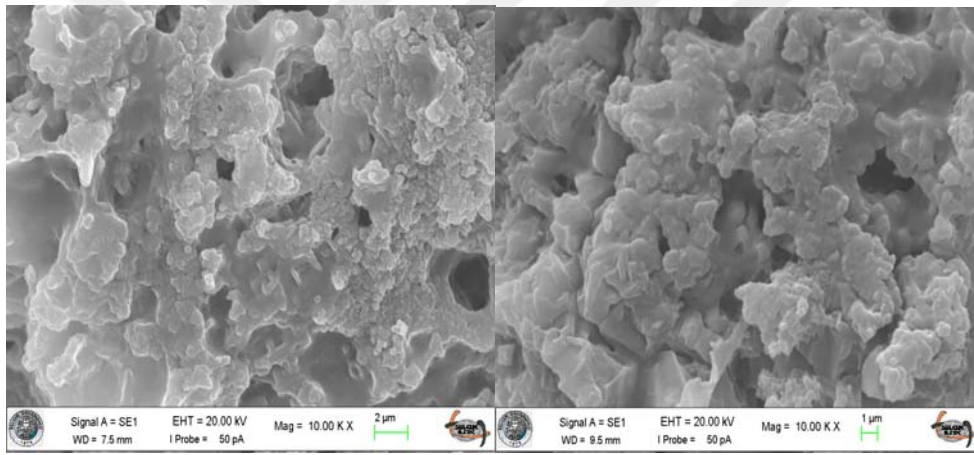
(D)

Hatay peynirlerinin mikrostrüktürleri (Mag: 5.000)



(A)

(B)



(C)

(D)

Hatay peynirlerinin mikrostrüktürleri (Mag: 10.000)

EK 3

SEM CİHAZI GÖRÜNTÜLERİ

