

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Kurban YAŞAR

**FARKLI PIHTILAŞTIRICI ENZİM KULLANIMININ VE OLGUNLAŞMA
SÜRESİNİN KAŞAR PEYNİRİNİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI PIHTILAŞTIRICI ENZİM KULLANIMININ VE OLGUNLAŞMA
SÜRESİNİN KAŞAR PEYNİRİNİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kurban YAŞAR
DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 09/02/2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza	İmza
Prof. Dr. Nuray ŞAHAN	Prof. Dr. Mehmet GÜVEN	Prof. Dr. Ahmet KAYA
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

İmza	İmza
Doç. Dr. M. Akif ÇÜRÜK	Yard. Doç. Dr. M. Serdar AKIN
ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No :

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2002D164

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

FARKLI PIHTILAŞTIRICI ENZİM KULLANIMININ VE OLGUNLAŞMA SÜRESİNİN KAŞAR PEYNİRİNİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kurban YAŞAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Nuray ŞAHAN
: Yıl: 2007, Sayfa: 134
Jüri : Prof. Dr. Nuray ŞAHAN
: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
: Prof. Dr. Ahmet KAYA
: Doç. Dr. M. Akif ÇÜRÜK
: Yard. Doç. Dr. M. Serdar AKIN

Bu çalışmada, farklı pıhtılaştırıcı enzimler (buzağı renneti, rekombinant kimoziin, *Rhizomucor miehei* ve *Cryphonectria parasitica* proteazları) kullanılarak Kaşar peyniri üretilmiş ve 90 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. Buzağı renneti, rekombinant kimoziin ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanılarak üretilen peynirlerinin randımanları birbirine yakın, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirin randımanları ise düşük bulunmuştur. Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımı peynirlerin pH, titrasyon asitliği, kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, tuz, kurumaddede tuz, pıhtı sıklığı, toplam serbest yağ asitliği ve tekstür profil analizlerini etkilemezken, protein, kurumaddede protein, suda çözünen azot, % 12 TCA'de çözünen azot, % 5 PTA'de çözünen azot, kazein azot, proteoz-pepton azot, olgunlaşma oranı, toplam serbest aminoasit miktarını ve duyuşal özelliklerini etkilemiştir. Olgunlaşma süresince β -kazein parçalanması *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirde daha yüksek olmuştur. Bunun sonucu olarak da bu enzimle üretilen peynirlerin erime değeri yüksek bulunmuştur. α_1 -kazeinin hidrolizi rekombinant kimoziin ile üretilen peynirde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Peynirlerin duyuşal özellikleri arasında olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günler) farklar bulunmamasına karşın, olgunlaşmanın ileriki günlerinde farklar bulunmuştur. Panelistlerce en az beğenilen peynir *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynir olmuştur. Olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirlerin, titrasyon asitliği, kurumadde, tuz, pıhtı sıklığı, toplam serbest yağ asitleri, suda çözünen azot, % 12 TCA'de çözünen azot, % 5 PTA'de çözünen azot, toplam serbest aminoasit, proteoz-pepton azotu, olgunlaşma ve erime oranları artarken, kazein azotu, β -kazein ve α_1 -kazein oranları, tekstür profil analizleri ve duyuşal puanları azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kaşar peyniri, pıhtılaştırıcı enzim, olgunlaşma, proteoliz, tekstür

ABSTRACT

PhD THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT COAGULANTS USED AND RIPENING PERIOD ON PROPERTIES OF KASHAR CHEESE

Kurban YAŞAR

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

Supervisor : Prof. Dr. Nuray ŞAHAN
: Year: 2007, Pages: 134
Jury : Prof. Dr. Nuray ŞAHAN
: Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
: Prof. Dr. Ahmet KAYA
: Assoc.Prof. Dr. M. Akif ÇÜRÜK
: Assist.Prof. Dr. M. Serdar AKIN

In this study, Kashar cheese was manufactured using different coagulants (calf rennet, recombinant chymosin and proteases from *Rhizomucor miehei* and *Cryphonectria parasitica*) and ripened for 90 d. Cheese yields were similar in the cheeses made with calf rennet, recombinant chymosin and protease from *Rhizomucor miehei*; however, the cheese yield was lower level in the cheese made with protease from *Cryphonectria parasitica*. Use of different coagulant in the manufacture of Kashar did not influence the pH, titratable acidity, dry matter, fat, fat-in-dry matter, salt, salt-in-dry matter, curd consistency, total free fatty acids and texture profile analyses, while the values for protein, protein-in-dry matter, water-soluble nitrogen, 12% trichloroacetic acid-soluble nitrogen, 5% phosphotungstic acid-soluble nitrogen, casein nitrogen, proteose-peptone nitrogen, ripening index, total free amino acids and sensory properties were significantly influenced. β -casein was more hydrolyzed in the cheese made with protease from *Cryphonectria parasitica* than the other cheeses during 90 d of ripening. Accordingly, higher melting values were determined in this cheese. α_{s1} -Casein was hydrolyzed at the highest level in the cheese made with recombinant chymosin. No significant differences were found between sensory properties of the cheeses at the beginning of ripening (1 to 15 days); however, some differences were found as ripening proceeded. The cheese made with protease from *Cryphonectria parasitica* received the lowest sensory scores by all members of panel group during ripening. Some variables including titratable acidity, dry matter, salt, curd consistency, total free fatty acids, water-soluble nitrogen, 12% trichloroacetic acid-soluble nitrogen, 5% phosphotungstic acid-soluble nitrogen, total free amino acids, proteose-peptone nitrogen, ripening index and melting properties increased, whereas casein nitrogen, β -casein, α_{s1} -casein, texture profile analyses and sensory properties decreased during ripening.

Key Words: Kashar cheese, coagulant, ripening, proteolysis, texture

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam sırasında beni yönlendiren ve engin deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Nuray ŞAHAN'a ve Tez İzleme Komitesi Üyesi hocam Prof. Dr. Mehmet Güven'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tezime katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi Üyesi sayın Yard. Doç. Dr. M. Serdar Akın'a teşekkür ederim.

Tekstür analizlerinin yapımına olanak sağlayan Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın Prof. Dr. Ahmet Kaya'ya ve elektroforetik analizlerin yapımında yardımcı olan Ç.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'ndan sayın Doç. Dr. M. Akif Çürük'e teşekkür ederim.

Doktora tezimin her aşamasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Dr. A. Adnan Hayaloğlu ve Araş. Gör. O. Berkay Karaca'ya, her zaman yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Araş. Gör. Adnan Bozdoğan ve Araş. Gör. Bülent Kabak'a, tez çalışmasını maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü'ne bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tüm bölüm hocalarıma ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam sırasında gösterdiği sabır ve anlayış için eşim Hafize ve oğlum Cuma Eren'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER ve KISALTMALAR	XVII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Sütün Enzimatik Pıhtılaşmasındaki Rolü.....	5
2.1.1. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Pıhtıda Tutulması ve Aktivitesi.....	6
2.1.2. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Proteolitik Aktivitesi.....	7
2.1.3. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Proteolize Etkisi.....	8
2.1.4. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Peynir Randımanına Etkisi.....	9
2.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Özellikleri.....	10
2.2.1. Buzağı Renneti.....	10
2.2.2. Rekombinant Kimozin	11
2.2.3. Mikrobiyal Enzimler.....	14
3. MATERYAL ve METOD	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Süt.....	18
3.1.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler.....	18
3.1.3. Starter Kültür.....	19
3.1.4. Kalsiyum Klorür (CaCl ₂).....	19
3.1.5. Tuz (NaCl).....	19
3.2. Metod.....	19
3.2.1. Kaşar Peyniri Üretimi.....	19
3.2.2. Çiğ Süt, Haşlama Suyu ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler ve Peynir Randımanı.....	21

3.2.2.1. pH Değeri.....	21
3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri.....	22
3.2.2.3. Kurumadde Oranı.....	22
3.2.2.4. Yağ ve Yağsız Kurumadde Oranları.....	22
3.2.2.5. Protein Oranı.....	22
3.2.2.6. Peynir Randımanı	22
3.2.3. Peynir Analizleri.....	23
3.2.3.1. pH Değeri.....	23
3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Değeri.....	23
3.2.3.3. Kurumadde Oranı	23
3.2.3.4. Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranları.....	24
3.2.3.5. Protein ve Kurumaddede Protein Oranları.....	24
3.2.3.6. Tuz ve Kurumaddede Tuz Oranları.....	24
3.2.3.7. Pıhtı Sıklığı Değeri.....	24
3.2.3.8. Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranı.....	25
3.2.3.9.Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı	26
3.2.3.10. % 12'lik Trikloroasetik Asitte Çözünen Azot (TCA-N) Oranı.....	26
3.2.3.11. % 5'lik Fosfotungstik Asitte (PTA) Çözünen Azot Oranı.	27
3.2.3.12. Kazein Azotu Oranı.....	28
3.2.3.13. Proteoz-Pepton Azotu (PP-N) Oranı.....	28
3.2.3.14. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% SÇA'e göre).....	28
3.2.3.15. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% TCA'e göre).....	28
3.2.3.16. Toplam Serbest Aminoasit Tayini.....	28
3.2.3.17. Biyokimyasal Analizler.....	29
3.2.3.18. Eriyebilirlik Testi.....	32
3.2.3.19. Tekstür Profil Analizleri (TPA).....	33
3.2.3.20. Duyusal Analizler.....	33
3.2.3.21. İstatistiksel Analizler.....	33

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Çiğ Sütün Bileşimi.....	36
4.2. Kaşar Peynirlerinin Peyniraltı Sularının Bileşimi.....	37
4.3. Kaşar Peynirlerinin Haşlama Sularının Bileşimi.....	39
4.4. Kaşar Peynirlerinin Randıman Değerleri.....	40
4.5. Kaşar Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	41
4.5.1. Kaşar Peynirlerinin pH Değerleri.....	41
4.5.2. Kaşar Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri.....	43
4.5.3. Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Oranları.....	45
4.5.4. Kaşar Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranları.....	47
4.5.5. Kaşar Peynirlerinin Protein ve Kurumaddede Protein Oranları...	51
4.5.6. Kaşar Peynirlerinin Tuz ve Kurumaddede Tuz Oranları.....	55
4.5.7. Kaşar Peynirlerinin Pıhtı Sıklığı Değerleri.....	58
4.5.8. Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranları (% Oleik Asit).....	60
4.5.9. Kaşar Peynirlerinin Suda Çözünen Azot Oranları (%).....	63
4.5.10. Kaşar Peynirlerinin % 12 Trikloroasetik Asitte (TCA) Çözünen Azot Oranları.....	66
4.5.11. Kaşar Peynirlerinin % 5 Fosfotungistik Asitte (PTA) Çözünen Azot Oranları (%).....	69
4.5.12. Kaşar Peynirlerinin Kazein Azotu Oranları (%).....	72
4.5.13. Kaşar Peynirlerinin Proteoz-Pepton Azotu Oranları (%).....	75
4.5.14. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% SÇA'e göre).....	77
4.5.15. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% 12 TCA'e göre).....	80
4.5.16. Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Miktarları.....	82
4.5.17. Biyokimyasal Analizler.....	84
4.5.18. Erime Değerleri (mm).....	89
4.5.19. Kaşar Peynirlerinin Tekstür Profil Analizleri (TPA).....	92
4.5.19.1. Sertlik.....	92

4.5.19.2. Elastiklik.....	94
4.5.19.3. Sakızımsılık.....	96
4.5.19.4. İç Yapışkanlık.....	98
4.5.19.5. Çiğnenemeyebilirlik	99
4.5.20. Kaşar Peynirlerinin Duyusal Özellikleri.....	101
4.5.20.1. Görünüş Puanları.....	101
4.5.20.2. Doku Puanları.....	103
4.5.20.3. Lezzet Puanları.....	104
4.5.20.4. Tüm İzlenim Puanları.....	106
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	109
KAYNAKLAR.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....	134

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Buzağı Renneti ile Değişik Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Peynir Randımanına Etkileri.....	10
Çizelge 3.1. Kaşar Peynirinin Kalite Kriterleri ve Puanla Değerlendirilmesi.....	34
Çizelge 3.2. Taze Kaşar Peyniri Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Formu.....	35
Çizelge 4.1. Çiğ Sütün Bileşimi.....	37
Çizelge 4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimleri.....	37
Çizelge 4.3. Haşlama Sularının Bileşimleri.....	39
Çizelge 4.4. Kaşar Peynirlerinin Randıman Değerleri.....	40
Çizelge 4.5. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan pH Değerleri.....	41
Çizelge 4.6. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	43
Çizelge 4.7. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Titrasyon Asitliği Değerleri.....	43
Çizelge 4.8. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	45
Çizelge 4.9. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumadde Oranları.....	46
Çizelge 4.10. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	47
Çizelge 4.11. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Yağ Oranları.....	48
Çizelge 4.12. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Yağ Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	49

Çizelge 4.13. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumaddede Yağ Oranları.....	49
Çizelge 4.14. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumaddede Yağ Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	51
Çizelge 4.15. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinde Olgunlaşma Süresince Saptanan Protein Oranları.....	52
Çizelge 4.16. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Protein Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	53
Çizelge 4.17. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumaddede Protein Oranları.....	53
Çizelge 4.18. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumaddede Protein Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	54
Çizelge 4.19. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Tuz Oranları.....	55
Çizelge 4.20. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Tuz Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	56
Çizelge 4.21. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinde Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumaddede Tuz Oranları.....	57
Çizelge 4.22. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Tuz Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	58
Çizelge 4.23. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Pıhtı Sıklılığı Değerleri.....	-59
Çizelge 4.24. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Pıhtı Sıklılığı Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları....	60
Çizelge 4.25. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin	

Olgunlaşma Süresince Saptanan Toplam Serbest Yağ Asitleri (FFA) Değerleri.....	61
Çizelge 4.26. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	63
Çizelge 4.27. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Suda Çözünen Azot Oranları.....	64
Çizelge 4.28. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Suda Çözünen Azot Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	66
Çizelge 4.29. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 12 TCA'de Çözünen Azot Oranları Oranları.....	67
Çizelge 4.30. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin % 12 TCA'de Çözünen Azot Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	69
Çizelge 4.31. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 5 PTA'de Çözünen Azot Oranları.....	70
Çizelge 4.32. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 5 PTA'de Çözünen Azot Oranları (% Azot).....	71
Çizelge 4.33. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin % PTA'de Çözünen Azot Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	72
Çizelge 4.34. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kazein Azotu Oranları...	73
Çizelge 4.35. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kazein Azotu Oranları (% Azot).....	73

Çizelge 4.36. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kazein Azotu Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları ...	74
Çizelge 4.37. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Proteoz-Pepton Azotu Oranları.....	75
Çizelge 4.38. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Proteoz-Pepton Azotu Oranları (% Azot).....	76
Çizelge 4.39. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Proteoz-Pepton Azotu Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	77
Çizelge 4.40. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (ŞCA'e Göre).....	78
Çizelge 4.41. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları (ŞCA'e Göre).....	80
Çizelge 4.42. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları ((% 12 TCA'e Göre).....	81
Çizelge 4.43. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları (% 12 TCA'e Göre).....	82
Çizelge 4.44. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Toplam Serbest Aminoasit Miktarları.....	83
Çizelge 4.45. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Miktarlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları	84
Çizelge 4.46. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan β -Kazein Oranları.....	85

Çizelge 4.47. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan α_1 -Kazein Oranları.....	88
Çizelge 4.48. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Erime Değerleri.....	90
Çizelge 4.49. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Erime Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	91
Çizelge 4.50. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Sertlik Değerleri.....	93
Çizelge 4.51. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	94
Çizelge 4.52. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Elastiklik Değerleri.....	95
Çizelge 4.53. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Elastiklik Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	95
Çizelge 4.54. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Sakızimsılık Değerleri.....	97
Çizelge 4.55. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Sakızimsılık Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .	98
Çizelge 4. 56. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan İç Yapışkanlık Değerleri.....	98
Çizelge 4.57. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin İç Yapışkanlık Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları	99
Çizelge 4.58. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Çiğnenemeyebilirlik Değerleri.....	100
Çizelge 4.59. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Çiğnenemeyebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analizi	

Sonuçları.....	101
Çizelge 4.60. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Görünüş Puanları.....	102
Çizelge 4.61. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Doku Puanları.....	104
Çizelge 4.62. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Lezzet Puanları.....	106
Çizelge 4.63. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Tüm İzlenim Puanları...	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Pıhtı oluşumu.....	6
Şekil 2.2. Proteolitik enzimlerin peynir olgunlaşma sırasındaki etkileri.....	9
Şekil 3.1. Kaşar peyniri üretimi	10
Şekil 4.1. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri	42
Şekil 4.2. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri.....	44
Şekil 4.3. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumadde oranları.....	46
Şekil 4.4. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan yağ oranları.....	48
Şekil 4.5. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumaddede yağ oranları.....	50
Şekil 4.6. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan protein oranları.....	52
Şekil 4.7. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumaddede protein oranları.....	54
Şekil 4.8. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan tuz oranları.....	56
Şekil 4.9. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumaddede tuz oranları.....	58
Şekil 4.10. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan pıhtı sıklığı değerleri.....	60
Şekil 4.11. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan toplam serbest yağ asitleri oranları.....	62
Şekil 4.12. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan suda çözünen azot oranları.....	66
Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan % 12	69

TCA'de çözünen azot oranları.....	
Şekil 4.14. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan % 5 PTA'de çözünen azot ve % azot oranları.....	71
Şekil 4.15. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kazein azotu ve % azotu oranları.....	74
Şekil 4.16. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan proteoz- peptoz azotu ve % azotu oranları.....	77
Şekil 4.17. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan olgunlaşma indeksi katsayısı oranları (SÇA'e göre).....	79
Şekil 4.18. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan olgunlaşma indeksi katsayısı oranları (% 12 TCA'e göre).....	81
Şekil 4.19. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan toplam serbest aminoasit miktarları.....	84
Şekil 4.20. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan elektroforetogramları.....	86
Şekil 4.21. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan erime oranları.....	91
Şekil 4.22. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan sertlik değerleri.....	94
Şekil 4.23. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan elastiklik değerleri.....	96
Şekil 4.24. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan sakızimsılık değerleri.....	97
Şekil 4.25. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan iç yapışkanlık değerleri.....	99
Şekil 4.26. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan çiğnenemeyebilirlik değerleri.....	100
Şekil 4.27. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan görünüş puanları.....	102
Şekil 4.28. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan doku puanları.....	103

Şekil 4.29. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan lezzet puanları.....	105
Şekil 4.30. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan tüm izlenim puanları.....	107

SİMGELER ve KISALTMALAR

Urea-PAGE	:	Urea-Polyarcylamide Gel Elektrophoresis, Urea-Poliakrilamid Jel Elektroforez
LAB	:	Laktik Asit Bakterileri
SÇA	:	Suda Çözünen Azot
TCA	:	Trikloroasetik Asit
PTA	:	Fosfotungstik asit
PPA	:	Proteoz-Pepton Azotu
FAA	:	Serbest Amino Asit
Cd- Ninhrin	:	Cadmium Ninhydrin
l.a.	:	Laktik Asit
sn.	:	Saniye
dk.	:	Dakika
IDF	:	International Dairy Federation
SD	:	Serbestlik Derecesi
KO	:	Kareler Ortalaması
TPA	:	Tekstür Profil Analizleri
RU	:	Rennet Unit
UHT	:	Ultra High Temperature

1. GİRİŞ

Peynir yapımı birkaç bin yıldan beri süregelen bir işlemdir. Peynir üretimi ile ilgili kayıtlar milattan önce 6000-7000 yıllarına kadar gitmektedir (Fox, 1999). Peynir üretiminin ilk olarak Fırat ve Dicle nehirleri arasında kalan Mezopotamya bölgesinde yapıldığı sanılmaktadır. Bu bölge bugün Türkiye, Irak ve İran'ın belli bölgelerini kapsamaktadır (Kosikowski ve Mistry, 1997; Hayaloğlu ve ark., 2002).

Günümüzde 2000'den fazla peynir çeşidinin üretildiği belirtilmektedir (Gunasekaran ve Ak, 2003). Ülkemizde ise 50'ye yakın peynir çeşidi üretilmekte olup, ekonomik ve üretim miktarı açısından en önemlileri Beyaz, Kaşar, Tulum, Otlu, Dil, Mihaliç, Çerkez, Çökelek, Civil ve Lor peynirleridir (Hayaloğlu ve ark., 2002). Türkiye'de Kaşar peyniri Beyaz peynirden sonra en fazla üretilen peynir çeşididir (Şahan ve Kaçar, 2003; Kurultay ve ark., 2004; Keçeli ve ark., 2006). Devlet Planlama Teşkilatı'nın verilerine göre 2005 yılı içerisinde toplam 418 bin ton peynir üretilmiş ve bunun 79 bin tonunu Kaşar peyniri oluşturmuştur (Anon, 2006).

Kaşar peyniri, pıhtısı haşlanan bir peynirdir (Demirci ve Draman, 1990; Halkman ve Halkman, 1991; Halkman ve ark., 1994). Pıhtısı haşlanan peynirler özellikle Balkan ve Akdeniz ülkelerinde çok popülerdir. Bunlardan yumuşak veya yarı-yumuşak çeşitleri taze veya kısa süre (örneğin, taze Kaşar ve Mozzarella), yarı-sert ve sert çeşitleri ise iyice olgunlaştıktan sonra (örneğin, olgun Kaşar, Provolone ve Caciocavallo) tüketilmektedir (Gobbetti ve ark., 2002). Kaşar peyniri değişik teknoloji ve isim altında Türkiye, Rusya, Ukrayna, Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Yugoslavya, Arnavutluk, Macaristan, İtalya, Tunus, Fas, Cezayir ve Mısır'da üretilmektedir (Caric, 1987). Türk Standartları Enstitüsü'ne göre "Kaşar peyniri, çiğ veya pastörize süt standardına uygun sütlerin imalat tekniğine göre işlenmesi sonucu elde edilen ve olgunlaşmasından sonra kendisine has, koku, renk, tat ve aroması olan sert yapılı bir peynir" olarak tanımlanmıştır (Anon., 1989). Son yıllarda taze Kaşar peyniri üretimi; uzun bir olgunlaşma sürecinin olmaması ve dolayısıyla ekonomik olarak tüketiciye daha uygun fiyatla ulaşabilmesi nedeniyle oldukça yaygınlaşmıştır. Ayrıca taze Kaşar peyniri tost, pizza, pide ve değişik yemek yapımlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Koca, 2002). TSE 3272 Kaşar

Peyniri Standardı revize edilerek taze Kaşar peynirinin yasal hale gelmesi sonucu, taze Kaşar peynir üretimi daha da artmıştır. Söz konusu standartta taze Kaşar peyniri “pastörize sütten imal edilen, olgunlaşma işlemine tabi tutulmayan ve taze olarak piyasaya arz edilen peynir” şeklinde tanımlanmıştır (Anon., 1989).

Tüm peynirlerin temel üretim aşaması olan pıhtılaşma, protein fraksiyonlarının stabilizasyonunun bozulması sonucu sütün sıvı halden jel haline geçmesidir (Fox, 1989; Guinee ve Wilkinson, 1992). Sütün pıhtılaşması süte rennet, asit ilavesi veya asit ilavesiyle ısıl işlemin birlikte kullanılması olmak üzere üç yolla gerçekleşmektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992). Süte rennet enzimi ilavesi ile üretilen peynirler rennet-pıhtı peynirleri olarak tanımlanmakta olup, dünya peynir üretiminin % 77’sini oluşturmaktadır (Guinee ve Wilkinson, 1992; Fox ve McSweeney, 1997). Rennet-pıhtı peynirlerine örnek olarak Cheddar, Gouda, Emmental, Parmesan, Beyaz, Feta, Kaşar ve Tulum peynirleri verilebilir.

Dünya peynir tüketimi 1960’lı yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Peynir üretimi böyle hızla artarken, buzağı rennetinin kullanımı azalmıştır. Bu azalışın nedenleri olarak, buzağı sayısının yetersizliği, Hindistan ve İsrail gibi ülkelerde buzağı kesiminin yasak olması ve buzağı kesimine karşı çıkan grupların sayısındaki artış gösterilebilir. Bunun doğal sonucu olarak da buzağı rennetinin fiyatı yükselmiştir. Hem buzağı rennetinin azlığı hem de yüksek fiyatta olması araştırmaları diğer rennet çeşitlerine yöneltmiştir. Bu rennetler, sığır, domuz ve tavuk pepsini, *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus*, *Cryphonectria parasitica* proteinazları ve gen teknolojisi yardımı ile üretilen *Escherichia coli*, *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis*, *Aspergillus niger* var. *awamari*’nin rekombinant kimozinleridir (Hicks ve ark., 1988; Öner ve Akar, 1993; Fox ve McSweeney, 1997; Rogelj ve ark., 2001).

Mikrobiyal rennet ucuz olması nedeniyle, Dünya’nın bir çok ülkesinde buzağı rennetinin yerine kullanılmaya başlanmıştır. Bilindiği gibi buzağı renneti, doğal peynirlerin karakteristik tat ve aromasının oluşumunda çok etkilidir. Mikrobiyal rennetle yapılan peynirlerin tat ve aromasında problemler ortaya çıkması tekrar buzağı rennetinin önemini ortaya çıkarmıştır. Normal şekilde buzağı kimozi elde edilmesi pahalı olduğundan ucuz kimozi elde etme yolları araştırılmaya

başlanılmıştır (Mohanty ve ark., 1999). Genetik mühendisliğindeki son gelişmeler rekombinant kimoziin eldesini sağlamıştır. Rekombinant kimoziin *E. coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces var. lactis*, *Aspergillus nidulans*, *A. niger* ve *Trichoderma reesei*'ye prokimoziin geninin klonlanması ve daha sonra fermantasyonu yoluyla üretilmektedir. Rekombinant kimoziin, buzağı kimoziinin bir veya daha fazla izo-enzimlerini içeren enzim olup, enzimatik özellik olarak ayırt edilemeyecek kadar buzağı kimoziinine benzemektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992; Fox ve McSweeney, 1997; Kosikowski ve Mistry, 1997).

1990'dan sonra Amerika Birleşik Devletleri ve Batı Avrupa'da rekombinant kimoziin kullanımında büyük artışlar olmuştur. ABD ve Avrupa'da kullanılan rennetlerin, sırasıyla % 25 ve % 25-75'ni rekombinant enzimler oluşturmaktadır (Guinee ve Wilkinson, 1992). Rekombinant kimoziin kullanılmasının avantajları; düşük maliyette olması, çok yüksek oranda saf kimoziin içermesi, spesifik olması ve düşük proteolitik aktiviteye sahip olması sayılabilir (Rogelj ve ark., 2001).

Asit-pıhtı peynirleri genellikle taze olarak tüketilirken, rennet-pıhtı peynirlerinin çok büyük kısmı üç haftadan (örneğin, Mozzarella) iki yıla kadar (örneğin, Parmesan) olgunlaştırılırlar. Olgunlaştırma sırasında mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal olaylar meydana gelir. Glikoliz ve lipoliz peynir çeşitlerinin çok azında (örneğin İtalyan sert peynirleri, İsviçre tipi peynirler) önemliyken, proteoliz ise hemen hemen tüm peynir çeşitlerinin tat, aroma ve tekstür oluşumunda önemlidir (Fox, 1989; Şahan, 1993; Fox ve McSweeney, 1996; Fox ve McSweeney, 1997).

Peynirde proteoliz, pıhtılaştırıcı enzimler, süt proteazları (özellikle plasmin) starter ve starter olmayan mikroorganizmalar ile sekonder mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlerin katalizlediği bir reaksiyonlar zinciridir (Fox, 1989; Steele ve Ünlü, 1992; Visser, 1993; Madkor ve ark., 2000; Hayaloğlu, 2003). Peynirlerin olgunlaşma süresinde, pıhtılaştırıcı enzimlerin yanında az da olsa plasminin etkisi ile büyük ve orta moleküllü peptidler oluşmakta, bunlar daha sonra ortamda bulunan starter ya da starter olmayan bakterilerin proteolitik enzimleri ile daha düşük molekül ağırlıklı peptidlere ve aminoasitlere parçalanmaktadırlar (Grappin ve ark., 1985; Vicente ve ark., 2001; Şahan ve Yaşar, 2002a; Hayaloğlu, 2003).

Pıhtıda kalan enzim miktarı peynirin tat, aroma ve tekstür oluşumunda önemli etkiye sahiptir. Peynir üretiminde kullanılan pıhtılaştırıcı enzimlerin, suda çözünen azot ve jel elektroforezde belirlenen kazein fraksiyonları miktarı üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Pıhtılaştırıcı enzimler, α_{s1} -kazeini fenilalanin-fenilalanin bağlarından hidrolize ederek α_{s1} -I-kazein oluşturmakta ve bunun sonucu olarak da peynire yumuşak tekstür kazandırmaktadır. Peynirin tüm tekstürü ise pıhtılaştırıcı enzimlerin yanı sıra plasmin ve bakteri enzimlerinin ortak proteolizi sonucunda oluşmaktadır (Fox, 1989; Fox ve McSweeny, 1997).

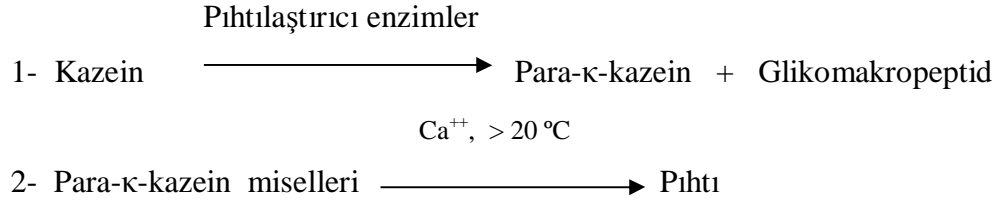
Ülkemizde Kaşar peyniri üretiminde pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ile ilgili çalışma oldukça sınırlıdır (Şehidi, 1974; Öztekin, 1981; Balcı, 1994; Uyanık, 1994). Bu nedenle, bu çalışmada buzağı renneti, *Aspergillus niger* var. *awamori*'den elde edilmiş rekombinant kimoziin, *Rhizomucor miehei* ve *Cryphonectria parasitica* proteazları kullanılarak üç tekerrürlü olarak Kaşar peyniri üretilmiş ve 4 ± 1 °C'de 3 ay olgunlaştırılan peynirlerin 1., 15., 30., 60. ve 90. gün analizleri yapılmıştır. Farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin ve olgunlaşma süresinin peynirlerin bileşimine, suda ve çeşitli çözeltilerde çözünen azot fraksiyonlarına, urea-PAGE özelliklerine, eriyebilirliğine, tekstürel ve duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Sütün Enzimatik Pıhtılaşmasındaki Rolü

İnek sütünün toplam azot içeriğinin yaklaşık % 80'nini kazein oluşturmaktadır. Kazein, α_{s1} -, α_{s2} -, β - ve κ - olmak üzere dört ana bileşenden meydana gelmektedir. Kazein bileşenlerinin oranları sırasıyla % 40, % 10, % 35 ve % 12'dir. κ -kazein, kazein misellerinin stabilitesinden sorumlu olmasına karşın bu sorumluluk rennet ilavesinden sonra kaybolmaktadır (Fox ve Grufferty, 1991; Fox ve McSweeney, 1997). Sütün rennetle pıhtılaşması iki aşamada meydana gelmektedir (Dalgleish, 1987; Erdem, 1991; Guinee ve Wilkinson, 1992). Proteolitik aşama olarak da adlandırılan birinci aşamada, kazein misellerinin stabilitesini sağlayan κ -kazeinin hidrolizi sonucunda, para- κ -kazein ve glikomakropeptid molekülü oluşmaktadır. Glikomakropeptid moleküllerinin kazein misel yüzeylerinden ayrılması sonucu κ -kazeininin stabil edici etkisi azalmaktadır. κ -kazein molekülündeki glikomakropeptidlerin % 90'ı bu şekilde ayrıldığında enzimatik proteoliz tamamlanmaktadır (Guinee ve Wilkinson, 1992; Metin, 1996).

İkinci aşama ise enzimatik olmayan aşama olarak ifade edilmektedir. κ -kazein proteolizi ile stabilitesi bozulan kazein miselleri, 20 °C'den yüksek sıcaklıklarda bir araya gelerek misel toplulukları oluştururlar. Bu oluşumun gerçekleşebilmesi için κ -kazeinin % 86'sının hidrolize edilmesi gerekmektedir. Bir kazein miseli üzerindeki para- κ -kazeinin pozitif yüklü gruplarıyla diğer misel üzerindeki κ -kazeinin negatif yüklü grupları arasındaki etkileşim, misellerin bir araya gelmesini sağlamaktadır. Bu aşamada misel stabilitesinde rol oynayan kolloidal kalsiyum fosfat bağlarının ayrılması ve α_s -kazein ile β -kazeinin Ca^{+2} yardımıyla bağlanması sonucu aktivitesi artmakta, negatif yükte ise bir azalma meydana gelmekte ve Ca-para-kazeinat oluşmaktadır. Bir süre sonra, yani misel toplulukları büyüdükçe pıhtılaşma gözle görülmeye başlamaktadır. Oluşan misel toplulukları bir ağ gibi birleşerek sertleşmekte ve şekil kazanarak pıhtıyı oluşturmaktadır (Guinee ve Wilkinson, 1992; Metin, 1996; Fox ve McSweeney, 1997). Şekil 2.1'de pıhtı oluşumu verilmiştir.



Şekil 2.1. Pıhtı oluşumu

Buzağı renneti birinci aşamada κ -kazeinin fenilalanin₁₀₅₋₁₀₆ methiyonin peptit bağına parçalayarak, karbonhidrat içeren glikomakropeptid (106-169 kalıntı aminoasit) ve pozitif yüklü para- κ -kazein (1-105 kalıntı aminoasit) olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Pepsinler, *Rhizomucor miehei* ve *Rhizomucor pusillus* proteazları da κ -kazeini aynı bölgesinden ikiye ayırmaktadır. *Cryphonectria parasitica* proteazı ise κ -kazeini leusin₁₀₄₋₁₀₅ fenilalanin bağından hidrolize etmektedir. Diğer taraftan *Rhizomucor* ve *Cryphonectria parasitica* proteazları, κ -kazeini sadece bir bölgeden değil birkaç bölgeden hidrolize etmektedirler (Dalglish, 1987; Shammert ve ark., 1992 a, b; Fox ve McSweeney, 1997).

2.1.1. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Pıhtıda Tutulması ve Aktivitesi

Süte ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimlerin büyük bir kısmı peyniraltı suyu ile ayrılmakta ve ilave edilen enzimin yalnız % 0-15 kadarı pıhtıda kalmaktadır (Sousa ve ark., 2001; Şahan ve Yaşar, 2002a). Enzimin pıhtıda tutulma oranını etkileyen faktörler aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır:

1. İlave edilen enzim miktarı arttıkça pıhtıda tutulma oranları artmaktadır. Lawrence ve ark. (1987), Gouda peynirinde yaptıkları çalışmada, süte ilave edilen enzim miktarı ile peynirde kalan enzim miktarı arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

2. Kullanılan enzimin tipinin de etki eden faktörler arasında yer aldığı bilinmektedir. Peynir üretiminde enzimin pH ve sıcaklığa karşı stabilitesi enzimin pıhtıda tutulma oranını etkilemektedir. Örneğin domuz pepsini, peynir üretimi

sırasında denatüre olmaktadır. Süte ilave edilen kimozinin % 6'sı mikrobiyal enzimin ise % 2-3'ü pıhtıda tutulmaktadır (Fox ve McSweeney, 1997).

3. Pıhtının kesilme ve süzülme pH'sı: Pıhtı pH'sındaki azalış (örneğin pH 6.6'dan 6.0'a düşmesi) mide proteinaz enzimlerinin (buzağı renneti, sığır pepsini, domuz pepsini) pıhtıda tutulma oranını artırırken, *Rhizomucor miehei* ve *Rhizomucor pusillus*'nun pıhtıda tutulma oranını değiştirmemektedir (Lawrence ve ark., 1987; Guinee ve Wilkinson, 1992; Koçak, 1996).

4. Pıhtının yıkanması, ısıtılması ve haşlanması gibi işlemler pıhtıda tutulan enzim miktarını azaltmaktadır (Guinee ve Wilkinson, 1992; Sousa ve ark., 2001). Pıhtıda kalan rennet aktivitesi telemenin haşlanması işleminden önemli derecede etkilenmektedir. Emmental gibi yüksek sıcaklıkta haşlanan peynirlerde enzimin denatüre olma oranı daha yüksektir (Sousa ve ark., 2001).

5. Peynirin nem miktarı arttıkça pıhtıda tutulan enzim miktarı da artış göstermektedir. Pıhtıda kalan rennetin aktivitesi olgunlaşma sırasında proteolizin tipini ve seviyesini önemli derecede etkileyerek peynir tekstür ve aromasının gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Kullanılan rennetin proteolitik aktivitesi buzağı rennetinden fazla olduğu zaman, aşırı proteolize sebep olarak acı tat meydana gelmektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992).

2.1.2. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Proteolitik Aktivitesi

Peynir yapımında kullanılan rennetin süt pıhtılaştırma aktivitesinin proteolitik aktiviteye oranının yüksek olması istenmektedir. Rennetler içerisinde, süt pıhtılaştırma aktivitesinin proteolitik aktiviteye oranı en yüksek olanı buzağı rennetidir. Örneğin bu oran % 90-94 kimozin içeren buzağı rennetinde mikrobiyal rennete göre 1.5 kat daha fazladır. Bunun nedeni, buzağı kimozininin süt pıhtılaştırma aktivitesinin çok yüksek olmasına karşın, proteolitik aktivitesinin düşük olmasıdır (Guinee ve Wilkinson, 1992; Mohanty ve ark., 1999).

Hayvansal rennetlerin proteolitik aktiviteleri; tavuk pepsini > domuz pepsini > sığır pepsini > buzağı kimozi olarak sıralanmaktadır. Mikrobiyal rennetlerin

proteolitik aktiviteleri ise; *Bacillus polymyxa* > *Cryphonectria parasitica* > *Rhizomucor miehei* > *R. pusillus* olarak sıralanır (Guinee ve Wilkinson, 1992).

Süt pıhtılaştırıcı enzimlerin proteolitik aktivitesinin yüksek olması bazı kusurlara neden olmaktadır. Bu kusurlar;

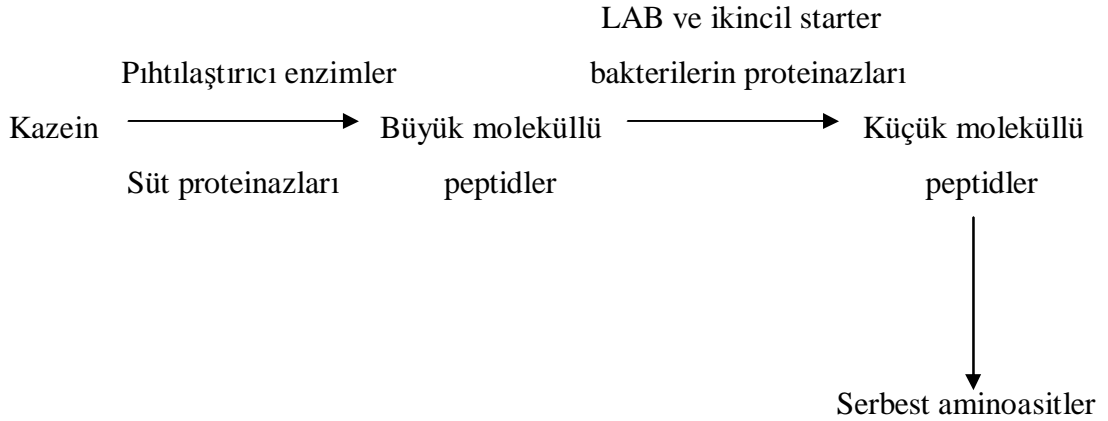
1. Çözünmüş protein miktarının artması sonucu randımanın düşmesi,
2. Pıhtının yumuşak bir yapı kazanması, kalıplama sırasında dağılması, bunun doğal sonucu olarak işlenmesinin güçleşmesi ve kayıpların artması,
3. Anormal tat, özellikle acı tat oluşmasıdır (Koçak, 1996).

2.1.3. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Proteolize Etkisi

Peynir olgunlaşması sırasında proteoliz aşağıdaki enzimler tarafından gerçekleştirilmektedir (Fox ve McSweeny, 1996; Sousa ve ark., 2001).

1. Pıhtılaştırıcı enzimler (kimozin, pepsin, mikrobiyal ve bitkisel asit proteazları),
2. Sütün doğal enzimleri (plazmin ve çok az katepsin D ve diğer somatik hücre proteazları),
3. Starter bakterilerin enzimleri,
4. Starter olmayan bakterilerin enzimleri,
5. İkincil kültürlerin enzimleri (örneğin *Penicillium camemberti*, *P. roqueforti*, *Propionibacterium* sp., *Brevibacterium lines* ve diğerleri),
6. Peynir olgunlaştırmasını hızlandırmak amacıyla dışarıdan katılan proteinaz ve peptidazlar.

Şekil 2.2'de görüldüğü gibi kazein önce çoğunlukla pıhtılaştırıcı enzimler tarafından az miktarda da plazmin tarafından büyük molekül ağırlığına sahip peptidlere sonra laktik asit ve ikincil starter bakterilerin enzimleri tarafından küçük molekül ağırlığına sahip peptidlere ve en sonunda da laktik bakterileri ve laktik asit olmayan bakterilerin peptidazları tarafından serbest aminoasitlere parçalanmaktadır (Sousa ve ark., 2001).



Şekil 2.2. Proteolitik enzimlerin peynir olgunlaşma sırasındaki etkileri (Sousa ve ark., 2001)

2.1.4. Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Peynir Randımanına Etkisi

Peynir randımanı, yağ ve protein oranı bilinen 100 kg süttten elde edilebilecek peynir miktarıdır. Proteolitik enzimlerin çoğu sütü pıhtılaştırmaktadır fakat bu enzimlerin proteolitik aktiviteleri ile sütü pıhtılaştırma aktiviteleri, elde edilen kaynağa göre büyük değişiklikler göstermektedir. Kullanılan enzimlerin proteolitik aktivitesi ne kadar yüksek olursa elde edilen peynirin randımanı o kadar düşük olmaktadır. İyi kaliteli bir buzağı rennetinde sütü pıhtılaştırma aktivitesini, büyük oranda kimozin gerçekleştirmelidir. Kimozin, süt pH'sında çok düşük proteolitik aktiviteye sahiptir. Buzağı rennetindeki kimozin ile pepsin oranı pıhtılaştırma aktivitesi ile proteolitik aktiviteyi etkilemektedir (Barbano ve Rasmussen, 1992; Lucey ve Kelly, 1994). Buzağı renneti kullanılarak yapılan peynirlerin randımanı optimum olarak kabul edilmektedir. Domuz, sığır, tavuk pepsini ve mikrobiyal rennetlerin proteolitik aktiviteleri buzağı rennetine göre daha yüksek olduğundan peynir randımanı daha düşüktür (Emmons ve ark., 1990; Lucey ve Kelly, 1994). Çizelge 2.1'de buzağı renneti ile değişik kaynaklı pıhtılaştırıcı enzimlerin peynir randımanına etkileri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Buzağı Renneti ile Değişik Kaynaklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Peynir Randımanına Etkileri (Emmons ve ark., 1990)

Enzim Kaynağı	Elde Edilen Cheddar Peynir Miktarı (kg/100 kg süt)
Buzağı Renneti	9.83
Buzağı Renneti ile Domuz Pepsini (50/50)	9.76
Sığır Pepsini	9.79
<i>Rhizomucor pusillus</i> proteazı	9.34
<i>Rhizomucor miehei</i> proteazı	9.15
<i>Cryphonectria parasitica</i> proteazı	8.59
<i>Bacillus polymxa</i> proteazı	5.04

2.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Özellikleri

2.2.1. Buzağı Renneti

Uygulamada en yaygın kullanılan hayvansal kaynaklı enzim buzağı rennetidir. Bu nedenle standart olarak kabul edilir ve diğer enzimlerle karşılaştırılır (Şahan ve Konar, 1990).

Hayvansal rennetler (kimoziin ve pepsinler), genelde kurutulmuş veya % 10 NaCl ile tuzlanmış mide dokusundan ekstraksiyon ile elde edilir. Elde edilen ekstraktlar aktif hale getirilir ve standardize edilir (Fox ve McSweeney, 1997; Şahan ve Yaşar, 2002b).

Kimoziin, rennin olarak da bilinmektedir. Kimoziin (EC 3.4.23.4), süt emen buzağuların mide duvarlarından bir inaktif proenzim olan zimojen olarak salgılanmakta ve zimojenin N-terminal bölgesindeki 44-kalıntı peptidin asidik ortamlarda (pH 2-4) otokatalitik olarak uzaklaşmasıyla aktif hale geçmektedir (Foltmann, 1987; Law and Goodenough, 1995; Fox ve McSweeney, 1997).

Kimoziinin moleküler seviyesi artık günümüzde iyi bir şekilde karakterize edilmektedir. Enzim 1960'larda kristallendirilmiştir. Kimoziin 320 aminoasit içeren tek zincirli polipeptiddir. Molekül ağırlığı 35 600 dalton'dur ve katalitik olarak aktif aspartil gruplarının yer aldığı iki aktif bölge ile ayrılmıştır (Foltmann, 1987; Fox ve McSweeney, 1997; Mohanty ve ark., 1999).

Buzağı renneti, kimoziinin üç izo-enzimini içermektedir. Çoğunlukla kimoziin A ve kimoziin B çok az miktarda da kimoziin C bulunmaktadır. Bunların spesifik

aktiviteleri sırasıyla 120, 100 ve 50 RU(rennet unit)/mg'dır. Kimozin A ve Kimozin B' nin optimum pH'ları sırasıyla 4.2 ve 3.7'dir (Fox ve McSweeney, 1997; Chitpinyol ve Crabbe, 1998).

Buzağı ve sığır rennetleri farklı oranlarda kimozen ve pepsin içermektedir. Buzağı renneti, toplam sütü pıhtılaştırma aktivitesinin % 55-95'ini buzağı kimozeninden, geriye kalanını ise sığır pepsininden sağlamalıdır. İyi kalitedeki bir buzağı rennetinde ise, sütü pıhtılaştırma aktivitesinin % 90'dan daha büyük oranının kimozen tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992; Fox ve McSweeney, 1997). Standart bir buzağı rennetinde süt pıhtılaştırma işleminin % 88-94 kimozen tarafından gerçekleştirilmesi istenmektedir. Yetmiş bir hayvandan elde edilen rennette ise % 90-94 pepsin ve % 6-10 kimozen bulunmaktadır (Tekinşen, 1997; Rogelj ve ark., 2001).

Pepsin bir asit proteinaz olup optimum pH'sı 2.0 civarındadır. İzoelektrik pH'sı 1.08'in altındadır. Molekül ağırlığı yaklaşık 34 000 dalton'dur. Bazı yönlerden pepsin, buzağı kimozenine benzemektedir. Peynir üretiminde pepsinin tek başına kullanımı sınırlıdır (Akın, 1996). Ticari olarak satılan buzağı renneti % 70 kimozen ve % 30 pepsin içermektedir. Pepsinin proteolitik aktivitesi yüksek olması nedeniyle peynirde acı tat ve kokuya neden olmaktadır (Irigoyen ve ark., 2001; Rogelj ve ark., 2001).

2.2.2. Rekombinant Kimozin

Mikrobiyal rennet ucuz olması nedeniyle, dünyanın yarısından daha fazlasında buzağı kimozeninin yerine kullanılmaktadır. Bilindiği gibi buzağı kimozenini, doğal peynirlerin karakteristik tat ve aroma oluşumunda çok etkilidir. Mikrobiyal rennetle yapılan peynirlerin tat ve aromasında problemler ortaya çıkması tekrar buzağı kimozeninin önemini ortaya çıkarmıştır. Normal şekilde buzağı kimozenini elde edilmesi pahalı olduğundan ucuz kimozen elde etme yolları araştırılmaya başlanmıştır (Mohanty ve ark., 1999). Genetik mühendisliğindeki son gelişmeler, rekombinant kimozen eldesini sağlamıştır. Rekombinant kimozen *Esherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces lactis*, *Aspergillus nidulans*, *A. niger* ve

Tricoderma reesei'ye prokimozin geninin klonlanması ve daha sonra fermantasyon yoluyla üretilmesiyle elde edilmektedir. Rekombinant kimozin, buzağı kimozinin bir veya daha fazla izoenzimlerini içeren enzim olup, enzimatik özellik olarak ayırt edilemeyecek kadar buzağı kimozinine benzemektedir (Guinee ve Wilkinson, 1992; Fox ve McSweeney, 1997; Kosikowski ve Mistry, 1997).

Green ve ark. (1985), *E. coli* kaynaklı rekombinant kimozin ve buzağı renneti kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Her iki enzimle üretilen peynirlerin peyniraltı suyuna geçen protein ve yağ oranları arasında farkın bulunmadığını belirlemişlerdir. Poliakrilamid jel elektroforez ve % 2.5 trikloroasetik asit (TCA)'de çözünür azot sonuçları gibi peynirlerde proteoliz düzeylerini gösteren özellikler ve duyuşal açıdan farklılık olmadığını bulmuşlardır.

Hicks ve ark. (1988), *E. Coli*'den gen teknolojisi ile elde edilen rekombinant kimozin ve buzağı renneti kullanarak ürettikleri Cheddar ve Colby peynirinde, peynirler arasında bir farklılık saptanamadığını ifade etmişlerdir.

Prokopek ve ark. (1988), *Kluyveromyces lactis*'den gen teknolojisi ile elde edilen rekombinant kimozin ve buzağı renneti ile kullanarak Edam ve Tilsit peynirleri üretmişler ve her iki enzimle yapılan peynirlere ait peyniraltı suyu bileşenlerinin ve peynir randımanın birbirine benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Bines ve ark. (1989), *Kluyveromyces lactis*'den gen teknolojisi ile elde edilen rekombinant kimozin ve buzağı renneti kullanarak Cheddar peyniri üretmişler ve 12 aylık depolama süresince peynirlerin kimyasal ve duyuşal özellikleri açısından peynirler arasında belirgin bir farklılığın olmadığını saptamışlardır. Olgunlaşma süresince protein parçalanmasının her iki peynirde hemen hemen aynı seviyede olduğunu, TCA (Triklor asetik asit) ve SSA (Sülfosalisilik asit)'de çözünen aminoasit miktarların ise birbirlerine göre çok az farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Morris ve Anderson (1991), *Kluyveromyces lactis*'ten gen teknolojisi ile elde edilen rekombinant kimozin ve buzağı renneti kullanarak ürettikleri Cheddar peynirlerinin randımanlarının, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin birbirlerine yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Bank (1992), gen teknolojisi ile elde edilen rekombinant kimozi ile buzağı renneti kullanarak ürettiği Cheddar peynirlerinin randıman, bileşim ve duyuşal

özelliklerini karşılaştırmıştır. Buzağı renneti yerine kullanılan rekombinant kimozinin randıman, bileşim ve duyuşal özellikler açısından bir olumsuzluğa neden olmadığını bildirmiştir.

Yun ve ark. (1993a,b), *Cryphonectria parasitica*, *Rhizomucor miehei* proteinaşları ve fermentasyon türevli rekombinant kimoşin kullanarak Mozzarella peyniri üretmişlerdir. Araştırmacılar, pıhtılaştırıcı enzimlerin, peynirlerin pH, nem, protein ve yağ içeriğini etkilememesine karşın, tuz, kurumaddede yağ, proteoliz düzeyleri ve erime özelliklerini etkilediğini bildirmişlerdir.

E. coli K12 türevli rekombinant kimoşin (chymax), *Rhizomucor miehei*'den elde edilen mikrobiyal rennet (fromase) ve buzağı renneti (hala) kullanılarak Edam, Camembert ve Kortowski peynirlerinin üretildiği bir çalışmada rekombinant kimoşin ve buzağı renneti kullanılarak üretilen peynirlerin protein parçalanmasının istatistiksel olarak önemli olmadığı vurgulanmıştır. Peynir randımanı, mikrobiyal rennet kullanılarak üretilen peynirlerde daha düşük bulunmuştur (Reps ve ark., 1997).

Kandarakis ve ark.(1999), *E. coli*'den elde edilen rekombinant kimoşin ile buzağı renneti kullanılarak ürettikleri Feta peynirlerinin pıhtı sertliği ve sineresis miktarlarının aynı seviyede olduğunu, peynirlerin duyuşal özelliklerinin ise olgunlaşma süresince farklılık göstermediğini belirlemişlerdir.

Abdel-Kader (2003), mikrobiyal rennet (suparen) ve rekombinant kimoşin (maxiren) kullanarak inek sütünden Domiati peyniri üretmiştir. Mikrobiyal rennetle yapılan peynirlerde protein hidrolizinin (su, % 50 etanol, % 12 TCA çözünen azot miktarları ile urea-PAGE ve RP-HPLC kromatogramlardan elde edilen sonuçlara göre) daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ayrıca her iki pıhtılaştırıcı enzimin de peynirlerde acılaşmaya neden olmadığını bildirmiştir.

Dave ve ark. (2003a,b), starter kültür olarak tek kültür (*Streptococcus thermophilus*) ve karışık kültür (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus helveticus*), pıhtılaştırıcı enzim olarak rekombinat kimoşin ve *Cryphonectria paracitica* proteazını kullanarak Mozzarella peyniri üretmişler ve peynirleri 4 °C'de 30 gün olgunlaştırmışlardır. Araştırmacılar, olgunlaşma süresince rekombinant

kimozinin α_1 -kazeini daha fazla hidrolize ettiğini, *Cryphonectria paracitica* proteazının ise β -kazeini daha fazla hidrolize ettiğini belirlemişlerdir.

Sheehan ve ark. (2004), rekombinant kimozin, *Rhizomucor miehei* ve *Rhizomucor pusillus* proteazları kullanarak ürettikleri yağı azaltılmış Mozzarella peynirinde farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının düşük yağlı Mozzarella peynirinin birincil proteoliz düzeylerini etkilediğini, en büyük etkiyi *Rhizomucor pusillus* proteazının yaptığını belirlemişlerdir.

Kim ve ark. (2004), rekombinant kimozin, *Cryphonectria parasitica* proteazı ve bunların kombinasyonlarını (rekombinant kimozin: *Cryphonectria parasitica* proteazı (100:0, 0:100, 67:33 ve 33:67) kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Araştırmacılar, pıhtılaştırıcı enzim çeşidinin peynirlerin proteoliz düzeylerini etkilediğini, yüksek proteolizin ve erimenin *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerde görüldüğünü belirlemişlerdir.

Çepoğlu (2005), ticari buzağı renneti, *A. niger* var. *awamori*'den elde edilen rekombinant kimozin ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanarak ürettiği Beyaz peynirleri 4 °C'de 60 gün olgunlaştırmıştır. Araştırmacı, farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının peynirlerin titrasyon asitliği, kurumadde, tuz, suda çözünen azot, olgunlaşma indeksi, protein olmayan azotlu madde, renk ve görünüş, kitle ve yapı, tat ve toplam puanlarını etkilediğini belirlemiştir.

2.2.3. Mikrobiyal Enzimler

Peynir üretiminde mikrobiyal pıhtılaştırıcı enzimlerin, hayvansal pıhtılaştırıcı enzimlerin yerine kullanımı uzun zamandan beri uygulanmaktadır. Diğer yandan, bu proteolitik enzimlerin kullanımı ilk yıllarda peynirlerde erime, acı tat gibi bir takım problemler oluşmasına neden olmuştur. Bununla ilgili çalışmalar devam etmiş ve 1960 yılının sonlarına doğru bu mikrobiyal enzimler peynir üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Akın, 1996). Değişik araştırmacılar tarafından *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *B. polymyxa*, *Cryphonectria parasitica*, *Rhizomucor miehei*, *R. pusillus*, *Fusarium moniliforme*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus versicolor* ve *Irpex lactis*'ide içine alan mikroorganizmaların proteinazları ekstrakte edilerek sütü

pıhtılaştırma özellikleri incelenmiştir (Guinee ve Wilkinson, 1992; Kosikowski ve Mistry, 1997). Bunlar içinde fungal kaynaklı *R. pusillus*, *R. Miehei*, *C. parasitica*, *Aspergillus oryzae* ve *Irpex lactis*'den elde edilen proteinazlar peynir üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mohanty ve ark., 1999).

Mikrobiyal enzimler, buzağı rennetinden daha yüksek oranda spesifik olmayan proteolitik aktiviteye sahiptirler. *Cryphonectria parasitica*'dan elde edilen proteaz ise en yüksek değere sahiptir (Üstunol ve Hicks, 1990).

Şehidi (1974), *C. parasitica*'dan elde edilen mikrobiyal enzim ve buzağı renneti kullanarak koyun ve inek sütünden Beyaz ve Kaşar peyniri üretmiştir. Elde edilen sonuçlara göre peynirlerin kimyasal nitelikleri yönünden önemli bir fark bulunmamıştır. Buna karşın duyuşal yönden mikrobiyal enzim kullanılarak üretilen peynirlerin kimoşin ile yapılan peynirlere göre duyuşal açıdan daha yüksek puan aldıkları saptanmıştır.

Dolezalek ve Studenousky (1978)'e göre, peynir yapımında kullanılan pıhtılaştırıcı enzimlerin, sütün kazein fraksiyonları üzerindeki etkisi farklıdır. Araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada buzağı şirdeninden elde edilen laktochym, *Rhizomucor miehei*'den elde edilen rennilaz ve *Bacillus subtilis*'ten elde edilen mikrozym enzimlerini kullanarak sütü pıhtılaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre; enzimlerin κ -kazein üzerindeki etkileri birbirlerinden farklı değildir, ancak laktochym enzimiyle bir miktar α_s -kazeinde görülen parçalanma rennilaz enzimi kullanıldığında biraz daha fazla olmaktadır. Mikrozym ise tüm kazein fraksiyonları üzerinde proteolitik etki göstermektedir.

Öztek (1981), *Rhizomucor miehei*'den elde edilen mikrobiyal enzim ve şirden mayası kullanarak ürettiği Beyaz ve Kaşar peynirlerinin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Mikrobiyal enzimin Beyaz ve Kaşar peynirin kurumadde, yağ, toplam protein, kül ve tuz miktarı üzerine etkisinin şirden mayasının etkisinden farklı olmadığını, tek farklılığın suda eriyen azot oranları ve olgunluk durumlarında ortaya çıktığını belirtmiştir.

Alichanidis ve ark. (1984), Feta peynirinde *Mucor pusillus* (noury), *Mucor miehei* (rennilase) ve *Cryphonectria parasitica* (ruparen) gibi rennet alternatifi küf kaynaklı proteazların kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. Kalitatif poliakrilamid

elektroforez sonuçlarına göre; peynirlerde olgunlaşma sürecinde özellikle Suparen ticari adı bilinen *Cryphonectria parasitica* enziminin ortamdaki β -kazeini diğerlerine göre daha fazla hidrolize ettiği saptanmıştır.

Dahhan ve ark. (1982), *Rhizomucor miehei* ve sığır pepsini:buzağı renneti karışımlarının yumuşak tip Beyaz peynir kalitesine ve peynir bileşimine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar, duyu analizi sonuçlarına göre sığır pepsini:buzağı renneti karışımlarının Beyaz peynirde başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Pıhtılaşma süresi üzerine pH'nın etkisini inceleyen Budtz (1989), sığır pepsini, buzağı renneti, *Cryphonectria parasitica*, *Rhizomucor pusillus* ve *Rhizomucor miehei* enzimlerini kullanarak sütü pıhtılaştırmış ve buzağı rennetine yakın pıhtılaşma zamanını *Rhizomucor miehei* enzimiyle elde etmiştir. Bu çalışmada ayrıca, *Rhizomucor miehei* enzimiyle peyniraltı suyuna geçen protein miktarının kimozinden daha fazla olduğu, fakat bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir.

Johnston ve ark. (1994), *Rhizomucor miehei* ve buzağı renneti kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Mikrobiyel enzim ve buzağı renneti ile üretilen peynirin duyu özellikleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığını saptamışlardır. Ancak, *Rhizomucor miehei* enziminin β -kazein üzerinde yüksek bir proteolitik etki gösterdiğini dolayısıyla da peynirlerin daha kısa sürede olgunlaştığını tespit etmişlerdir.

Bogenrief ve Olson (1995), *Cryphonectria parasitica* proteazı ve buzağı renneti kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Araştırmacılar, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerde β -kazein parçalanmasının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. α_1 -kazein hidrolizinin her iki peynirde de aynı düzeyde olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, peynirin erimesinin β -kazeinin hidrolizi ile ilgili olduğu, α_1 -kazeinin hidrolizinin etkisinin bulunmadığını vurgulamışlardır.

Eraz (1996), *Rhizomucor miehei*'den ve şirdenden elde edilen pıhtılaştırıcı enzimler yardımı ile üretilen Beyaz peynir telemelerinin kurumadde, yağ, titrasyon asitliği, pH, toplam azot ve protein olmayan azot değerleri açısından istatistiksel olarak farklı bulunmadığını bildirmiştir.

Saldamlı ve Kaytanlı (1998), fromase, maxiren, rennilase ve buzağı renneti kullanarak Beyaz peynir üretmişler ve olgunlaşmanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirlerin duysal, fiziksel, kimyasal ve teknolojik karakteristiklerini incelemişlerdir. Peynirlerde duysal özellikler açısından önemli farklılıklar bulunduğunu ve rekombinant kimozi ile üretilenlerin en az buzağı renneti kadar beğenildiğini belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada hayvansal (% 90 kimozi ve % 10 pepsin) ve mikrobiyal enzim (*Rhizomucor miehei* proeazi) kullanılarak ultrafiltrasyon ve geleneksel yöntemle salamura Beyaz peyniri üretilmiştir. 60 günlük olgunlaştırma süresince peynirlerin suda çözünen azot, protein olmayan azot ve tirozin miktarları küçük bir artış gösterirken, bu artış mikrobiyal enzimle üretilen peynirlerde daha fazla olmuştur. Duysal yönden ise hayvansal enzimle üretilen peynirler mikrobiyal enzimle üretilen peynirlere göre daha fazla beğenilmiştir (Yetişmeyen ve ark,1998).

Broome ve ark. (2006), farklı pıhtılaştırıcı enzim olarak rekombinant kimozi, *Cryphonectria parasitica* proteazi (thermolase) ve *Rhizomucor miehei* proteazları (fromase ve marzyme) kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Araştırmacılar, rekombinant kimozinin α_1 -kazeine karşı, *Cryphonectria parasitica* proteazının (thermolase) ise β -kazeine karşı daha proteolitik aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Peynir üretiminde Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Hayvancılık Şubesi'nden sağlanan çiğ inek sütleri kullanılmıştır. Peynir üretimleri Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Pıhtılaştırıcı Enzimler

Peynir üretiminde değişik firmalardan temin edilen, buzağı renneti (**Naturen**, % 100 doğal dana şirdeni (% 85 kimozi, % 15 pepsin, Peyma-Hansen, İstanbul, Türkiye), rekombinant kimozi (**Chy-max 15 T Plus**, % 100 kimozi, *Aspergillus niger* var. *awamori*'den gen teknolojisiyle elde edilmiş, Chr. Hansen A/S, Danimarka) ve mikrobiyal enzimler (**Fromase 220 TL**, *Rhizomucor miehei* proteazı, DMS Food-Specialties, Delft, Hollanda ve **Suparen 600**, *Cryphonectria parasitica* proteazı, DMS Food-Specialties, Selcin Cedex, Fransa) kullanılmıştır. Pıhtılaştırıcı enzimlerin miktarları Gönç (1984) tarafından bildirilen aşağıdaki formül yardımı ile saptanmıştır. Enzimler 1/20 oranında saf su ile sulandırıldıktan sonra peynir sütüne ilave edilmiştir.

$$\text{Enzim miktarı} = (A \times B) / (C \times 60)$$

A: 1 litre sütün pıhtılaşma süresi (sn)

B: Süt miktarı (kg)

C: Kazan sütünün pıhtılaşma süresini (dk) ifade etmektedir.

3.1.3. Starter Kültür

Denemelerde Rhodia Food firmasından temin edilen Ezal TM 081 (Rhodia Food, France) termofilik kültür kullanılmıştır. Kullanılan kültür, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerini içermektedir. UHT yağsız süt kullanılmıştır (Pınar Süt A.Ş., İzmir, Türkiye). Yağsız süt 85 °C'de 30 dakika ısıtılarak 36 °C'ye soğutulmuştur. 2 litre yağsız süte üretici firmanın önerdiği miktarda starter kültür inokule edilerek 36 °C'de süütün pH'sı 6.20 oluncaya kadar beklenmiştir. Starter kültür, peynir üretimine kadar +4 °C'deki buzdolabında bekletilmiştir.

3.1.4. Kalsiyum Klorür (CaCl₂)

Kalsiyum klorür Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından sağlanmıştır ve % 25'lik çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiden 20 g CaCl₂ / 100 kg süt hesabı ile peynir sütüne ilave edilmiştir.

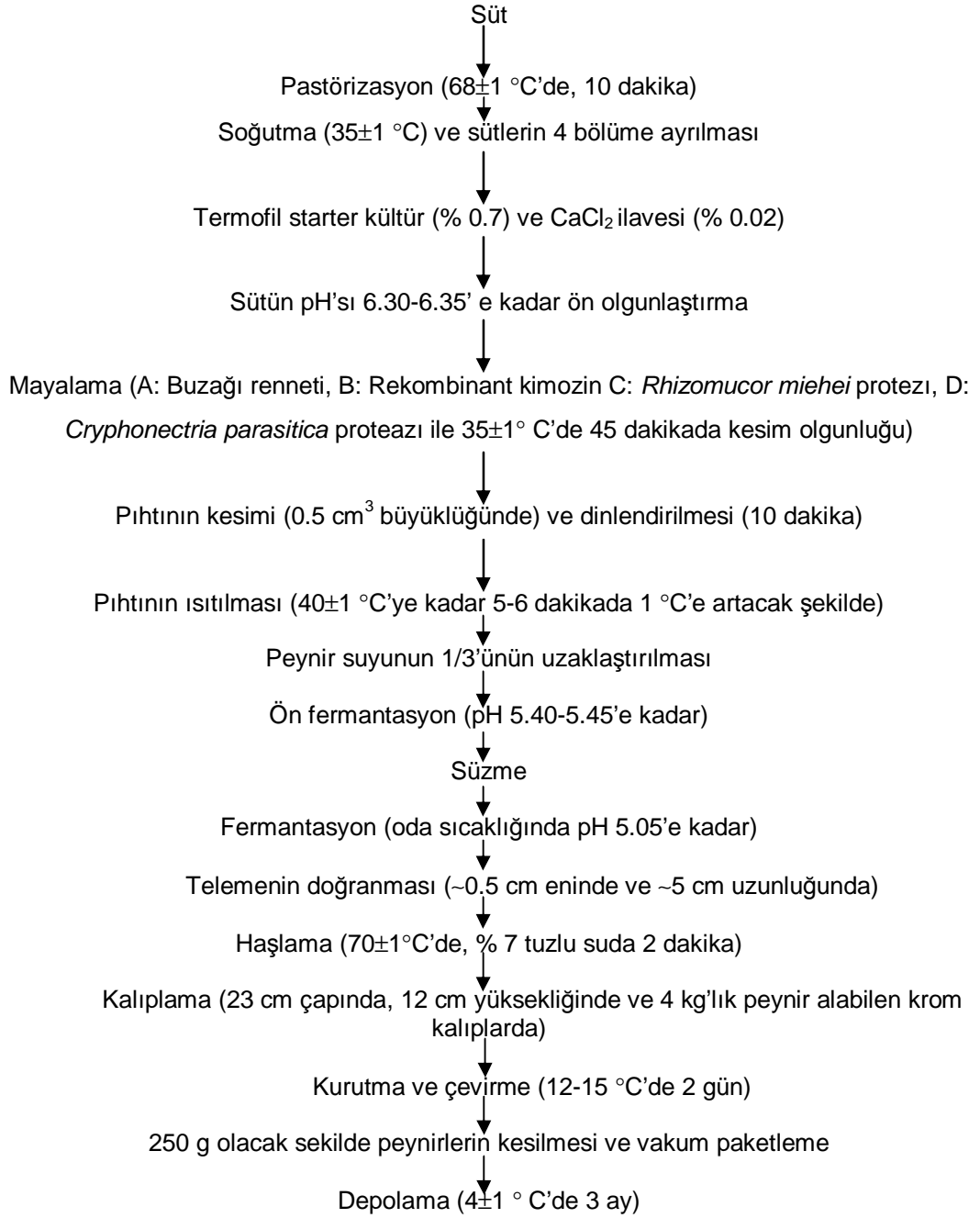
3.1.5. Tuz (NaCl)

Peynirlerinin üretiminde kullanılan kaya tuzu piyasada bulunan firmalardan temin edilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Kaşar Peyniri Üretimi

Peynir üretimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Peynir üretiminde izlenen işlem aşamaları Şekil 3.1'de verilmiştir. Çiğ inek sütüne gerekli ön kontroller (pH, titrasyon asitliği) yapıldıktan sonra 68±1 °C de 10 dakika süre ile ısıtılarak uygulanmıştır. Sütler 35±1 °C'ye soğutulmuş ve 4 bölüme ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Kaşar peyniri üretimi

Soğutulan sütlere % 0.7 termofil starter kültür ve % 0.02 CaCl₂ ilave edilmiştir. Sütün asitliği pH 6.30-6.35'e gelinceye kadar ön olgunlaştırma yapılmıştır. Ön olgunlaştırılması yapılan sütler 45 dakikada pıhtı oluşturacak şekilde farklı kaynaklı enzimlerle pıhtılaştırılmıştır. Peynir üretiminde buzağı rennetinden (A)=6.45±1.20 ml, rekombinant kimozen (B)=6.33±1.33 ml, *Rhizomucor miehei* proteazından C)=4.27±0.32 ml ve *Cryphonectria parasitica* proteazından (D)=2.5±0.25 ml enzim kullanılmıştır. Elde edilen pıhtı 0.5 cm³ büyüklüğünde kesilmiş ve 10 dakika dinlendirilmiştir. Pıhtı 40±1 °C'ye kadar 5-6 dakikada 1 °C artacak şekilde ısıtılmıştır. Isıtma işleminden sonra, peynir altı suyunun 1/3'ü uzaklaştırılarak, pH 5.40-5.45'e gelinceye kadar ön fermentasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra teleme cendere bezinde süzülüş ve pH'sı 5.05'e gelinceye kadar oda sıcaklığında fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyonu sona eren teleme yaklaşık 0.5 cm eninde ve 5 cm boyunda kesilerek, 70±1 °C sıcaklıkta % 7 tuz içeren su içerisinde 2 dakika süre ile haşlanmıştır. Haşlanan teleme yoğrularak pürüzsüz bir yapı elde edilmiş ve 23 cm çapında 12 cm yüksekliğinde kalıplara yerleştirilmiştir. Elde edilen peynirler 12-15 °C de 2 gün kurutulmuş ve bu sürenin sonunda 250 g ağırlığında ve üçgen şeklinde kesilerek vakum paketlenmiştir. Elde edilen Kaşar peynirleri 4±1 °C'de 3 ay depolanmıştır. Çalışma üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Çiğ süt, Haşlama Suyu ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler ve Peynir Randımanı

3.2.2.1. pH Değeri

Süt, haşlama suyu ve peyniraltı sularında pH değerleri inolab WTW (Weilheim, Almanya) dijital pH metre ile saptanmıştır.

3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri

Çiğ süt, haşlama suyu ve peyniraltı suyunda asitlik tayini alkali titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anon, 1994; Anon., 2000).

3.2.2.3. Kurumadde Oranı

Çiğ sütte, haşlama suyu ve peyniraltı suyunda kurumadde, 3-5 g örneğin 105±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Anon, 1994; Anon., 2000).

3.2.2.4. Yağ ve Yağsız Kurumadde Oranları

Yağ oranları 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresi ile Gerber yöntemine göre % olarak belirlenmiştir. Santrifüj olarak termostatlı Gerber santrifüjü kullanılmıştır (Yöney, 1973; Anon., 2000). Yağsız kurumadde ise, % kurumadde oranından % yağ oranının çıkarılması ile hesaplanmıştır.

3.2.2.5. Protein Oranı

Protein oranları, yağ yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro-Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması yardımı ile bulunmuştur. Protein oranları, bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (IDF, 1993).

3.2.2.6. Peynir Randımanı

Sütün, peynirin ve peyniraltı suyunun bileşimleri dikkate alınarak Yetişmeyen (1995) tarafından bildirilen yöntemine göre hesaplanmıştır. Sonuçlar, 100 kg süttten

elde edilen kg peynir olarak randıman ve elde edilen peynirlerin kurumadde oranlarının % 55 olduğu durumundaki randıman olarak iki türlü ifade edilmiştir.

3.2.3. Peynir Analizleri

Peynirlerin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal analizleri depolamanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde aşığıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Her bir analizde en az iki paralel olacak şekilde çalışılmıştır.

3.2.3.1. pH Değeri

10 g rendelenmiş peynir ile 10 ml saf su karıştırılarak Ultra Turrax blenderde (Janke & Kunkel KG, IKA, Werk, Almanya) homojenize edilmiştir. Hazırlanan karışımın pH'sı inolab WTW dijital pH metre ile ölçülmüştür (Hannon ve ark., 2003).

3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Değeri

10 g peynir örneği havanda ezilip üzerine 10 ml saf su ilave edilerek Ultra Turrax blenderde (Janke & Kunkel KG, IKA, Werk, Almanya) homojenize edilmiştir. Elde edilen homojen karışımın asitliği, ayarlı 0.1 N NaOH ile titre edilerek sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anon., 1995).

3.2.3.3. Kurumadde Oranı

Peynir örneklerinde kurumadde oranları, 3-5 g örneğin 105±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir (IDF,1982).

3.2.3.4. Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranı

Peynirlerin yağ oranları, 0-40 taksimatlı özel peynir bütirometreleri ile Gerber yöntemine göre yapılmıştır. Kurumaddede yağ;

$$\% \text{ kurumaddede yağ} = \% \text{ yağ} \times 100 / \% \text{ kurumadde}$$
 formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (Kotterer ve Münch, 1978).

3.2.3.5. Protein ve Kurumaddede Protein Oranları

Protein oranları, yağ yakmaya tabi tutulan örneklerin Mikro-Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (IDF, 1993). Kurumaddede protein oranları ise;

$$\% \text{ kurumaddede protein} = \% \text{ protein} \times 100 / \% \text{ kurumadde}$$
 formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.6. Tuz ve Kurumaddede Tuz Oranları

Tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre, hazırlanan örneğin ayarlı 0.1 N AgNO₃ ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bradley ve ark., 1993). Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Kurumaddede tuz oranı ise;

$$\% \text{ kurumaddede tuz} = \% \text{ tuz} \times 100 / \% \text{ kurumadde}$$
 formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.7. Pıhtı Sıklığı Değeri

Peynirlerin pıhtı sıklığı 95.5 g ağırlığındaki konik başlığın peynir kitlesine 5 saniye süre ile batma derinliği ölçülerek bulunmuştur. Bu amaçla SUR BERLIN

PNR 6 marka penetrometreden yararlanılmıştır. Sonuçlar, okuma değerleri $\times 1/10$ mm olarak belirtilmiştir (Güven ve Konar, 1996).

3.2.3.8. Toplam Serbest Yağ Asitleri

Peynirlerde yağ ekstraksiyonu Nunez ve ark., (1986) ve Öztürk (1993) tarafından belirtilen şekilde bazı küçük modifikasyonlarla yapılmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden ifade edilmiştir. Bu amaçla; küçük parçalar halinde rendelenmiş peynir örneğinden 10 g tartılmış ve üzerine 6 g susuz NaSO₄ (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilmiştir. Bir havan içerisinde peynir ile NaSO₄ iyice karıştırılarak ezilmiştir. Daha sonra karışım şilifli-kapaklı erlene alınmış ve 60 ml dietileter (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilerek 1 saat bekletilmiştir. Bu süre içerisinde karışım her 15 dakikada 1 dk süre ile karıştırılmıştır. Sıvı kısım filtreden (S&S, 589, beyaz bant) geçirilmiş ve katı kısımdaki muhtemel yağ kalıntıları her defasında 20 ml di etileter ilave edilerek 3 kez çözündürülmüş ve şilifli-kapaklı erlende toplanmıştır. Erlende toplanan dietileter-yağ karışımından, dietileter 50 °C de bir rotari evaporator (Buchi Rotavapor-RE, CH-9230 Flawil, İsveç) yardımı ile vakum altında uzaklaştırılmıştır. Yağ içerisindeki dietileter tamamen uçurulduktan sonra balon içerisindeki yağ bir erlene tartılmış ve 10 ml di etileter:etil alkol karışımı (1:1) ilave edilerek 0.05 N etil alkolde hazırlanmış KOH ile % 1 lik fenolftalein ile titre edilmiştir. Şahit deneme yapıldıktan sonra, aşağıdaki formül yardımı ile serbest yağ asitleri hesaplanmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden ifade edilmiştir.

$$[\text{ml KOH } (V_1 - V_0) \times 282 \times F \times 0.5]$$

$$\% \text{ Oleik asit (g/100 g yağ) } = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

$$\text{Örnek (g) } \times 100$$

V_1 : Örnek için harcanan KOH, ml

V_0 : Şahit denemede harcanan KOH, ml

282 : Oleik asitin molekül ağırlığı, g/mol

F : 0.05 N KOH çözeltisinin faktörü

3.2.3.9. Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı

Kuchroo ve Fox (1982)'de belirtilen yöntemle göre suda çözünen azotlu maddelerin ayrılması sağlanmıştır. Bu amaçla, 10 g peynir örneği 40 ml su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender (Janke & Kunkel KG, IKA, Werk, Almanya) kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40 °C'deki su banyosunda tutulmuş ve ardından 3000 × g'de ve +4 °C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım Whatman No.42 beyaz bant filtre kağıdından süzülmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 1993) SÇA içeriği saptanmıştır. Kalan süzüntü diğer analizlerde kullanılmıştır.

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

V₁: Örnek için harcanan HCl, ml

V₀: Kör denemede harcanan HCl, ml

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı, g

3.2.3.10. % 12'lik Trikloroasetik Asitte Çözünen Azot (TCA-N) Oranı

SÇA'de hazırlanan ekstraktan 25 ml alınarak eşit hacimde % 24'lük TCA çözeltisinden karıştırılmış (son TCA konsantrasyonu % 12 olacak şekilde) oda sıcaklığında 30 dakika beklendikten sonra, karışım Whatman No. 42 beyaz bant filtre kağıdından süzülmüş ve filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile

(IDF, 1993) TCA'de çözünen kısmın azot içeriği saptanmıştır (Polychroniadou ve ark., 1999).

$$\% 12 \text{ TCA'de çözünen azot (w/w)} = \frac{[1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F]}{m}$$

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

3.2.3.11. % 5 Fosfotungstik Asitte (PTA) Çözünen Azot Oranı

Jarrett ve ark. (1982)'de belirtilen yöntemle göre, suda çözünen azotta hazırlanan ekstraktan 5 ml alınmış ve üzerine 3.5 ml 3.95 M H₂SO₄ çözeltisi ile 1.5 ml % 33.3'lük PTA çözeltisinden ilave edilmiştir. Karışım +4 °C'de 1 gece bekletildikten sonra Whatman No. 42 filtre kağıdından süzülmüştür. Elde edilen süzütünün azot içeriği mikro-Kjeldal metodu ile (IDF, 1993) saptanmıştır.

$$\% 5 \text{ PTA'da çözünen azot (w/w)} = \frac{[1.4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F]}{m}$$

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

3.2.3.12. Kazein Azotu Oranı

Toplam azot oranından SÇA değerinin çıkarılması ile hesaplanmış ve sonuçlar % azot üzerinden ifade edilmiştir (Argumosa ve ark., 1992).

3.2.3.13. Proteoz-Pepton Azotu (PP-N) Oranı

SÇA değerinden ve TCA-N değerinden çıkarılması ile saptanmış ve sonuçlar % azot üzerinden ifade edilmiştir (Argumosa ve ark., 1992).

3.2.3.14. Olgunlaşma Oranı (SÇA'e göre)

SÇA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Uraz ve Şimşek, 1998).

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

3.2.3.15. Olgunlaşma Oranı (TCA'e göre)

TCA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Hayaloğlu,, 2003).

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

3.2.3.16. Toplam Serbest Aminoasit Tayini

Doi ve ark. (1981) tarafından belirtilen metodun, Folkertsma ve Fox (1992) tarafından uygulandığı şekliyle yapılmıştır. Cd-ninhydrin reaktifi ile hazırlanan örneğin 507 nm'deki absorbanı ile belirlenmiştir.

Reaktifler:

Cadmium Ninhydrin reaktifi: 0.8 g ninhydrin, 80 ml ethanol ve 10 ml asetik asit karışımında çözüldürülmüş ve elde edilen karışıma 1 ml suda çözüldürülmüş $CdCl_2$ ilave edilmiştir.

Yöntem: Suda çözünen azot tayininde elde edilen sulu ekstraktan 10-100 ml (beklenen serbest aminoasit miktarına göre) alınmış ve 1 ml suda çözüldürülüp üzerine 2 ml Cd-ninhydrin reaktifi eklenmiştir. Karışım $84\text{ }^{\circ}C$ 'ye ısıtılıp 5 dakika tutulduktan sonra soğutulmuş ve 507 nm 'deki absorbanı ölçülmüştür.

3.2.3.17. Biyokimyasal Analizler

Biyokimyasal analizler, kazein fraksiyonları ile α_{s1} - ve β -kazeinin hidroliz durumunu saptamak amacıyla urea-PAGE ile yapılmıştır. Olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde urea-PAGE kullanılarak kazein fraksiyonları belirlenmiştir. Bu amaçla, örnekler aşağıda açıklandığı şekilde analizlere hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır.

a) Stok Çözeltilerin Hazırlanması

Akrilamid çözeltisi:

Saf suda % 40 (w/v) konsantrasyonunda hazır olarak (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır.

Yoğunlaştırıcı jel tamponu:

4.15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 150 g üre, 2.2 ml konsantre HCl saf suda çözülmüş ve 500 ml'ye tamamlanmıştır. Çözeltinin pH sı HCl ile 8.9'a ayarlanmıştır.

Ayrırcı jel tamponu:

32.15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 192.85 g üre, 2.86 ml konsantre HCl ile 8.9'a ayarlanmıştır.

Elektrot tamponu:

15 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 73 g glycine saf suda çözülmüş ve 5 l'ye tamamlanmıştır.

Örnek tamponu:

0.75 g tris (hydroxymethyl) aminomethane, 49 g üre, 0.4 ml konsantre HCl, 0.7 ml 2-mercaptoethanol, 0.15 g bromophenol blue saf suda çözülmüş ve 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Amonyum persulfat:

Saf suda % 10 (w/v) konsantrasyonunda hazırlanmış ve 1'er ml eppendorf tüplerine konulmuştur ve daha sonra kullanılmak üzere -20 °C'nin altında dondurulmuştur.

Boyama çözeltisi:

Coomassie Brilliant Blue G250 % 0.2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış ve eşit hacimde 1 M H₂SO₄ ile karıştırıldıktan sonra bir gece bekletilmiştir. Ardından çözelti Whatman No. 1 filtre kağıdından süzölmüş ve 9:1 oranında 10 M KOH ile karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltiye % 12 oranında trikloroasetik asit ilave edilmiştir.

b) Jel çözeltilerinin hazırlanması*Yoğunlaştırıcı jel çözeltisi:*

5 ml akrilamid çözeltisi, 45 ml stacking jel tamponu, 0.1 g N,N,N',N'-methylene bisacrylamide karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 25 µl N,N,N',N'-tetramethylethylene diamine (TEMED) ilave edilmiştir.

Ayırıcı jel çözeltisi:

22.5 ml akrilamid çözeltisi, 52.5 ml separating jel tamponu 0.375 g N,N,N',N'-methylene bisacrylamide karıştırılmış ve Whatman No. 113 filtre kağıdından geçirilmiştir. Elde edilen filtrata, 37.5 µl N,N,N',N'-tetramethylethylene diamine (TEMED) ilave edilmiştir.

c) Örneğin Hazırlanması

Peynir örneklerinden 10 mg alınarak 1 ml örnek tamponunda çözülmüş ve 55 °C'de 10 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra ultrasonik banyoda 10 dakika bekletilmiştir ve ardından 1 dakika süre ile karıştırdıktan sonra, 4 mikro litre alınarak jellere enjekte edilmiştir.

d) Elektroforezin Uygulanması

Elektroforez ünitesi, üretici firmanın (ATTO, Japonya) önerdiği biçimde kurulmuştur. Elektroforeze başlamadan hemen önce başlangıç polimerizasyonunu sağlamak için, ayırıcı çözeltisine 282 µl amonyum persulfat ilave edilmiştir. Yoğunlaştırıcı jel çözeltisi, her iki jel ünitesine dökülmüş ve jel seviyesi, jel taracları yerleştirildiğinde taracların uç kısmından yaklaşık 1 cm aşağıda olacak şekilde ayarlanmıştır. Jelin üzerine saf su ilave edilmiş ve jel tamamıyla polimerize oluncaya kadar beklenilmiştir (~30 dk). Daha sonra üst kısımdaki su dikkatli bir şekilde dökülmüştür. Yoğunlaştırıcı jel çözeltisine 300 µl amonyum persulfat ilave edildikten sonra jel ünitesine dökülmüş ve taraclar uygun pozisyonda yerleştirilmiştir. Çözelti polimerize olması için yeterli süre beklenilmiştir. (polimerizasyon görülünceye kadar, yaklaşık 30 dk). Polimerizasyondan sonra, taraclar çıkarılmış ve jeller içinde yeterli miktarda elektrot tamponu bulunan jel ünitesine yerleştirilmiştir. Elektroforez sistemi soğuk su ile sirküle edilerek soğutulmuştur. Jellere 30 dk süre ile 280 V elektrik akımı uygulandıktan sonra, Na-kazeinat (standart) ve peynir örnekleri özel şırınga ile jel kuyucuklarına enjekte edilmiştir. Örnekler, önce stajking jel tamponu boyunca 280 V'da, separating jel tamponu boyunca 300 V'da yürütülmüştür. Örneklerin jelde yürütülmesi, boya izinin jel ünitesinin dip kısmına gelinceye kadar devam etmiştir.

e) Jelin Boyanması

Elde edilen jeller, Blakesley ve Boezi (1977)'nin önerilerine göre hazırlanan jel boyama çözeltisine daldırılmış ve burada bir gece bekletilmiştir. Bu sürede jelde bulunan proteinlerin yoğunluklarına göre boya ile kompleks oluşturmaları sağlanmıştır. Ardından, jeller saf suya daldırılarak bant dışında kalan kısımlardaki boyanın giderilmesi sağlanmıştır.

f) Kantitatif Belirleme

Boya giderildikten sonra elde edilen jeller bir Scanner (HELENA LAB CLINISCAN 2) kullanılarak taranmıştır. Elektroforetik bantların yoğunluğu % olarak belirlenmiştir. Kazein fraksiyonları ile bunların ilgili fragmentleri, standart olarak kullanılan Na-kazeinat ve McSweeney ve ark., (1994)' te belirtildiği şekilde bantların yeri saptanmış ve bu bantlar dansitometrik integrasyonlar kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir.

3.2.3.18. Eriyebilirlik Testi

Rendelenmiş 10 g peynir örneği 30 x 250 mm boyuttaki alt kısmı 25 mm işaretlenmiş olan cam tüpe yerleştirilmiştir. Peynir yüzeyi düz olacak şekilde işaretli kısma kadar iyice sıkıştırılmıştır. Tüplerin ağızları alüminyum folyo ile düzgün bir şekilde kapatılmış ve küçük 3-4 delik açılmıştır. 30 dakika dik bir şekilde buzdolabında bekletilerek 4 °C'ye kadar soğutulmuştur. Daha sonra 105 °C'lik etüvde yatay bir şekilde yerleştirilmiştir ve 60 dakika bekletilmiştir. Etüvden çıkarıldıktan sonra düz bir zeminde 30 dakika soğuması beklenmiştir. Peynirin akma mesafesi ölçülmüş ve sonuçlar mm olarak verilmiştir (Poduval ve Mistry, 1999).

3.2.3.19. Tekstür Profil Analizleri (TPA)

Tekstür profil analizleri olgunlaşmanın 1., 45 ve 90. günlerinde yapılmıştır. Peynirler 22 ± 0.5 mm çapında ve 20 ± 0.5 mm boyunda silindir şeklinde kesilmiştir. Daha sonra silindir şeklindeki peynirler plastik film ile kaplanarak oda sıcaklığına bırakılmış ve peynirlerin sıcaklıkları 20 ± 2 °C'ye ulaşması sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri TA.XT2; Texture Analyzer (Tektüre Technologies Corp., Scarsdale, NY/ Stable Microsystems, Godalming, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları: P/2 alüminyum silindir prob (25 mm çapında); test hızı 1 mm/s; ilk test hızı 5 mm/s; son test hızı 1 mm/s; baskılama % 2 5; tutma zamanı, 5 s'dir. Elde edilen veriler Texture Expert Exceed Version 2V3 (Stable Micro Systems, 1998) kullanılarak hesaplanmıştır (Kahyaoğlu, 2002; Kahyaoğlu ve Kaya, 2003).

3.2.3.20. Duyusal Analizler

Kaşar peynirlerin duysal analizleri, eğitilmiş 7 panelist tarafından puanlama yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Öncelikle eğitilen panelistlerle peynirlerin duysal kalite kriterlerine uyan puanlar belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Peynir örnekleri buzdolabından çıkarıldıktan sonra, 15-20 g'lık porsiyonlar halinde ekmek ve su ile panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden; peynirleri görünüş, doku, lezzet ve tüm izlenim kalite karakteristikleri açısından değerlendirmeleri ve peynirlerde puan düşmesine neden olan kusur veya kusurları (Çizelge 3.2) işaretlemeleri istenmiştir (Koca, 2002).

3.2.3.21. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler "Tesadüf Parselleri Deneme Planı" na göre yapılmıştır ve SPSS 10.0 paket programı kullanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özellikler açısından, örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış ve varyans analizinde önemli olan farklılıklar Duncan testine tabi

tutulmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarının istatistiksel analizinde ise Nonparametrik testlerden Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995).

Çizelge 3.1. Kaşar Peynirinin Kalite Kriterleri ve Puanla Değerlendirilmesi

Görünüş	
• Düzgün ve pürüzsüz görünümde Lekesiz, parlak saman sarısı renginde; homojen renk dağılımı	5
• Düzgün ve hafif pürüzlü görünümde Lekesiz; hafif mat sarı; sarılıkta hafif artma ya da azalma homojen renk dağılımı	4
• Düzgün olmayan, pürüzlü görünümde; az sayıda lekeli, hafif gözenek ve çatlak içeren; sarılıkta artma ya da azalma; homojen olmayan renk dağılımı	3
• Düzgün olmayan ve pürüzlü görünümde; lekeli, çok sayıda gözenek ve çatlak içeren; açık kahverengi renk; değişik renk oluşumları	2
• Düzgün olmayan, çok pürüzlü görünümde; çok lekeli, aşırı derecede gözenek veya çatlak içeren; kahverengi renk; kabul edilemeyecek renk oluşumları (yeşil, kırmızı vb.)	1
Doku	
• Taze kaşar peynirine özgü sertlikte olan Ağızda sığışmayan; kırılman olmayan, hafif elastik	5
• Kabul edilebilir sertlikte, ağızda sığışmayan Kırılman olmayan, hafif elastik, hafif sert, hafif yumuşak	4
• Sert veya yumuşak Ağızda hafif sığışan; hafif kırılman veya elastik	3
• Belirgin sert veya yumuşak; ağızda sığışan Belirgin derecede lastiğimsi; kırılman	2
• Ekmeğe sürülebilecek kadar yumuşak ya da bıçakla güçlük kesilebilecek derecede sert olan; ağızda aşırı sığışan; aşırı kırılman veya lastiğimsi	1
Lezzet	
• Kendine özgü tipik taze kaşar peyniri lezzetinde ve tuzlulukta	5
• Kendine özgü lezzette fakat hafif tuzlu, hafif yavan, hafif ekşi	4
• Tuzlu; ekşi veya hafif okside lezzet; yavan	3
• Belirgin ekşimsi ya da acımsı ya da okside lezzet ya da yabancı lezzet belirgin yavan veya aşırı tuzlu	2
• Aşırı derecede ekşimsi veya yavan veya yabancı lezzet Aşırı okside lezzet; kabul edilemez tuzluluk	1
Tüm İzlenim	
• Çok beğendim (çok iyi)	5
• Beğendim (iyi)	4
• Ne beğendim ne beğenmedim (orta)	3
• Beğendim (kötü)	2
• Hiç beğenmedim (çok kötü)	1

Çizelge 3.2. Taze Kaşar Peyniri Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Formu

Peynir Kodu				
Kalite karakteristiği*	1	2	3	4
Görünüş				
Pürüzlü				
Lekeli				
Homojen olmayan renk				
Mat				
Sarılıkta artma				
Sarılıkta azalma				
Gözenekli				
Çatlak				
Doku				
Sert				
Yumuşak				
Ağızda sığışma				
Kırılgan				
Elastik				
Lezzet				
Tuzlu				
Yavan				
Ekşi				
Acı				
Okside				
Yabancı				
Tüm izlenim				

* Her bir kalite karakteristiği 1-5 puan arasında değerlendirilmiştir

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün, elde edilen peyniraltı ve haşlama sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretilen peynirlerin randımanları, farklı pıhtılaştırıcı enzimlerle yapılan Kaşar peynirlerinin 90 günlük olgunlaşma sürecinde meydana gelen fiziksel, biyokimyasal, kimyasal ve duyuşsal özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin ve olgunlaşma süresinin peynirlerin özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve bu konudaki yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Çiğ Sütün Bileşimi

Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşimi Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi sütün ortalama pH değeri 6.63, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden % 0.15 olarak belirlenmiştir. Üretimde kullanılan sütün ortalama kurumadde oranı % 11.36, yağ oranı % 3.05, yağsız kurumadde oranı % 8.31, protein oranı % 3.19 ve protein/yag oranı 1.05 olarak bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğı'ne göre; çiğ inek sütünde titrasyon asitliğinin % 0.135 ile % 0.20 arasında, toplam protein oranının en az % 2.8 ve yağsız kurumadde oranının ise en az % 8.5 olması gerektiğı bildirilmiştir (Anon., 2000). Bu değerlerin karşılaştırılması yapıldığında, üretimde kullanılan sütlerin yağsız kurumadde oranının düşük olduğı görülmüştür. Bu durumun, peynir üretiminin kullanılan sütlerinin kurumadde oranının düşük olduğı ilkbahar aylarında yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünölmüştür.

Çizelge 4.1. Çiğ Sütün Bileşimi (n=3)

Özellikler	Çiğ Süt
pH	6.63±0.021
Titrasyon asitliği (% laktik asit)	0.15±0.013
Kurumadde (%)	11.36±0.195
Yağ (%)	3.05±0.254
Yağsız Kurumadde (%)	8.31±0.052
Protein (%)	3.19±0.113
Protein/Yağ Oranı	1.05±0.094

4.2. Kaşar Peynirlerinin Peyniraltı Sularının Bileşimi

Kaşar peyniri üretiminden elde edilen peyniraltı sularının bileşimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’den de görülebileceği gibi peyniraltı sularının pH değerleri 4.70 ile 4.91 arasında değişiklik göstermiştir. Peyniraltı sularının pH değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimleri (n=3)

Özellikler	Peyniraltı Suları			
	A	B	C	D
pH	4.77±0.210a	4.70±0.143a	4.73±0.197a	4.91±0.065a
Titrasyon Asitliği (% l.a.)	0.34±0.026a	0.34±0.017a	0.35±0.036a	0.31±0.010a
Kurumadde (%)	6.93±0.330a	7.03±0.210a	7.05±0.211a	7.18±0.065a
Yağ (%)	0.85±0.050a	0.87±0.023a	0.88±0.058a	0.93±0.091a
Protein (%)	0.96±0.025b	0.95±0.025b	0.97±0.046b	1.04±0.030a

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

l. a.= laktik asit

Eraz (1996), *Rhizomucor miehei* protezı ve rekombinant kimozi ile pihtılaştırılan telemelerin ve bu telemelere ait peyniraltı sularının pH değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmiştir.

Balcı (1994) *Kluyveromyces lactis*’den elde edilen rekombinant kimozi (Maxiren) ve buzağı renneti kullanarak ürettikleri Kaşar peynirlerinden elde edilen peyniraltı sularının pH değerlerinin birbirlerine yakın değerler aldığını bildirmiştir.

Peyniraltı sularının titrasyon asitliği değerleri birbirlerine yakın bulunmuştur ($p>0.05$). Pihtılaştırıcı enzimin peyniraltı sularının asitlik değerlerini etkilemediği bu konuda çalışan farklı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Yun ve ark., 1993a; Balcı, 1994).

Peyniraltı sularının kurumadde oranları % 6.93 ile % 7.18 arasında değişmiştir. Kurumadde oranı, buzağı renneti ile üretilen peyniraltı suyunda en düşük değeri (% 6.93) alırken, en yüksek değer (% 7.18) *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirin peyniraltı suyunda bulunmuştur. Peyniraltı sularının kurumadde oranları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Peyniraltı sularının yağ oranları % 0.85 ile % 0.93 arasında bulunmuştur. İki farklı mikrobiyal enzimle üretilen peynirlerin peyniraltı suyunun yağ oranları buzağı renneti ve rekombinat kimozenle üretilenlere göre daha yüksektir. Peyniraltı sularının yağ oranları arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Öztekin (1983), Kaşar peyniri ile yaptığı çalışmada, peyniraltı suyuna geçen yağ oranının % 0.5 ile % 1.5 arasında değiştiğini belirlemiştir.

A, B ve C peyniraltı sularının protein oranları birbirlerine yakın değerler almış, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile yapılan D peynirinin peyniraltı suyundaki protein oranı daha yüksek bulunmuştur. D peyniraltı suyu ile diğerleri arasındaki bu farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Peyniraltı suyuna geçen protein miktarı, peynirlerde randıman kayıplarına neden olduğu ileri sürülmektedir.

Cryphonectria parasitica proteazı üzerinde yapılan çalışmalarda, bu enzimin kimozenine göre yüksek proteolitik aktivite gösterdiği ve sütün temel proteini olan kazein üzerinde yüksek parçalanma gerçekleştirdiği belirtilmiştir (Yun ve ark., 1993a; Bogenrief ve Olson, 1995; Kim ve ark., 2004).

Rhizomucor miehei proteazını Kim ve Kim (1986) Cheddar peynirinde, Al-Tikreeti ve ark. (1988) ve Al-Badran ve ark. (1987) ise Beyaz peynirde denemişlerdir. Araştırmacılar, her iki peynir çeşidinde de mikrobiyal enzimin kullanıldığı peynirlerde peyniraltı suyuna geçen yağ ve protein oranının buzağı rennetinin kullanıldığı örneklere göre daha fazla olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, bu durumun, peyniraltı suyuna geçen kurumaddenin artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.3. Kaşar Peynirlerinin Haşlama Sularının Bileşimi

Haşlama sularının bileşimleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3’den görülebileceği gibi haşlama sularının pH değerleri 6.49 ile 6.72 arasında değişiklik göstermiştir. pH değerleri, A haşlama suyunda en düşük değeri alırken, en yüksek değeri C haşlama suyu almıştır. Haşlama sularının pH değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Haşlama Sularının Bileşimleri (n=3)

Özellikler	Haşlama Suları			
	A	B	C	D
pH	6.49±0.231a	6.61±0.120a	6.72±0.070a	6.67±0.115a
Titrasyon Asitliği (% l.a.)	0.12±0.100a	0.14±0.200a	0.13±0.110a	0.13±0.202a
Kurumadde (%)	7.13±0.519a	7.04±0.611a	7.09±0.513a	7.16±0.491a
Yağ (%)	0.13±0.058a	0.13±0.058a	0.15±0.100a	0.17±0.057a
Protein (%)	0.18±0.035a	0.18±0.066a	0.18±0.050a	0.22±0.074a

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

l. a.= laktik asit

Haşlama sularının titrasyon asitliği laktik asit cinsinden % 0.12 ile % 0.14 arasında değişmiştir. Haşlama sularının titrasyon asitliği değerlerindeki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Haşlama sularının kurumadde oranları % 7.04 ile % 7.16 arasında değişen birbirlerine yakın değerler almışlardır ($p<0.05$). İlave edilen tuz, haşlama sularının kurumadesinin büyük kısmını oluşturmaktadır.

Haşlama suyu örneklerinde en düşük yağ oranı % 0.13, en yüksek yağ oranı ise % 0.17 olarak belirlenmiştir. Haşlama sularının yağ oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

A, B ve C haşlama sularının protein oranları birbirlerine yakın değerler almış, D örneğininin haşlama suyundaki protein oranı daha yüksek bulunmuştur. Haşlama sularının protein oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı belirtilmiştir ($p>0.05$).

4.4. Kaşar Peynirlerinin Randıman Değerleri

Peynirlerin randıman değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'den de görüleceği gibi Kaşar peynirlerin randıman değerleri % 9.26 ile % 9.60 arasında ve % 55 kurumaddeye göre randımanları ise % 8.71 ile % 9.12 değişmiştir. *Cryphonectria parasitica* proeazı ile yapılan peynirlerin randıman değerleri diğer pıhtılaştırıcı enzimlerle yapılanlara göre daha düşük bulunmuştur. D peynirinin randıman değerleri ile diğerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Mikrobiyal enzimler buzağı rennetine göre daha yüksek proteolitik aktiviteye sahip olup, *Cryphonectria parasitica* proeazı en yüksek aktiviteye sahiptir. Proteolitik aktivite, süt pıhtılaşırken proteinlerin daha fazla parçalanmasına ve peyniraltı suyuna daha fazla protein geçmesine neden olmakta, bu nedenle yapılan peynirlerin randıman değerleri düşük olmaktadır (Olsen, 1977; Emmons ve ark., 1990; Üstünol ve Hicks, 1990; Lucey ve Kelly, 1994).

Çizelge 4.4. Kaşar Peynirlerinin Randıman Değerleri (n=3)

Peynirler	A	B	C	D
Randıman (%)	9.60±0.055a	9.55±0.132a	9.50±0.060a	9.26±0.021b
Randıman (% 55 KM)	9.04±0.014a	9.12±0.124a	9.02±0.087a	8.71±0.041b

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Değişik tip peynirlerde yapılan araştırmalarda, buzağı renneti ve rekombinant kimozi ile üretilen peynirlerin randıman değerlerinin birbirlerine yakın olduğu belirlenmiştir (Green ve ark., 1985; Hicks ve ark., 1988; Emmons ve ark., 1990; Emmons ve Binns, 1990; Üstünol ve Hicks, 1990; Bank, 1992; Van den Berg, 1992; Balcı, 1994; Kaytanlı, 1995; Kandarakis ve ark., 1999).

4.5. Kaşar Peynirlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.5.1. Kaşar Peynirlerinin pH Değerleri

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin pH değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.5’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi Kaşar peynirlerinin pH değerleri olgunlaşma süresince 5.16 ile 5.31 arasında değişmiştir. Örneklerin pH değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Bilindiği gibi mikrobiyal enzimlerin proteolitik aktivitesi buzağı renneti ve rekombinant kimozenin daha yüksektir. Proteolitik etki nedeniyle süt proteinleri daha yüksek oranlarda parçalanmakta ve oluşan mikrobesein elementleri, üretilen peynirlerde laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmektedir. Bu nedenle mikrobiyal enzimlerin kullanıldığı peynirlerde asitlik gelişimi daha hızlı olmaktadır (Eraz, 1996). Bu araştırmada, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerin pH değerleri diğerlerinden düşük olmasına karşın, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Birçok araştırmacı, farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanarak üretilen değişik peynirlerin pH’larının birbirlerine yakın değerler aldığını belirtmişlerdir (Yun ve ark., 1993a; Balcı, 1994; Johnston ve ark., 1994; Bogenrief ve Olson, 1995; Kandarakis ve ark., 1999; Kim ve ark., 2004).

Çizelge 4.5. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan pH Değerleri (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	5.26±0.061a ^A	5.31±0.032a ^A	5.31±0.045a ^A	5.24±0.021a ^A
15	5.21±0.032a ^A	5.27±0.010a ^A	5.27±0.025a ^A	5.23±0.026a ^A
30	5.16±0.049a ^A	5.18±0.058a ^B	5.19±0.063a ^A	5.17±0.026a ^B
60	5.19±0.018a ^A	5.20±0.025a ^B	5.22±0.021a ^A	5.16±0.029a ^B
90	5.18±0.030a ^A	5.17±0.030a ^B	5.18±0.092a ^A	5.13±0.035a ^B

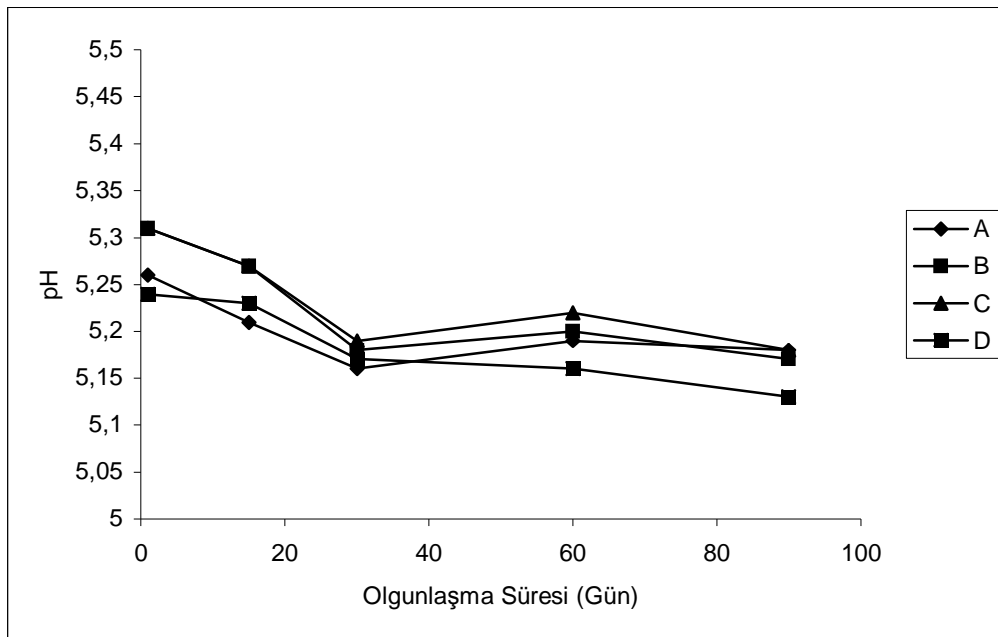
A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozenin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere, D peyniri olgunlaşma süresince azalırken, diğer peynirlerin pH değerleri olgunlaşmanın 30. gününe kadar düşmüş, sonraki günlerde yükselmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak B ($p<0.01$) ve D peynirlerinde ($p<0.05$) önemli bulunurken, A ve B peynirlerinde önemli düzeyde bulunmamıştır ($p>0.05$). Benzer şekilde Metin ve Öztürk (1991), Kurultay (1993), Koca (2002), Kaşar peynir üzerine yaptıkları araştırmalarda, peynirlerin pH değerlerinin olgunlaşmanın 30. gününe kadar düştüğünü ve daha sonra arttığını bildirmişlerdir. Farkye ve Fox (1990), üretim sırasında, pıhtıda kalan laktozun parçalanması sonucunda peynirin çeşidine bağlı olarak pH’nın düştüğünü, olgunlaşma sırasında ise laktik asitin başka ürünlere parçalanması ve/veya alkali azotlu bileşiklerin oluşumuyla peynir pH’sının arttığını bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin pH değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), buna karşılık pıhtılaştırıcı enzim farklılığı ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.6).



Şekil 4.1. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan pH değerleri

Çizelge 4.6. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.00545	2.551	0.069
Süre	4	0.0286	13.311	0.000**
P. Enzim X süre	12	0.0007953	0.372	0.966
Hata	40	0.002138		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.5.2. Kaşar Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri

Asitlik gelişimi, peynir sütünün pıhtılaşması ile başlamakta ve olgunlaşma boyunca sürmektedir. Peynirde toplam asitlik kaynakları, laktozun fermantasyon ürünü olan laktik asit, asetik asit, formik asit, bütirik asit, lipoliz sonucu oluşan serbest yağ asitler ve proteolizin bir sonucu olarak ortaya çıkan serbest aminoasitlerdir (Çepoğlu, 2005).

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince titrasyon asitliklerinde görülen değişimler Çizelge 4.7’de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.2’de verilmiştir.

Peynirlerin titrasyon asitliği değerleri % laktik asit olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin birinci günü % 0.70 ile % 0.76 arasında değerler alırken, olgunlaşmanın sonunda ise % 2.10 ile % 2.18 arasında değerlere yükselmiştir (Çizelge 4.7). Farklı pıhtılaştırıcı enzimlerle üretilen Kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Çizelge 4.7. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Titrasyon Asitliği Değerleri (% Laktik Asit) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.76±0.057a ^E	0.73±0.020a ^E	0.70±0.026a ^E	0.74±0.058a ^E
15	0.97±0.015a ^D	0.93±0.012a ^D	0.90±0.050a ^D	0.95±0.028a ^D
30	1.40±0.124a ^C	1.34±0.151a ^C	1.33±0.127a ^C	1.38±0.153a ^C
60	1.87±0.091a ^B	1.80±0.104a ^B	1.74±0.093a ^B	1.80±0.081a ^B
90	2.15±0.015a ^A	2.10±0.026a ^A	2.11±0.086a ^A	2.18±0.025a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

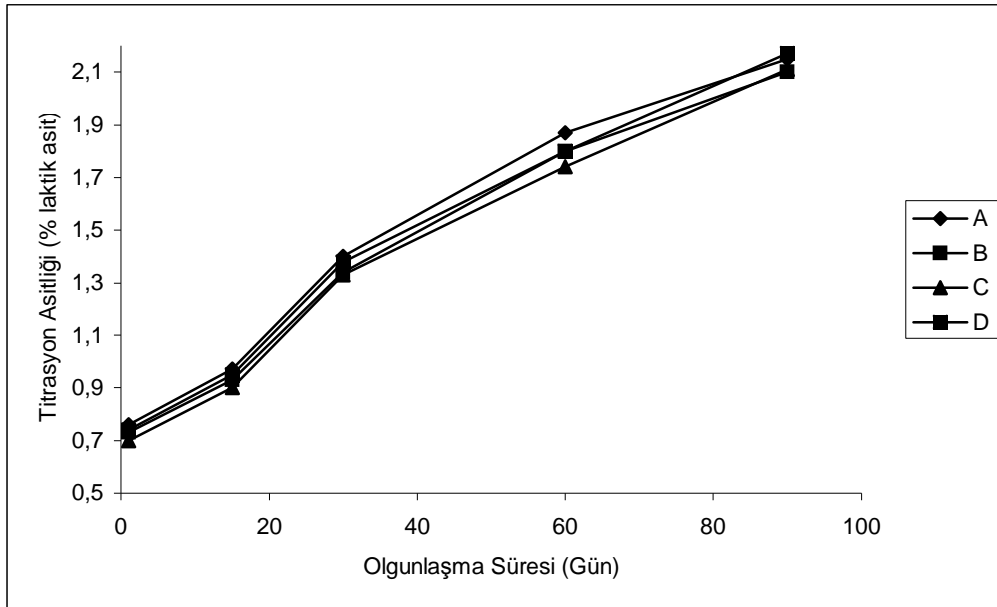
a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

El-Shafei ve ark. (1995), buzağı renneti ile yapılan peynirin asitlik değerinin, *Rhizomucor miehei* proteazı ile yapılandır farklı olmadığını bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılar, peynirde pıhtılaştırıcı enzim farklılığının titrasyon asitliği değeri üzerine önemli düzeyde etkiye sahip olduğunu vurgularken (Uyanık, 1994; Kaytanlı, 1995; Çepoğlu, 2005), bazı araştırmacılar da titrasyon asitliği değerinin pıhtılaştırıcı enzim farklılığından etkilenmediğini bildirmişlerdir (Balcı, 1994; Johnston ve ark., 1994; El-Tanboly ve ark., 2000).

Şekil 4.2'den de görülebileceği gibi, genel olarak olgunlaşma süresince peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinde önemli bir artış bulunmuştur. Kaşar peynirlerinin olgunlaşmanın 1. gününde % 0.70 ile % 0.76 arasında olan titrasyon asitliği değerleri, olgunlaşmanın 90. gününde % 2.10 ile % 2.18 arasına yükselmiştir. Olgunlaşma süresindeki bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).



Şekil 4.2. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri

Kaşar peyniri üzerine yapılan araştırmalarda, olgunlaşma süresince titrasyon asitliğinin arttığı bildirilmiştir (Bitlis 1992; Gün 1993; Öztürk, 1993; Uyanık, 1994; Koçak ve ark., 1996; Atamer, ve ark., 1999; Yaşar, 2000; Güven ve Tatar Görmez, 2004; Çürük, 2006).

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin titrasyon asitliği üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), pıhtılaştırıcı enzim farklılığı ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.01664	2.523	0.071
Süre	4	4.094	620.527	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.0011004	0.152	0.999
Hata	40	0.006598		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli.

4.5.3. Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Oranları

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince kurumadde oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.9'da ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.3'de verilmiştir.

Olgunlaşmanın 1. gününde Kaşar peynirinin kurumadde oranları birbirlerine yakın bulunmuştur. Olgunlaşmanın diğer günlerinde de benzer durum devam etmiştir (Çizelge 4.9). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Kaşar peynirinin kurumadde oranları üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Fedrick ve Fuller (1988) *Rhizomucor miehei* proteazı ve buzağı renneti kullanarak ürettikleri Cheddar peynirlerinin kurumadde oranlarının birbirlerine yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Yun ve ark. (1993a), *Cryphonectria parasitica* proteazı, *Rhizomucor miehei* proteazı ve buzağı renneti kullanımının Mozzarella peynirinin kurumadde oranlarını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.9. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumadde Değerleri (%) (n=3)

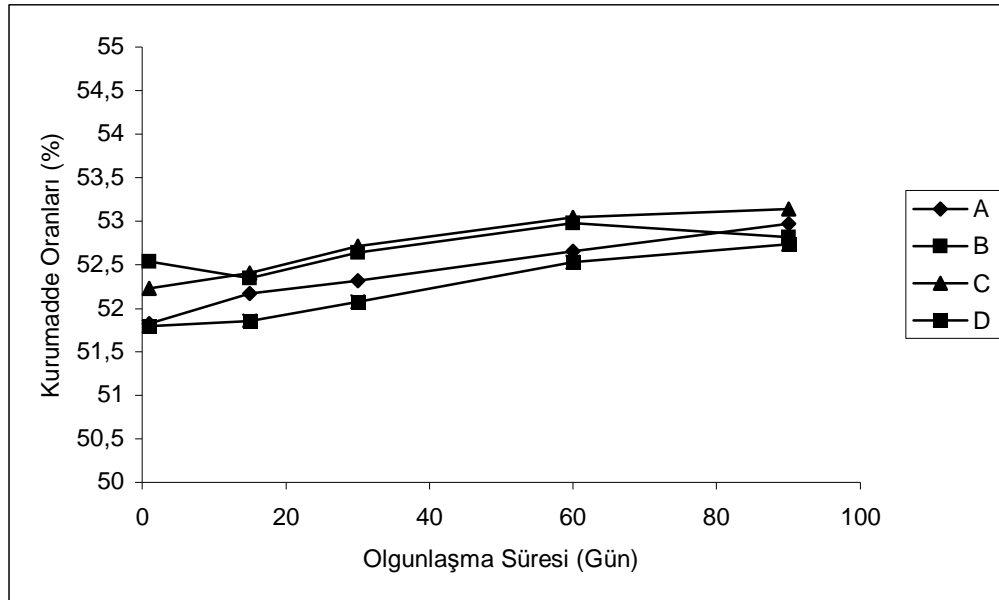
Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	51.83±0.421a ^A	52.54±1.060a ^A	52.23±0.614a ^A	51.79±0.430a ^A
15	52.17±0.338a ^A	52.35±1.346a ^A	52.41±0.463a ^A	51.86±0.964a ^A
30	52.32±1.116a ^A	52.64±1.558a ^A	52.72±1.059a ^A	52.08±1.437a ^A
60	52.66±0.696a ^A	52.98±0.983a ^A	53.05±0.847a ^A	52.53±0.778a ^A
90	52.97±0.637a ^A	52.82±0.861a ^A	53.14±0.147a ^A	52.74±1.030a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince B peyniri hariç diğer peynirlerin kurumadde oranlarında bir artış olmuştur. Kaşar peynirlerinin kurumadde oranları olgunlaşmanın 1. gününde en düşük % 51.79 ile D, en yüksek % 52.54 ile B peynirinde saptanırken, olgunlaşmanın sonunda bu değerler % 52.74 (D) ile % 53.14 (C) aralığında belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda olgunlaşma süresinde kurumadde oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır (p>0.05).



Şekil 4.3. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumadde oranları

Kaşar peyniri üzerine araştırma yapan birçok araştırmacı, olgunlaşma süresince vakum paketlenmiş Kaşar peynirlerinin kurumadde oranlarında önemli bir

artışın olmadığını bildirmişlerdir (Metin ve Öztürk, 1991; Koca, 2002; Keçeli ve ark, 2006; Çürük, 2006).

Kaşar peynirlerinin kurumadde oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, peynirlerin kurumadde oranları üzerine, pıhtılaştırıcı enzim farklılığı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.10. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.867	1.034	0.388
Süre	4	1.563	1.864	0.136
P. Enzim X Süre	12	0.006046	0.072	1.000
Hata	40			

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli

4.5.4. Kaşar Peynirlerinin Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranları

Peynirlerin 90 günlük olgunlaşma süresince yağ oranlarında görülen değişimler Çizelge 4.11'de ve bu değişimlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.11'den de görülebileceği gibi peynirlerin yağ oranları arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır. Benzer durum tüm olgunlaşma süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, olgunlaşma süresinin tüm dönemlerinde peynirlerin yağ oranları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Yun ve ark. (1993a), pıhtılaştırıcı enzim farklılığının Mozzarella peynirinin yağ içeriklerini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Peynirlerin yağ oranları depolama süresince düzensiz bir değişim göstermiştir (Şekil 4.4). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, depolama süresince tüm peynirlerin yağ oranlarındaki değişimi önemli düzeyde bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.11. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Yağ Oranları (%)(n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	25.66±0.289a ^A	25.17±0.764a ^A	25.67±0.577a ^A	25.50±0.522a ^A
15	25.37±0.231a ^A	25.70±0.264a ^A	25.61±0.447a ^A	25.59±0.438a ^A
30	25.71±0.280a ^A	25.56±0.511a ^A	25.82±0.280a ^A	25.61±0.537a ^A
60	25.83±0.289a ^A	25.88±0.337a ^A	25.87±0.329a ^A	25.77±0.764a ^A
90	25.97±0.615a ^A	25.83±0.289a ^A	25.87±0.329a ^A	25.33±0.577a ^A

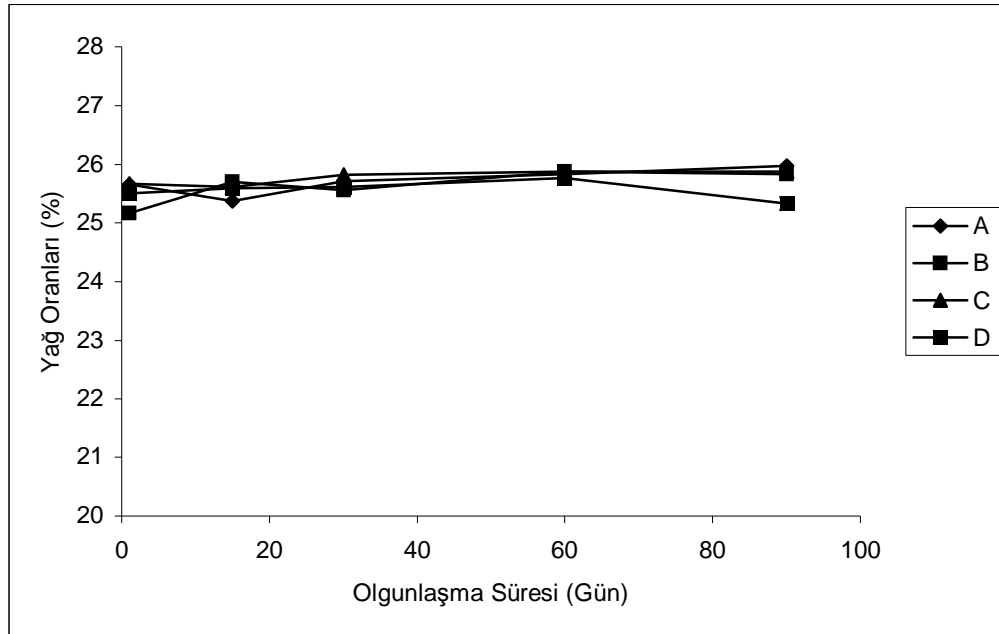
A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Kaşar peynirlerinde yapılan birçok çalışmada, araştırmacılar olgunlaşma süresince yağ oranının arttığını bildirmişlerdir (Kurultay ve Demirci, 1996; Koçak ve ark., 1996; Çağlar ve Çakmakçı, 1998; Atamer ve ark., 1999; Aydemir, 2000; Yaşar, 2000; Güven ve ark., 2002; Güven ve Tatar Görmez, 2004).

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin yağ oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim farklılığı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir (p>0.05) (Çizelge 4.12).



Şekil 4.4. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan yağ oranları

Çizelge 4.12. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Yağ Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.277	1.304	0.286
Süre	4	0.008877	0.418	0.295
P. Enzim X Süre	12	0.314	0.630	0.804
Hata	40	0.213		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

Kaşar peynirlerinde su içeriğine bağlı olarak yağ oranlarında meydana gelen dalgalanmaları ortadan kaldırmak ve daha sabit değerler elde etmek amacıyla yağın kurumadde içerisindeki oranı dikkate alınarak yapılan değerlendirme daha uygun olacaktır. Bu nedenle Kaşar peynirinin kurumaddede yağ oranları hesaplanarak Çizelge 4.13'de ve bu değerlerin olgunlaşma süresindeki değişimi ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumaddede Yağ Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	49.52±0.266a ^A	47.91±1.540a ^A	49.14±1.070a ^A	49.38±1.388a ^A
15	48.62±0.600a ^A	49.11±0.823a ^A	48.86±0.969a ^A	49.37±1.649a ^A
30	49.57±1.036a ^A	48.57±0.569a ^A	49.00±0.802a ^A	49.19±0.707a ^A
60	49.07±1.186a ^A	48.86±1.311a ^A	48.78±1.057a ^A	47.87±0.908a ^A
90	49.02±1.264a ^A	48.92±1.136a ^A	48.68±0.484a ^A	47.93±0.976a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozen C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelgeden de görüldüğü gibi depolama süresince tüm peynirlerin kurumaddede yağ oranları düzensiz bir değişim göstermiştir. Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda peynirlerin kurumaddede yağ oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzimlerin etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

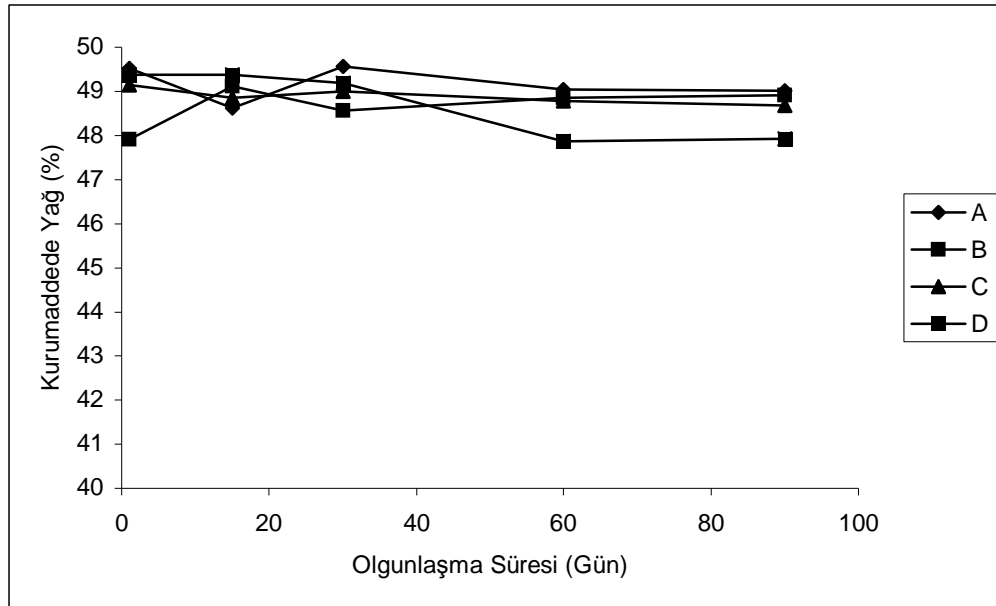
TS 3272 Kaşar peyniri standardında tam yağlı Kaşar peynirinin kurumaddede yağ oranının ağırlıkça % 45 ve daha üzeri olması gerektiği hükmü bulunmaktadır (Anon., 1999). Bu araştırmada elde edilen tüm kurumaddede yağ değerleri bu sınırının üzerindedir.

Balcı (1994), *Kluyveromyces lactis*'den üretilen rekombinant kimozen ve buzağı renneti kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin kurumaddede yağ oranlarının

olgunlaşma süresince % 49.91 ile % 51.94 arasında değerler aldığı ve bu değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını bildirmiştir.

Johnston ve ark. (1994), Cheddar peynirinde buzağı renneti ve mikrobiyal rennet (*Rhizomucor miehei* protezı, Rennilase 46L) kullanımının, peynirin kurumaddede yağ oranına etki etmediğini belirtmişlerdir.

Bogenrief ve Olson (1995), *Cryphonectria parasitica* proteazı ve buzağı renneti kullanımının Cheddar peynirlerinin kurumaddede yağ oranlarını etkilemediğini saptamışlardır.



Şekil 4.5. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumaddede yağ oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin kurumaddede yağ oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim farklılığı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumaddede Yağ Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.201	0.184	0.907
Süre	4	0.774	0.707	0.592
P. Enzim X Süre	12	0.854	0.780	0.667
Hata	40	1.095		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.5.5. Kaşar Peynirlerinin Protein ve Kurumaddede Protein Oranları

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin protein oranları Çizelge 4.15’de ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.6’da verilmiştir.

Kaşar peynirlerinin protein oranlarına ait çizelgenin incelenmesinde de görüldüğü gibi olgunlaşmanın ilk 30 günü peynirlerin protein oranları arasında istatistiksel olarak farkların bulunmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Diğer taraftan olgunlaşma süresinin 60. gününde farkların ortaya çıktığı (p<0.05) ve 90. günde ise daha da arttığı görülmüştür. (p<0.01). Olgunlaşma süresince D peynirinin protein oranının diğer peynirlerden daha düşük olduğu ve bu peynirleri C peynirinin izlediği saptanmıştır. Ayrıca, A ve B peynirlerinin protein oranlarının birbirlerine yakın değerler aldığı bulunmuştur (Çizelge 4.15). Peynirlerin protein oranlarının farklı olması, enzimlerin proteolitik aktivitelerinin birbirlerinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Yun ve ark., 1993a; Kim ve ark., 2004).

Balcı (1994), buzağı renneti ve rekombinant kimoziin kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin protein değerlerinin birbirlerine yakın olduğunu belirlemiştir.

El-Tanboly ve ark., (2000), buzağı renneti, *Rhizomucor miehei* proteazı ve bu ikisinin karışımları ile ürettikleri Gouda peynirlerinin protein değerlerinin birbirinden farklı olduğunu belirlemişlerdir.

Şekil 4.6’dan da görülebileceği gibi, D peyniri hariç diğer peynirlerinin protein oranları olgunlaşma süresince kurumadde değişmelerine bağlı olarak hafif bir artış göstermiştir. Olgunlaşmanın 1. gününde protein oranları % 23.09 ile % 23.71 arasında değişirken, olgunlaşmanın sonunda bu değer % 23.25 ile % 24.56 oranlarına

çıkmıştır. Protein oranlarındaki bu yükseliş sadece buzağı renneti ile yapılan A örneğinde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), diğer peynir örneklerinde önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4.15. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinde Olgunlaşma Süresince Saptanan Protein Oranları (%) (n=3)

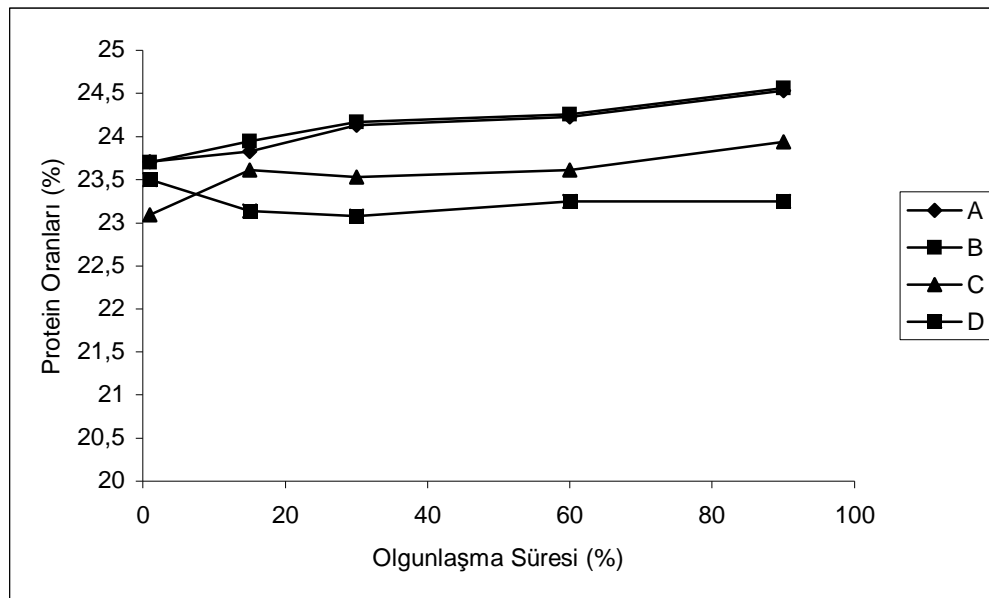
Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	23.71±0.335 ^{aB}	23.70±0.508 ^{aA}	23.09±0.655 ^{aA}	23.50±0.618 ^{aA}
15	23.83±0.288 ^{aB}	23.95±0.582 ^{aA}	23.61±0.659 ^{aA}	23.14±0.965 ^{aA}
30	24.13±0.321 ^{aB}	24.17±0.288 ^{aA}	23.53±0.618 ^{aA}	23.08±0.074 ^{aA}
60	24.23±0.253 ^{aB}	24.26±0.250 ^{aA}	23.61±0.639 ^{abA}	23.25±0.217 ^{bA}
90	24.53±0.058 ^{aA}	24.56±0.321 ^{aA}	23.94±0.364 ^{bA}	23.25±0.217 ^{cA}

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Kaşar peynirinin protein oranlarının olgunlaşma süresince arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Kurultay, 1993; Koçak ve ark., 1996; Atamer ve ark., 1999; Aydemir, 2000; Yaşar, 2000; Güven ve Tatar Görmez, 2004).



Şekil 4.6. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan protein oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin protein oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim farklılığının önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), olgunlaşma

süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksiyonunun ise önemli düzeyde etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Protein Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	3.063	12.236	0.000**
Süre	4	0.543	2.169	0.090
P. Enzim X Süre	12	0.0645	0.258	0.993
Hata	40	0.250		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli

Kaşar peynirlerinin kurumadede protein oranları Çizelge 4.17’de ve oluşturduğu grafik ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.17’den de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince A ve B peynirlerinin kurumadede protein oranları C ve D peynirlerinden daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerin kurumadede protein oranları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda sadece olgunlaşmanın 90. gününde önemli farkların olduğu ($p<0.05$), diğer günler ise farkların önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.17. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumadede Protein Oranları (%) (n=3)

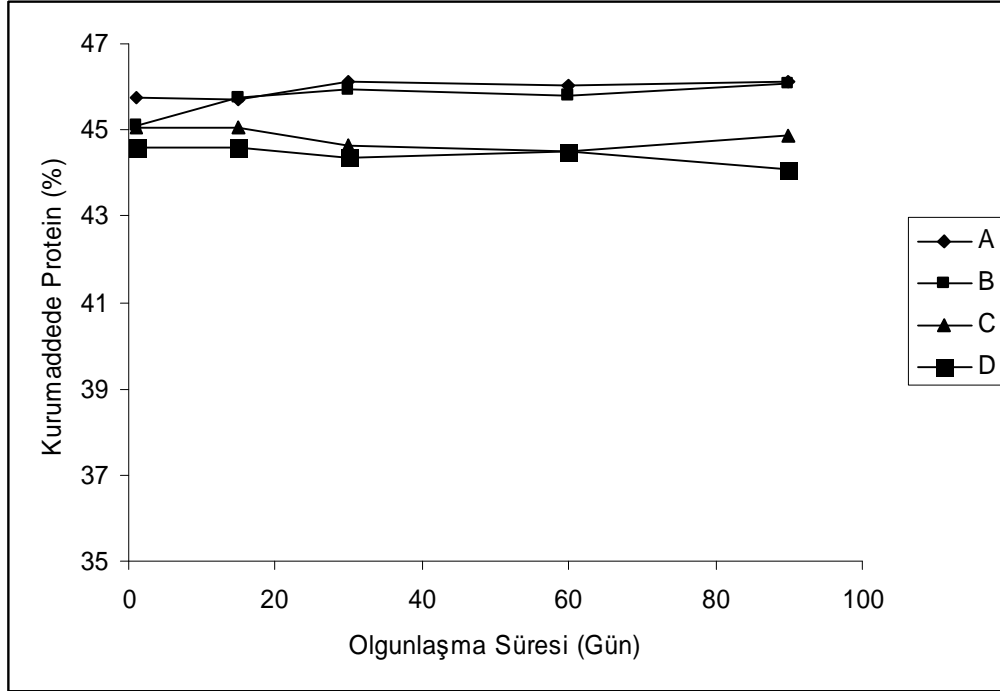
Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	45.76±0.471a ^A	45.12±0.575a ^A	45.04±1.654a ^A	44.59±1.834a ^A
15	45.68±0.282a ^A	45.76±1.010a ^A	45.06±1.549a ^A	44.61±1.143a ^A
30	46.14±1.087a ^A	45.93±1.236a ^A	44.64±1.903a ^A	44.34±1.197a ^A
60	46.01±1.019a ^A	45.80±1.041a ^A	44.49±1.908a ^A	44.49±1.000a ^A
90	46.10±0.692a ^A	46.08±0.617a ^A	44.86±0.627ab ^A	44.10±1.293b ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.7’den de görülebileceği gibi peynirlerin kurumadede protein oranları olgunlaşma süresince düzensiz bir değişim göstermiştir. Olgunlaşma süresindeki bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.7. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumaddede protein oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin protein oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim farklılığının önemli düzeyde etkili olduğu ($p < 0.01$), buna karşılık olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumaddede Protein Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	8.248	5.731	0.002**
Süre	4	0.07104	0.049	0.995
P. Enzim X Süre	12	0.263	0.183	0.999
Hata	40	1.439		

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0.01$ düzeyinde önemli

4.5.6. Kaşar Peynirlerinin Tuz ve Kurumadede Tuz Oranları

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin tuz oranları Çizelge 4.19'da ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi peynirlerin tuz oranları birbirlerine yakın değerler almışlardır. Benzer durumun olgunlaşmanın tüm dönemlerinde de devam ettiği belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda peynirlerin tuz oranları arasında fark belirlenememiştir ($p>0.05$). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, pıhtılaştırıcı enzim farklılığının peynirlerin tuz oranlarını etkilemediği bildirilmiştir (Balcı, 1994; Johnston ve ark., 1994; Uyanık, 1994; Dave ve ark., 2003b; Kim ve ark., 2004).

Çizelge 4.19. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Tuz Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	1.28±0.040a ^A	1.28±0.026a ^A	1.27±0.029a ^A	1.28±0.029a ^A
15	1.29±0.032a ^A	1.29±0.030a ^A	1.30±0.050a ^A	1.30±0.058a ^A
30	1.30±0.052a ^A	1.33±0.030a ^A	1.30±0.058a ^A	1.30±0.057a ^A
60	1.33±0.021a ^A	1.35±0.031a ^A	1.33±0.063a ^A	1.34±0.063a ^A
90	1.33±0.026a ^A	1.34±0.040a ^A	1.34±0.055a ^A	1.34±0.063a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

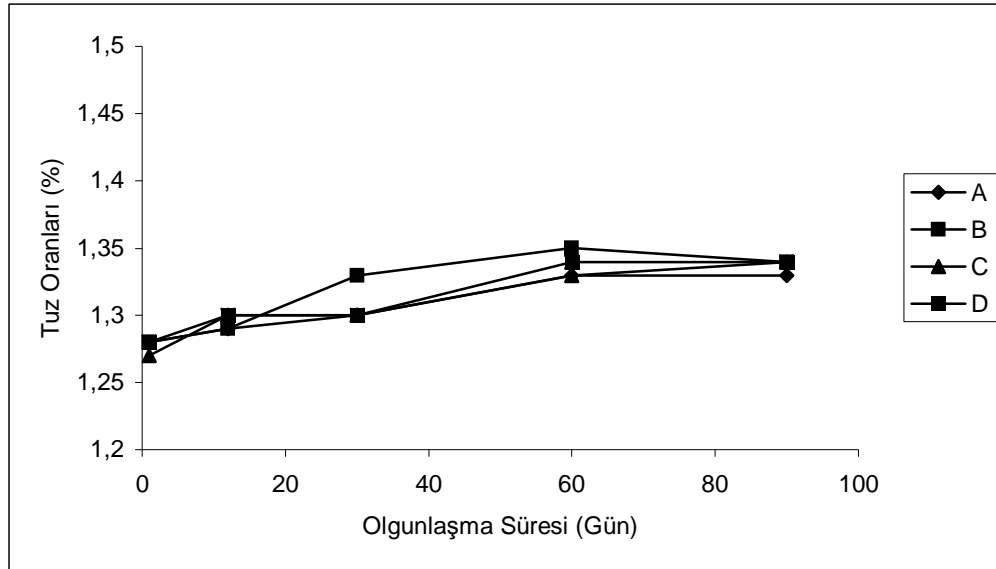
a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.8'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi Kaşar peynirlerinin tuz oranları B peyniri hariç olgunlaşma süresince artış göstermiştir. Kaşar peynirlerinin 1. gün tuz içerikleri en düşük % 1.27 ve en yüksek % 1.28 oranlarında gerçekleşirken olgunlaşmanın 90. günü en düşük % 1.33 ve en yüksek % 1.34 değerlerine kadar yükselmiştir. Peynir örneklerine ait tuz oranlarındaki artışının, depolama süresince kurumadde oranlarındaki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin ortalama tuz içerikleri bakımından istatistiksel olarak incelenmiş ve peynirler arasında önemli düzeyde fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Kaşar peynirlerinde yapılan birçok çalışmada araştırmacılar, peynirlerin tuz oranlarının olgunlaşma süresince kurumadde değişimlerine bağlı olarak arttığını

bildirmişlerdir (Akyüz 1978; Çağlar, 1990; Öztürk, 1993; Koçak ve ark., 1996; Tunçtürk, 1996; Aydemir, 2000).



Şekil 4.8. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan tuz oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin tuz oranları üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), pıhtılaştırıcı enzim farklılığı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun ise önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Tuz Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.0004045	0.268	0.848
Süre	4	0.008669	5.748	0.001**
P. Enzim X Süre	12	0.0001711	0.113	1.000
Hata	40	0.00150		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli

Tuz, peynirlerin sıvı fazında eriyen bir madde olmasından dolayı, peynirlerin rutubet oranından, başka bir ifade ile kurumadde içeriğinden oldukça etkilenmektedir. Olgunlaşma süresinde peynirlerin tuz içeriklerindeki değişimin tüm kitle yerine kurumadde baz alınarak yapılmasının daha sağlıklı sonuç vereceği düşünülmüştür. Kaşar peynirlerin kurumadde tuz oranları Çizelge 4.21'de ve bu

değerlerin olgunlaşma süresindeki değişimleri Şekil 4.9'da verilmiştir. Kaşar peynirlerin kurumaddede tuz oranları olgunlaşma süresince düzensiz bir değişim göstermiştir. Olgunlaşma süresince peynirlerin kurumaddede tuz oranlarındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Balcı (1994), *Kluyveromyces lactis*'ten üretilen rekombinant kimozi ve buzağı renneti kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin kurumaddede tuz oranlarının birbirine yakın değerler aldığını ve bu değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını bildirmiştir.

Johnston ve ark. (1994), Cheddar peynirinde buzağı renneti ve mikrobiyal rennet (*Rhizomucor miehei* protezı (Rennilase 46L) kullanımının, peynirin kurumaddede tuz oranı üzerine etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Kaşar peyniri ile yapılan birçok çok araştırmada kurumaddede tuz oranlarına olgunlaşma süresince belirli bir miktar yükseldiği belirtilmektedir (Akyüz, 1978; Çağlar, 1990; Öztürk, 1993; Koçak ve ark., 1996; Tunçtürk, 1996; Aydemir, 2000).

Çizelge 4.21. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinde Olgunlaşma Süresince Saptanan Kurumaddede Tuz Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	2.46±0.083a ^A	2.44±0.101a ^A	2.44±0.084a ^A	2.49±0.035a ^A
15	2.47±0.051a ^A	2.47±0.120a ^A	2.48±0.101a ^A	2.50±0.054a ^A
30	2.50±0.060a ^A	2.52±0.050a ^A	2.44±0.035a ^A	2.50±0.081a ^A
60	2.53±0.040a ^A	2.55±0.097a ^A	2.52±0.104a ^A	2.54±0.157a ^A
90	2.50±0.085a ^A	2.52±0.122a ^A	2.50±0.118a ^A	2.53±0.170a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* protezı, D: *Cryphonectria parasitica* protezı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

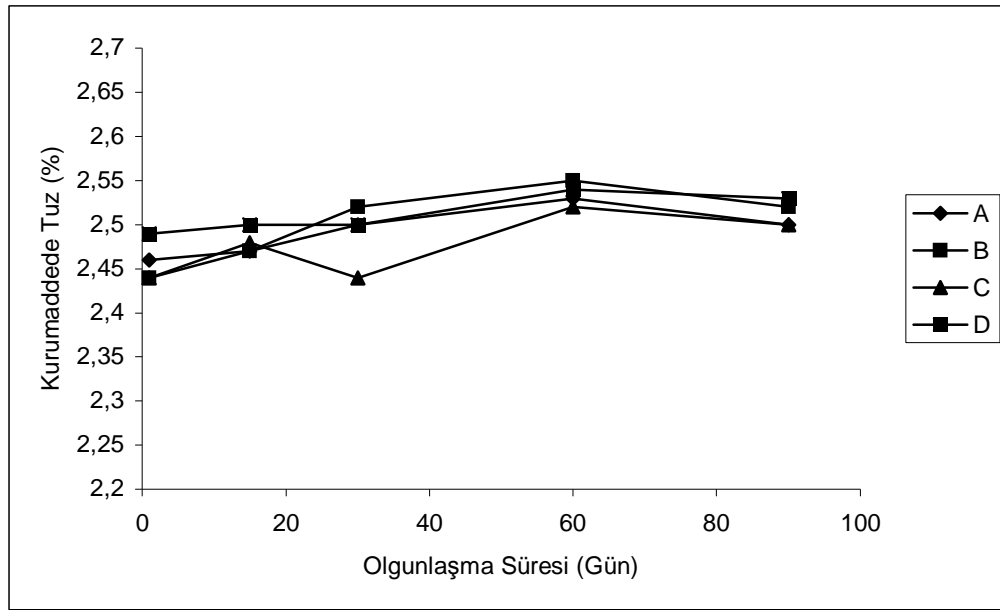
A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin kurumaddede tuz oranlarına olgunlaşma süresi, pıhtılaştırıcı enzim farklılığı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kurumadde Tuz Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.003633	0.401	0.753
Süre	4	0.0111	1.233	0.312
P. Enzim X Süre	12	0.001016	0.112	1.000
Hata	40	0.009052		

- :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.



Şekil 4.9. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kurumadde tuz oranları

4.5.7. Kaşar Peynirlerinin Pıhtı Sıklığı Değerleri

Pıhtı sıklığı, peynirde olgunlaşmaya bağlı olarak meydana gelen yapısal değişmeyi belirlemek amacıyla, basit olarak belirli ağırlıktaki konik başlığın belli süre içerisinde peynir kitlesine batma derinliği olarak ifade edilir (Güven ve Konar, 1996).

Peynirlerin pıhtı sıklığı değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir (Çizelge 4.23). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm depolama süresince peynirlerin pıhtı sıklığı değerleri arasında farkların önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Balcı (1994) farklı pıhtılaştırıcı enzimlerin (*Kluyveromyces lactis*'den elde edilen rekombinant kimozen (maxiren) ve buzağı renneti) Kaşar peynirinin pıhtı sıklığı değerine etki etmediğini bildirmiştir.

Şekil 4.10 incelendiğinde, Kaşar peynirlerinin pıhtı sıklığı değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Buna göre olgunlaşmanın başlangıcında pıhtı sıklığı değerleri 45.33 ile 48.66 arasında değişmiş, olgunlaşmanın sonunda 67.00 ile 70.33 arasında bir değere yükselmiştir. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Olgunlaşma süresince peynirlerin proteoliz düzeyindeki artış peynirlerde yumuşamaya neden olmakta bunun sonucu olarak pıhtı sıklığı artmaktadır.

Çizelge 4.23. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Pıhtı Sıklığı Değerleri (mm / 5 sn) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	46.33±1.527a ^D	48.66±8.144a ^D	45.33±2.516a ^D	48.33±2.089a ^C
15	51.33±2.081a ^C	53.66±2.516a ^{CD}	49.00±1.000a ^{CD}	50.00±2.000a ^{BC}
30	57.00±2.000a ^C	53.66±3.055a ^{BC}	53.33±2.081a ^C	55.00±1.000a ^B
60	62.66±3.785a ^B	61.00±1.732a ^{AB}	63.33±2.081a ^B	62.33±3.214a ^A
90	68.33±2.886a ^A	69.00±1.722a ^A	70.33±6.503a ^A	67.00±2.645a ^A

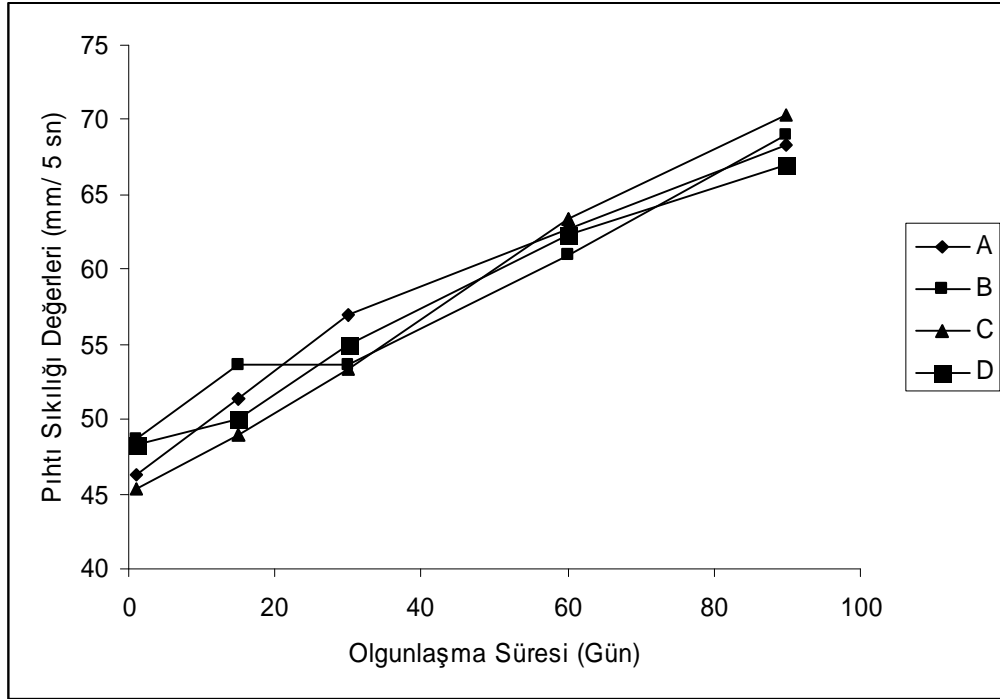
A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozen C: *Rhizomucor miehei* proteazi, D: *Cryphonectria parasitica* proteazi.
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Metin ve Öztürk (1991), Kaşar peynirini paketlemek için farklı ambalaj materyallerini kullandıkları çalışmalarında, peynirlerin pıhtı sıklığı değerlerinin olgunlaşmanın 15. gününe kadar düştüğünü diğer günler ise arttığını bildirmişlerdir.

Kaşar peynirlerin olgunlaşma süresince pıhtı sıklığı değerinin arttığı bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Çürük, 2006; Keçeli ve ark., 2006).

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin pıhtı sıklığı değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun ise etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.24).



Şekil 4.10. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan pıhtı sıklığı değerleri

Çizelge 4.24. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Pıhtı Sıklığı Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları				
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	26.533	2.597	0.066
Süre	4	828.858	81.128	0.000**
P.Enzim X Süre	12	8.936	0.875	0.578
Hata	40	10.217		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.8. Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranları (% Oleik Asit)

Lipoliz, proteolizle birlikte peynir tat ve aromasının ortaya çıkmasında rol oynayan en önemli biyokimyasal olaydır. Peynir yağının hidrolizi süt lipazı veya mikrobiyal esterase ve lipazları tarafından sağlanmaktadır (Halkman ve ark., 1994; Tunçtürk, 1996).

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri oranları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.25'de ve bu oranların oluşturduğu grafik Şekil 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.25’den de görülebileceği gibi peynirlerin toplam serbest yağ asitleri oranları birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm depolama sürelerinde peynirlerin serbest yağ asitleri değerleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Balcı (1994), rekombinant kimoziin ve buzağı renneti kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince toplam serbest yağ asitleri oranlarının birbirlerine yakın olduğunu ve istatistiksel olarak farkların bulunmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Toplam Serbest Yağ Asitleri (FFA) Oranları (% Oleik Asit) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.93±0.02a ^D	0.91±0.01a ^D	0.93±0.04a ^D	0.94±0.03a ^C
15	1.30±0.02a ^C	1.32±0.07a ^C	1.29±0.03a ^C	1.28±0.03a ^B
30	1.54±0.04a ^B	1.50±0.05a ^B	1.48±0.06a ^B	1.51±0.11a ^A
60	1.64±0.04a ^A	1.60±0.05a ^A	1.64±0.05a ^A	1.58±0.07a ^A
90	1.67±0.09a ^A	1.63±0.08a ^A	1.68±0.02a ^A	1.61±0.11a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimoziin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

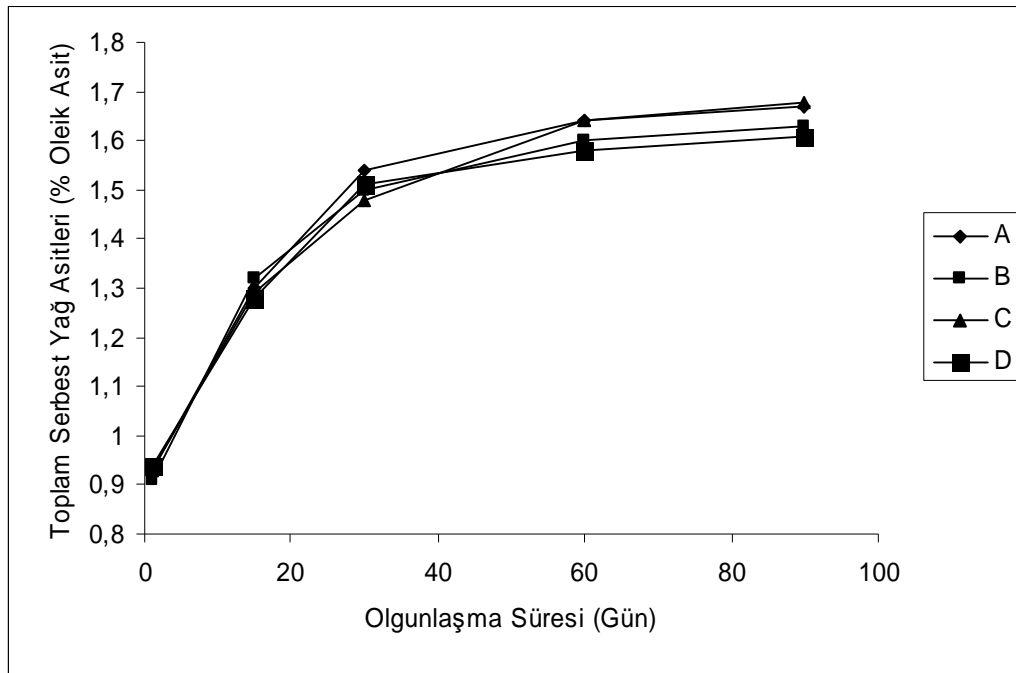
Kaşar peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri oranları olgunlaşma süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Olgunlaşma süresinin başlarında artış hızlı gerçekleşirken, olgunlaşmanın sonuna doğru artış azalmıştır (Şekil 4.11). Buna göre olgunlaşmanın başlangıcında toplam serbest yağ asitleri oranları % 0.91 ile % 0.94 arasında değişim gösterirken, 15. gün % 1.28 ile % 1.32, 30. gün % 1.48 ile 1.54, 60. gün % 1.58 ile % 1.64 ve olgunlaşmanın sonunda % 1.61 ile % 1.68 arasında bir orana yükselmiştir. Peynirlerin olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu artış tüm peynirlerde olgunlaşmanın 60. gününe kadar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Lipolizin olgunlaşmanın belirli aşamasından sonra yavaşladığı ve toplam serbest yağ asitleri miktarında azalmalar olduğu bildirilmiştir (Hayaloğlu, 2003). Güven (1993), Tulum peynirlerinde toplam serbest yağ asitleri oranının olgunlaşmanın 3. ayına kadar artış gösterdiğini, 3. aydan sonra önemli bir değişim

olmadığını belirtmiştir. Bu durum, serbest yağ asitlerinin daha kısa zincirli yağ asitlerine ve metil ketonlara hidrolize olmalarından kaynaklanmaktadır (Hayaloğlu, 2003).

Aly (1994), düşük yağlı Kashkaval peynirinin toplam serbest yağ asitleri oranının olgunlaşmanın 3. ayına kadar hızlı, 3 aydan itibaren ise daha yavaş arttığını bildirmiştir.

Kaşar peyniri üzerine yapılan birçok araştırmada araştırmacılar olgunlaşma süresince toplam serbest yağ asitleri oranlarının arttığını bildirmektedirler (Yaygın ve Dabiri, 1989; Balcı, 1994; Halkman ve ark., 1994; Tunçtürk, 1996; Koçak ve ark., 1996; Atamer ve ark., 1999; Aydemir, 2000; Çürük, 2006).



Şekil 4.11. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan toplam serbest yağ asitleri oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin toplam serbest yağ asitleri oranları üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p < 0.01$), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.004509	0.414	0.744
Süre	4	1.075	343.191	0.000**
P.Enzim X Süre	12	0.001845	0.664	0.774
Hata	40	0.002777		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.9. Kaşar Peynirlerinin Suda Çözünen Azot Oranları (%)

Peynirlerde proteoliz düzeyini belirlemede kullanılan parametrelerden birisi de suda çözünen azot içeriğidir. Olgunlaşmanın göstergesi olarak değerlendirilen suda çözünen azot oranı, esas olarak olgunlaşmanın çevresini, dolayısıyla kazeinin hidrolizi ile oluşan düşük molekül ağırlıklı azot fraksiyonlarının düzeyini açıklayan bir değerdir (Koçak ve ark., 1998).

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin suda çözünen azot değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.27’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.27’den de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince D peynirinin suda çözünen azot oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük suda çözünen azot oranına B peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin suda çözünen azot oranları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, depolamanın 1. günü farklılıkların olduğu ve bu farklılıkların ilk 15. gün p<0.05 düzeyinde, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde p<0.01 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, peynirler arasındaki farkların olgunlaşma süresi ilerledikçe arttığı saptanmıştır (Şekil 4.12). Bu farklar, *Cryphonectria parasitica* proteazının *Rhizomucor miehei* proteazı, buzağı renneti ve rekombinant kimozenin daha fazla proteolitik olması ve β -kazeini daha fazla oranda hidrolize etmesinden kaynaklanmaktadır (Yun ve ark., 1993a; Bogenrief ve Olson, 1995; Kim ve ark., 2004). Suda çözünen azot fraksiyonlarının (büyük peptidler) oluşumunda daha çok pıhtılaştırıcı enzimlerin etkisi söz konusu olmaktadır (Hayaloğlu, 2003).

Çizelge 4.27. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Suda Çözünen Azot Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.317±0.003b ^D	0.309±0.003b ^D	0.339±0.010a ^D	0.350±0.006a ^D
15	0.330±0.026b ^D	0.320±0.001b ^D	0.347±0.006ab ^D	0.368±0.003a ^D
30	0.493±0.060b ^C	0.467±0.150c ^C	0.511±0.010b ^C	0.567±0.005a ^C
60	0.593±0.006bc ^B	0.557±0.032c ^B	0.623±0.025b ^B	0.720±0.020a ^B
90	0.637±0.015c ^A	0.610±0.010c ^A	0.720±0.010b ^A	0.853±0.035a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimoziin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Öztek (1981), *Rhizomucor miehei* proteazı kullanılarak üretilen Beyaz ve Kaşar peynirlerinin suda çözünen azot oranlarının buzağı renneti ile üretilenlere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Yun ve ark. (1993a), Mozzarella peyniri üretiminde rekombinant kimoziin, *Cryphonectria parasitica* proteazı ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanımının peynirlerin pH 4.6'da çözünen değerlerini etkilediğini ve en büyük etkiyi *Cryphonectria parasitica* proteazının yaptığını belirlemişlerdir.

Saldamlı ve Kaytanlı (1998), buzağı renneti, rekombinat kimoziin (maxiren) ve mikrobiyal rennetler (*Rhizomucor miehei* proteazı fromase ve rennilase)) ile Beyaz peynir üretmişlerdir. Araştırmacılar, olgunlaşma süresince mikrobiyal enzimlerle üretilen Beyaz peynirin suda çözünen azot oranının diğer enzimlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Yetişmeyen ve ark. (1998), geleneksel ve ultrafiltrasyon yöntemi ve iki farklı enzim (*Rhizomucor miehei* proteazı ve buzağı renneti) kullanarak ürettikleri Beyaz peynirlerden mikrobiyal enzimle yapılanların suda çözünen azot oranlarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

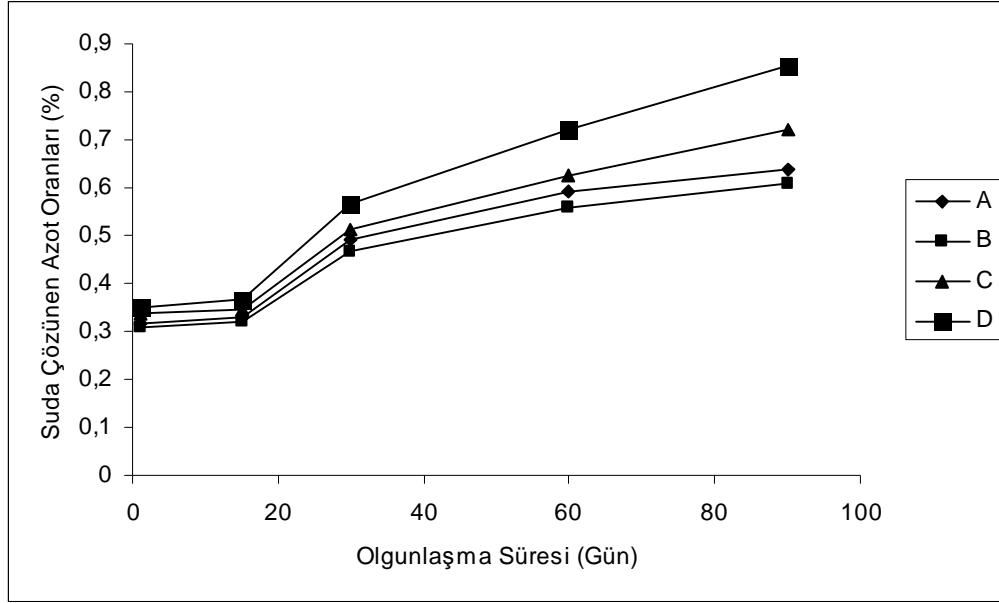
Dave ve ark. (2003a,b), rekombinant kimoziin ve *Cryphonectria parasitica* proteazı ile ürettikleri Mozzarella peynirinde, olgunlaşmanın başlarında peynirlerin suda çözünen azot oranlarının birbirlerine yakın olduğunu ancak olgunlaşmanın sonlarına doğru rekombinant kimoziin ile üretilen peynirlerin suda çözünen azot değerlerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Daha önceki çalışmaların tersi bir

sonuç elde etmelerini, kullanılan starter kültürün peptidleri parçalama yeteneğinin farklı olmasının neden olduğunu ileri sürerek açıklamışlardır.

Söz konusu Şekil 4.12 incelendiğinde suda çözünen azot oranları olgunlaşmanın 15. gününe kadar yavaş, diğer günler ise hızlı olarak artmıştır. Örneğin suda çözünen azot oranları olgunlaşmanın 1. günü % 0.309 ile % 0.350 arasında, olgunlaşmanın sonunda ise % 0.610 ile % 0.853 seviyelerine kadar yükselmiştir. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin suda çözünen azot değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Peynirlerde suda çözünen azot oranlarındaki bu artışın olgunlaşmanın sonlarına doğru daha da artması, starter bakterilerin lize olması ile peynir kitesindeki proteolitik veya peptidolitik enzimlerin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ortaya çıkan enzimler, büyük moleküllü peptidlerin küçük moleküllü peptitlere veya aminoasitlere dönüşmesine yol açmaktadır. Peptidlerin parçalanması ile hidrofilik özellikleri de arttığından, suda çözünen azot miktarlarının da arttığı gözlenmektedir (Hayaloğlu, 2003).

Kaşar peynirlerin olgunlaşma süresi içerisinde suda çözünen azot oranlarının arttığı bir çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Kurultay, 1993; Öztürk, 1993; Balcı, 1994; Uyanık, 1994; Tunçtürk, 1996; Aydemir, 2000; Yaşar, 2000; Güven ve ark., 2003; Çürük, 2006; Keçeli ve ark., 2006).

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin suda çözünen azot oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.28).



Şekil 4.12. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan suda çözünen azot oranları (%)

Çizelge 4.28. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Suda Çözünen Azot Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.04201	165.888	0.000**
Süre	4	0.337	1331.212	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.004598	18.155	0.000**
Hata	40	0.0002532		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.10. Kaşar Peynirlerinin % 12 Trikloroasetik Asitte (TCA) Çözünen Azot Oranları

% 12 TCA'de çözünen veya bir başka deyişle protein olmayan azot oranları orta ve kısa zincirli peptidler ile aminoasitlerden oluşmaktadır (Hayaloğlu, 2003).

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin % 12 TCA'de çözünen azot değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.29'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.29'dan da görüldüğü gibi olgunlaşma süresince D peynirinin % 12 TCA'de çözünen azot oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük % 12 TCA'de çözünen azot oranına B peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin % 12 TCA'de

çözünen azot oranları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm olgunlaşma sürelerinde farkların ($p<0.01$) önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu farklar, *Cryphonectria parasitica* proteazının, *Rhizomucor miehei* proteazı, buzağı renneti ve rekombinant kimozenin daha proteolitik olması ve β -kazeini daha fazla parçalanmasından kaynaklanmaktadır (Yun ve ark., 1993a; Kim ve ark., 2004). Değişik araştırmalar pıhtılaştırıcı enzimler büyük peptidlerin, starter kültürler ise küçük peptidler ve aminoasitlerin oluşumundan sorumlu olduğunu göstermiştir (Lane ve Fox, 1996; Dave ve ark., 2003a,b). Pıhtılaştırıcı enzimlerin başlangıçta ürettikleri peptidler peynirlerin % 12 TCA 'da çözünen azot oranlarını etkilemektedir.

Yun ve ark. (1993a), Mozzarella peyniri üretiminde rekombinant kimozenin, *Cryphonectria parasitica* proteazı ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanımının % 12 TCA'de çözünen azot oranlarını etkilediğini ve en yüksek % 12 TCA'de çözünen azot oranına *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilenin sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.29. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 12 TCA'de Çözünen Azot Değerleri (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.050±0.002c ^E	0.048±0.003c ^D	0.060±0.002b ^D	0.073±0.003a ^D
15	0.063±0.006b ^D	0.052±0.007b ^{CD}	0.062±0.003b ^D	0.098±0.007a ^C
30	0.076±0.005b ^C	0.062±0.002b ^C	0.083±0.004a ^C	0.110±0.002a ^B
60	0.102±0.002bc ^B	0.093±0.003c ^B	0.103±0.002b ^B	0.117±0.010a ^B
90	0.123±0.003b ^A	0.107±0.006b ^A	0.118±0.006b ^A	0.144±0.006a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozen C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Johnston ve ark. (1994), Cheddar peyniri üretiminde buzağı renneti ve mikrobiyal rennet (*Rhizomucor miehei* proteazı (Rennilase 46L) kullanımının, peynirin % 12 TCA'de çözünen azot oranını etkilediğini bildirmişlerdir.

Yetişmeyen ve ark. (1998), geleneksel ve ultrafiltrasyon yöntemi ve iki farklı enzim (*Rhizomucor miehei* proteazı ve buzağı renneti) kullanarak ürettikleri Beyaz peynirlerin % 12 TCA'de çözünen azot oranlarının olgunlaşmanın 1. gününde birbirlerine yakın, olgunlaşmanın 60. gününde ise farklı olduğunu belirtmişlerdir.

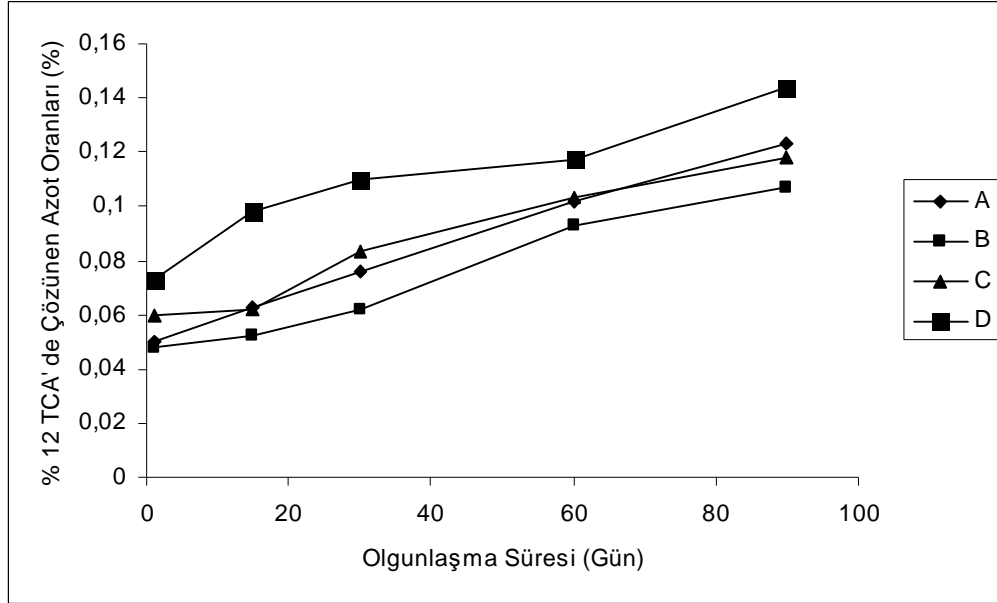
Kim ve ark. (2004), rekombinant kimoziin, *Cryphonectria parasitica* 'nın proteazı ve bu iki enzimin karışımları ile Cheddar peyniri üretmişlerdir. Araştırmacılar, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerin % 12 TCA'de çözünen azot oranlarının en yüksek olduğunu bunu iki enzimin karışımlarından yapılan peynirlerin izlediğini ve aralarındaki farkların önemli olduğunu saptamışlardır.

Sheehan ve ark. (2004), farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının (rekombinat kimoziin, *Rhizomucor miehei* proteazı ve *Rhizomucor pusillus* proteazı) yağı azaltılmış Mozzarella peynirinin % 12 TCA'de çözünen azot oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çepoğlu (2005), Beyaz peynir üretiminde buzağı renneti, rekombinat kimoziin ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanmış, en yüksek % 12 TCA'de çözünen azot oranına *Rhizomucor miehei* proteazı ile üretilen peynirin sahip olduğunu bildirmiştir.

Kaşar peynirlerinin % 12 TCA'de çözünen azot oranları olgunlaşma süresince düzenli olarak artmıştır. Örneğin 1. gün % 0.048 ile % 0.073 arasında olan oranlar, olgunlaşmanın sonunda % 0.107 ile % 0.144 arasında değişen oranlara kadar yükselmiştir (Şekil 4.13). Olgunlaşma süresince peynirlerin % 12 TCA 'da çözünen azot oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kaşar peynirlerin olgunlaşma süresi içinde suda çözünen azot oranlarının arttığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (Aydemir, 2000; Koca, 2002; Güven ve ark., 2003; Güven ve Tatar Görmez, 2004; Keçeli ve ark., 2006; Çürük, 2006).

Omar ve El-Zayat (1986), Kashkaval peynirlerinde, Kindstendt ve ark. (1995) Mozzarella peynirinde, Lau ve ark. (1991) Cheddar peynirinde ve Hayaloğlu (2003) Beyaz peynirde % 12 TCA'de çözünen azot oranlarının olgunlaşma süresince arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan % 12 TCA'de çözünen azot oranları

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin % 12 TCA'de çözünen azot oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ($p<0.01$), olgunlaşma süresi ($p<0.01$) ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin % 12 TCA'de Çözünen Azot Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.004153	45.402	0.000**
Süre	4	0.00916	98.566	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.0002166	2.368	0.021*
Hata	40	0.00002547		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli.

4.5.11. Kaşar Peynirlerinin % 5 Fosfotungistik Asitte (PTA) Çözünen Azot Oranları (%)

Peynirin % 5 PTA'de çözünen fraksiyonlarının, 700 dalton'dan küçük (Gonzales de Llano ve ark, 1991) veya 600 dalton'dan küçük peptidler (di-, tri- ve

tetra- peptidler) ile aminoasitler olduğu belirtilmektedir (Jarrett ve ark, 1982; McSweeney ve Fox,1997; Hannon ve ark, 2003; Hayaloğlu, 2003).

Çizelge 4.31’de görüleceği gibi olgunlaşma süresince D peynirinin % 5 PTA’de çözünen azot oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük % 5 PTA’de çözünen azot oranına B peyniri sahip olmuştur. Peynir örneklerinin % 5 PTA’de çözünen azot değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda olgunlaşmanın 1. gününde farkların önemli olmadığı ($p>0.05$), olgunlaşmanın 15. gününde $p<0.05$ düzeyinde, diğer günler ise $p<0.01$ düzeyinde farkların önemli olduğu belirlenmiştir.

Koçak ve ark. (1998), Ankara piyasasından topladıkları Kaşar peynirlerinin fosfotungstik asitte çözünen azot oranlarının % 0.059 ile % 0.323 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.31. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 5 PTA’de Çözünen Azot Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.023±0.002a ^E	0.021±0.001a ^E	0.024±0.001a ^E	0.025±0.001a ^E
15	0.026±0.002b ^D	0.025±0.003b ^D	0.027±0.002ab ^D	0.029±0.002a ^D
30	0.030±0.001c ^C	0.029±0.001c ^C	0.033±0.002b ^C	0.036±0.005a ^C
60	0.042±0.002c ^B	0.041±0.010c ^B	0.045±0.001b ^B	0.048±0.001a ^B
90	0.060±0.002c ^A	0.057±0.004d ^A	0.064±0.002b ^A	0.068±0.068a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* protezi, D: *Cryphonectria parasitica* proteazi. a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşma süresince D peynirinin % 5 PTA’de çözünen azot (% azot) oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük % 5 PTA’de çözünen azot (% azot) oranına B peyniri sahip olmuştur (Çizelge 4.32). Peynirlerin % 5 PTA’de çözünen azot oranları (% azot) arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, depolamanın 1. günü peynirler arasında fark belirlemezken, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde $p<0.01$ düzeyinde farklar belirlenmiştir.

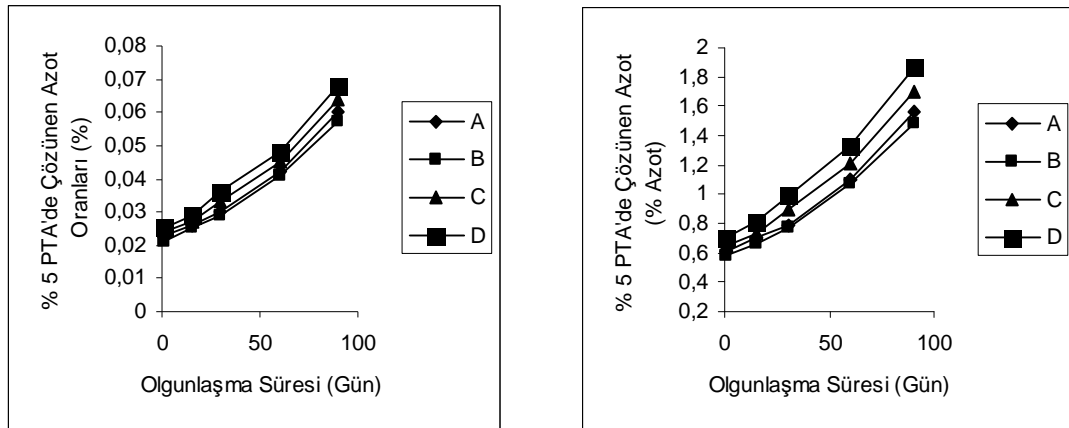
Çizelge 4.32. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan % 5 PTA'de Çözünen Azot Oranları (% Azot)(n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.610±0.068a ^D	0.583±0.024a ^E	0.651±0.045a ^D	0.701±0.043a ^E
15	0.704±0.039b ^D	0.657±0.046b ^D	0.728±0.033b ^D	0.809±0.036a ^D
30	0.793±0.019c ^C	0.774±0.039c ^C	0.896±0.070bc ^C	0.985±0.013a ^C
60	1.097±0.060c ^B	1.078±0.023c ^B	1.208±0.035b ^B	1.326±0.025a ^D
90	1.560±0.048c ^A	1.481±0.038d ^A	1.696±0.044b ^A	1.865±0.014a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* protezi, D: *Cryphonectria parasitica* proteazi.
a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.14'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi Kaşar peynirlerinin % 5 PTA'de çözünen azot ve % azot oranları olgunlaşma süresince artmıştır. Bu artış olgunlaşmanın 30. gününe kadar yavaş gerçekleşirken, olgunlaşmanın sonuna doğru hızlanmıştır. Peynirlerin olgunlaşma süresi içerisinde tüm peynirlerin % 5 PTA'de çözünen azot ve % azotlarında görülen bu artış tüm peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).



Şekil 4.14. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan % 5 PTA'de çözünen azot ve % azot oranları

% 5 PTA'de çözünen azot oranlarının, peynirin olgunlaşması süresince artış gösterdiği çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur (Güler, 1999; Litopoulou-Tzanetaki ve ark, 1993; Hannon ve ark, 2003; Hayaloğlu, 2003; Çürük, 2006). Araştırmacıların bir çoğu bunun nedeninin, olgunlaşma süresince ortaya çıkan

küçük moleküllü peptidlerin ve aminoasitlerin % 5 PTA'de çözünür özellik göstermesinden kaynaklandığını ileri sürmektedirler (Hayaloğlu, 2003).

Feeney ve ark. (2002), Mozzarella peynirinin olgunlaşma süresince (70 gün) % 5 PTA'de çözünen azot oranının artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Peynirlerin % 5 PTA'de çözünen azot oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin % PTA'de Çözünen Azot Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.0001252	73.647	0.000**
Süre	4	0.002976	1750.319	0.000**
Örnek X Süre	12	0.000005131	3.018	0.004**
Hata	40	0.0000017		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli.

4.5.12. Kaşar Peynirlerinin Kazein Azotu Oranları (%)

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin kazein azotu oranları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.34'de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.34 incelendiğinde, en yüksek kazein azotu oranlarına B peyniri, en düşük orana ise D peyniri sahip olmuştur. Olgunlaşmanın 1. ve 15. gününde peynirlerin kazein azotu oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmazken ($p>0.05$), olgunlaşmanın 30. gününden itibaren aralarındaki farklılıklar önemli düzeyde çıkmıştır ($p<0.01$).

Çizelge 4.34. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kazein Azotu Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	3.40±0.06a ^A	3.41±0.08a ^A	3.35±0.12a ^A	3.27±0.15a ^A
15	3.41±0.06a ^A	3.43±0.09a ^A	3.35±0.11a ^A	3.26±0.15a ^A
30	3.29±0.05ab ^B	3.32±0.06a ^{AB}	3.18±0.10b ^{AB}	3.05±0.02c ^{AB}
60	3.23±0.04b ^B	3.25±0.07a ^B	3.07±0.11b ^B	2.91±0.02c ^{BC}
90	3.21±0.02b ^C	3.24±0.04b ^B	3.03±0.06b ^B	2.79±0.05a ^C

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşma süresince B peynirinin kazein azotu (% azot) oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.35). Peynirlerin kazein azotu (% azot) oranları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, olgunlaşmanın 1., 15. ve 90. günler p<0.05 düzeyinde, diğer günler ise p<0.01 düzeyinde önemli farkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Kazein Azotu Oranları (% Azot) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	91.46±0.142ab ^A	91.68±0.055a ^A	90.86±0.451bc ^A	90.32±0.654c ^A
15	91.10±0.759a ^A	91.46±0.183a ^A	90.60±0.400ab ^A	89.85±0.389b ^A
30	86.97±0.290a ^B	87.64±0.565a ^B	86.05±0.292b ^B	84.39±0.222c ^B
60	84.03±2.571bc ^D	85.30±1.002a ^C	83.10±0.865ab ^C	79.94±0.500c ^B
90	83.47±0.495a ^C	84.09±0.260a ^D	80.74±0.420a ^D	71.96±8.840b ^C

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.15 incelendiğinde de görülebileceği gibi Kaşar peynirlerinin kazein azotu ve % azotu oranları olgunlaşma süresine bağlı olarak azalmıştır. Bu azalış, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen D peynirinde diğer peynirlere göre daha fazla olmuş ve bunu *Rhizomucor miehei* proteazı ile üretilen peynirler izlemiştir. Olgunlaşmanın başlangıcında kazein azotu oranları % 3.27 - % 3.41 arasında bir değişim gösterirken, 90. günde % 2.79 - % 3.24 arasında değişen değerler almıştır. Olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kazein azotu değerlerindeki bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Kazein

azotunun olgunlaşma süresince azalması, α - ve β -kazeinin hidrolize olması, peptidlere ve aminoasitlere parçalanmasından kaynaklanmaktadır.

Hayaloğlu (2003), Beyaz peynirlerde kazein azotunun olgunlaşma süresince azaldığını ve olgunlaşmanın 60. gününden itibaren bu azalmanın daha da hızlandığını bildirmiştir.

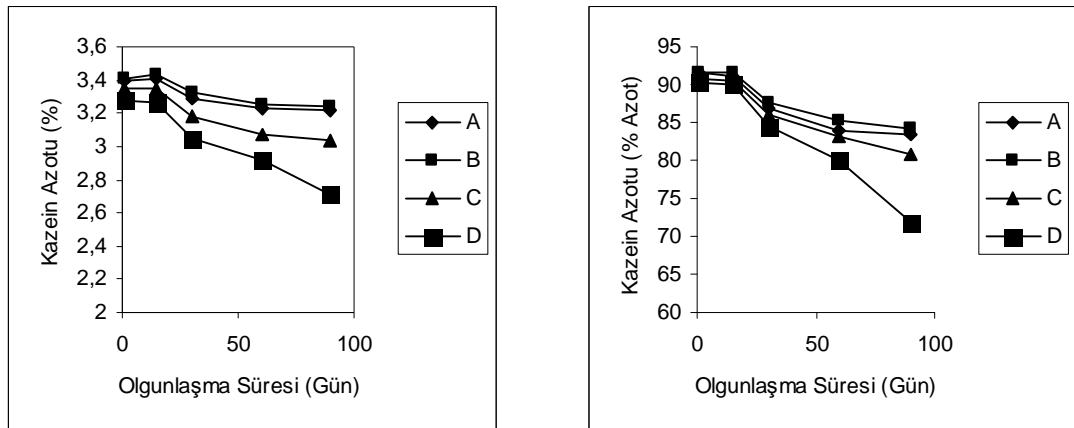
Çürük (2006), Kaşar peynirinde olgunlaşma boyunca kazein azotunun azaldığını belirtmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin kazein azotu oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ($p<0.01$), olgunlaşma süresi ($p<0.01$) ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun ($p<0.05$) önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Kazein Azotu Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.265	21.466	0.000**
Süre	4	0.290	23.521	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.02585	2.094	0.040*
Hata	40	0.01235		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli.



Şekil 4.15. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan kazein azotu ve % azotu oranları

4.5.13. Kaşar Peynirlerinin Proteoz-Pepton Azotu Oranları (%)

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin proteoz-pepton azotu oranları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.37’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.37 de de görüleceği gibi en yüksek proteoz-pepton azotu oranına D peyniri sahip olurken, en düşük orana ise B peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin protez-pepton azotu oranları arasında olgunlaşmanın 15. ve 30 günü istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p>0.05$), olgunlaşmanın 1., 60. ve 90. günlerinde saptanan farklılıklar önemli olarak bulunmuştur ($p<0.01$).

Koçak ve ark. (1998), Ankara piyasasında satılan Kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi konusunda yaptıkları bir araştırmada, peynirlerin proteoz-pepton azot oranının % 0.112 ile % 0.427 arasında değiştiğini bildirmişlerdir

Çizelge 4.37. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Proteoz-Pepton Azotu Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.267±0.005bc ^C	0.261±0.006c ^C	0.283±0.014a ^D	0.278±0.005ab ^D
15	0.272±0.030a ^C	0.268±0.007a ^C	0.284±0.004a ^D	0.279±0.005a ^D
30	0.417±0.010a ^B	0.425±0.042a ^B	0.428±0.011a ^C	0.456±0.006a ^C
60	0.492±0.05bc ^A	0.464±0.034c ^{AB}	0.520±0.026b ^B	0.610±0.011a ^B
90	0.514±0.018c ^A	0.500±0.010c ^A	0.602±0.012b ^A	0.710±0.031a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

En düşük proteoz-pepton azotu (% azot) oranına B peyniri sahip olmuştur (Çizelge 4.38). Peynirlerin kazein azotu (% azot) oranları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, olgunlaşmanın ilk 30. günü farklılıklar belirlemezken ($p<0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise $p<0.01$ düzeyinde önemli farkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Proteoz-Pepton Azotu Oranları (% Azot)(n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	7.17±0.289 ^{aC}	7.02±0.090 ^{aC}	7.68±0.577 ^{aD}	7.68±0.431 ^{aD}
15	7.29±0.821 ^{aC}	7.14±0.340 ^{aC}	7.68±0.298 ^{aD}	7.45±0.274 ^{aD}
30	11.03±0.363 ^{aB}	11.21±1.213 ^{aB}	11.58±0.122 ^{aC}	12.61±0.192 ^{aC}
60	12.94±0.234 ^{bcA}	12.20±0.994 ^{cAB}	14.07±0.954 ^{bB}	16.74±0.177 ^{aB}
90	13.36±0.488 ^{cA}	12.99±0.359 ^{cA}	16.04±0.372 ^{bA}	19.47±0.896 ^{aA}

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

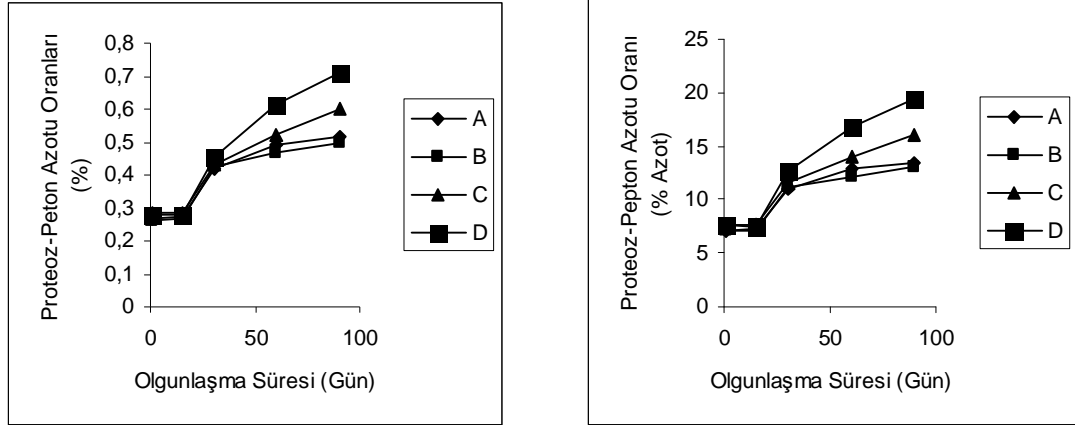
A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır

Olgunlaşma dönemi boyunca peynirlerin proteoz-pepton azotu ve % azotu oranları artış göstermiştir (Şekil 4.16). Bu artış olgunlaşmanın 15. gününden itibaren daha da hızlanmıştır. Kaşar peynirlerinin proteoz-pepton azotu oranları olgunlaşmanın 1. gününde % 0.261 ile % 0.283 arasında değişmiş, 15. gün % 0.268 ile % 0.284 arası değerlere, 90. günde ise % 0.500 ile % 0.710 arasında değerlere ulaşmıştır. Olgunlaşma süresince Kaşar peynirlerinin proteoz-pepton azotu oranlarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Güven ve ark. (2003), farklı ambalaj materyalleri ile yaptıkları bir araştırmada Kaşar peynirlerin proteoz-pepton azotu oranlarının olgunlaşma süresince arttığını bildirmişlerdir.

Çürük (2006), farklı eritme tuzları kullanarak yaptığı Kaşar peynirlerin proteoz-pepton azotu oranının olgunlaşmanın 1. günü % 0.121- % 0.242 arasında değerler aldığını ve olgunlaşmanın sonunda % 0.355 - % 0.947 arasında değerlere ulaştığını bildirmiştir.

Kaşar peynirlerinin proteoz-pepton azotu oranlarına pıhtılaştırıcı enzim farklılığı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.39'da verilmiştir. Buna göre pıhtılaştırıcı enzim farklılığı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun peynirlerin proteoz-pepton azotu oranlarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir (p<0.01).



Şekil 4.16. Kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince saptanan proteoz-pepton azotu ve % azotu oranları

Çizelge 4.39. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Proteoz-Pepton Azotu Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları				
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.02027	59.931	0.000**
Süre	4	0.239	706.803	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.005302	15.676	0.000**
Hata	40	0.0003382		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.5.14. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% SÇA'e göre)

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları (% SÇA) ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.40'de ve bu oranların oluşturduğu grafik Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.40'dan da görüleceği gibi en yüksek olgunlaşma indeksi katsayısı oranına *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen D peyniri, en düşük orana ise rekombinant kimozin ile üretilen B peyniri sahip olmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları arasında farkların 1 ve 15. günler (p<0.05), diğer günler ise (p<0.01) düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.40. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% SÇA'ye göre) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	8.53±0.21bc ^D	8.33±0.11c ^D	9.21±0.53ab ^D	9.69±0.55a ^C
15	8.84±0.75b ^D	8.54±0.21b ^D	9.38±0.41ab ^D	10.17±0.44a ^C
30	13.04±0.27c ^C	12.32±0.54d ^C	13.85±0.30b ^C	15.66±0.20a ^B
60	15.63±0.30bc ^B	14.65±0.96c ^B	16.87±1.00b ^B	20.03±0.41a ^B
90	16.56±0.43c ^A	15.85±0.43d ^A	19.19±0.46b ^A	23.42±1.00a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei*'nin proteazı, D: *Cryphonectria parasitica*'nin proteazı.

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

A,B,C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Balcı (1994), pıhtılaştırıcı enzim olarak buzağı renneti ve rekombinant kimozi kullandığı çalışmada, Kaşar peynirinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranını pıhtılaştırıcı enzimlerin etkilemediğini ve olgunlaşma süresince peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranlarının % 4.76 ile % 11.26 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Uyanık (1994), buzağı renneti, tavuk pepsini ve bunların karışımlarının Kaşar peynirinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranını etkilediğini ve 90 günlük olgunlaşma süresince peynirlerin olgunlaşma oranlarının % 10.55 ile % 47.95 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Koçak ve ark. (1998), Ankara piyasasında satılan Kaşar peynirlerinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranlarının 6.47 ile 22.31 arasında değiştiğini ortalama olarak % 12.48 olduğunu bildirmişlerdir.

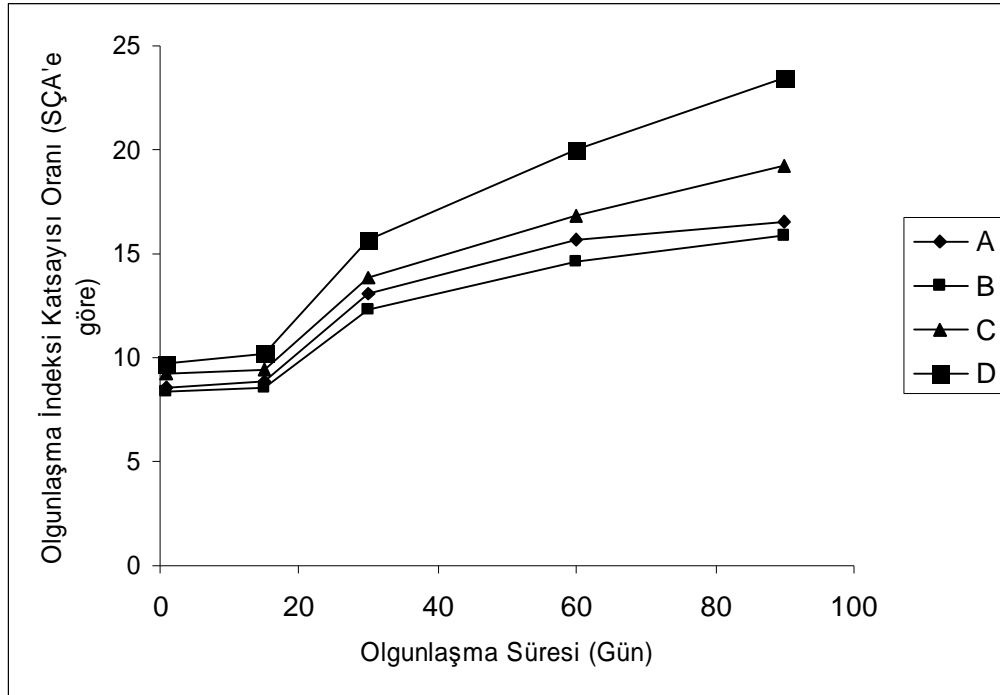
Güven ve ark. (2003), Kaşar peynirini paketlemek için farklı ambalaj materyalleri kullandıkları çalışmalarında 6 aylık depolama süresince peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranlarının % 7.36 ile % 11.28 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Olgunlaşma indeksi katsayısı oranları 15. güne kadar yavaş, diğer günler ise hızlı olarak artmıştır. Peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları olgunlaşmanın 1. günü % 8.33 ile % 9.69 arasında, olgunlaşmanın sonunda % 15.85 ile % 23.42 seviyelerine kadar yükselmiştir. Olgunlaşma indeksi katsayısı oranında en yüksek artış *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen D peynirinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.17). Olgunlaşma süresince tüm peynirlerin olgunlaşma

indeksi katsayısı oranlarındaki artış 15. günden itibaren istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Birçok araştırmacı olgunlaşma süresince Kaşar peynirinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranının arttığını bildirmişlerdir (Yaygın ve Dabiri, 1989; Kurultay, 1993; Özdemir, 1997; Koçak ve ark., 1996; Yaşar, 2000; Koca, 2002; Güven ve Tatar Görmez, 2004; Çürük, 2006).

Omar ve El-Zayat (1986), Kashkaval peynirinin depolama süresince olgunlaşma indeksi katsayısı oranlarının % 8.46'dan % 22.90'a yükseldiğini belirlemişlerdir.



Şekil 4.17. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan olgunlaşma indeksi katsayısı oranları (SÇA'e göre)

Yapılan varyans analizi sonucunda, peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	43.516	152.829	0.000**
Süre	4	232.798	817.597	0.000**
P. Enzim X Süre	12	4.257	14.952	0.000**
Hata	40	0.285		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.15. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% 12 TCA'e göre)

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.42'de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.42 de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince D peynirinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük olgunlaşma oranına ise B peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin tüm depolama sürelerinde olgunlaşma indeksi katsayısı oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Bunun, *Cryphonectria parasitica* proteazının, *Rhizomucor miehei* proteazı, buzağı renneti ve rekombinant kimozenin daha proteolitik olması ve β -kazeini daha fazla parçalanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yun ve ark., 1993a; Kim ve ark., 2004). Değişik araştırmalar pıhtılaştırıcı enzimlerin büyük peptidlerin, starter kültürlerin ise küçük peptidler ve aminoasitlerin oluşumundan sorumlu olduğunu göstermiştir (Lane ve Fox, 1996; Dave ve ark., 2003 a, b; Hayaloğlu, 2003).

Şekil 4.18 incelendiğinde Kaşar peynirlerinin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları olgunlaşma süresince artış göstermiştir. Örneğin 1. gün % 1.30 ile % 2.01 arasında olan oranlar, olgunlaşmanın sonunda % 2.85 ile % 3.94 seviyelerine kadar yükselmiştir. Olgunlaşma süresince peynirlerin olgunlaşma indeksindeki artışlar tüm peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

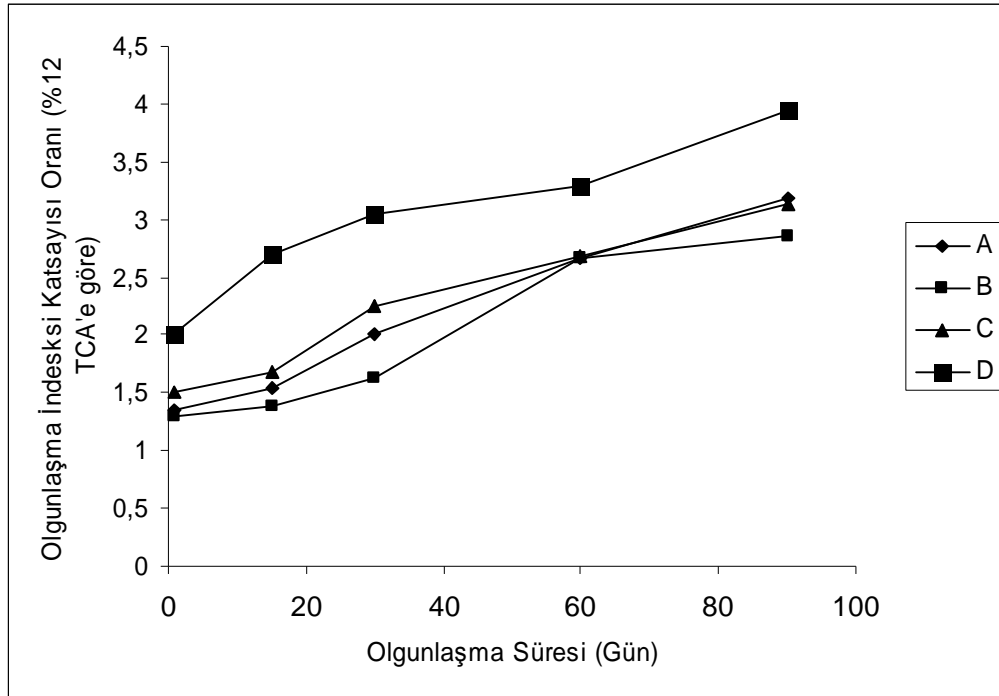
Çizelge 4.42. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranları (% 12 TCA'ye göre) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	1.35±0.023c ^D	1.30±0.093c ^C	1.51±0.050b ^D	2.01±0.130a ^D
15	1.54±0.195b ^D	1.39±0.149b ^{BC}	1.68±0.115b ^D	2.70±2.590a ^C
30	2.01±0.104c ^C	1.63±0.035d ^B	2.25±0.190b ^C	3.04±0.037a ^B
60	2.67±0.070b ^B	2.67±0.529b ^A	2.69±0.140b ^B	3.28±0.236a ^B
90	3.18±0.061b ^A	2.85±0.220b ^A	3.14±0.210b ^A	3.94±0.176a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.18. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan olgunlaşma indeksi katsayısı oranları (% 12 TCA'ye göre)

Peynirlerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranları üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımı, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğu (p<0.01) belirlenmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma İndeksi Katsayısı Oranlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları				
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	3.046	85.734	0.000**
Süre	4	6.087	171.308	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.07890	2.221	0.000**
Hata	40	0.03553		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.16. Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Miktarları

Proteinlerdeki toplam serbest aminoasit miktarları, aminoasitlerin fonksiyonel amino gruplarının kromofor bir madde ile boyanması ile belirlenmektedir (Wallace ve Fox, 1998; Hayaloğlu, 2003). Toplam serbest aminoasit miktarları, spektrofotometrik olarak 507 nm’de saptanmış ve absorbans değerleri standart eğriye göre mg Leu/g’a dönüştürülmüştür.

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin serbest aminoasit miktarları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.44’ de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.19’ da verilmiştir.

Çizelge 4.44’den de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince D peynirinin toplam serbest aminoasit miktarı diğer peynirlerden yüksek bulunmuştur. En düşük toplam serbest aminoasit miktarına B peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarları arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 1. ve 15. gün (p>0.05) farkların olmadığı, 30. ve 90. günler (p<0.01) ve 60. gün (p<0.05) düzeyinde farkların olduğu belirlenmiştir.

O’Keeffe ve ark. (1978) ve Lane and Fox (1996) serbest aminoasitlerin oluşumundan starter bakterilerin sorumlu olduklarını bildirmişlerdir. Pıhtılaştırıcı enzimler kazeinleri büyük veya orta büyüklükte peptidlere hidrolize etmekte, daha sonra starter veya starter olmayan bakterilerin proteinaz ve peptinazları bunları serbest aminoasitlere parçalamaktadır. Serbest kalan aminoasitler direk olarak peynirin aromasını etkilemekte veya aroma bileşenlerinin ön maddeleri olarak görev yapmaktadırlar (McSweeney ve ark., 1995; Hayaloğlu, 2003).

Çizelge 4.44. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Toplam Serbest Aminoasit Miktarları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.83±0.049a ^E	0.79±0.065a ^D	0.74±0.107a ^E	0.87±0.085a ^E
15	1.83±0.065a ^D	1.86±0.768a ^C	1.92±0.068a ^D	2.08±0.579a ^D
30	2.45±0.045b ^C	2.41±0.163b ^{BC}	2.50±0.090b ^C	2.78±0.062a ^C
60	2.97±0.057b ^B	2.90±0.100b ^B	2.93±0.115b ^B	3.17±0.046a ^B
90	3.14±0.119b ^A	3.07±0.153c ^A	3.18±0.418b ^A	3.57±0.058a ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

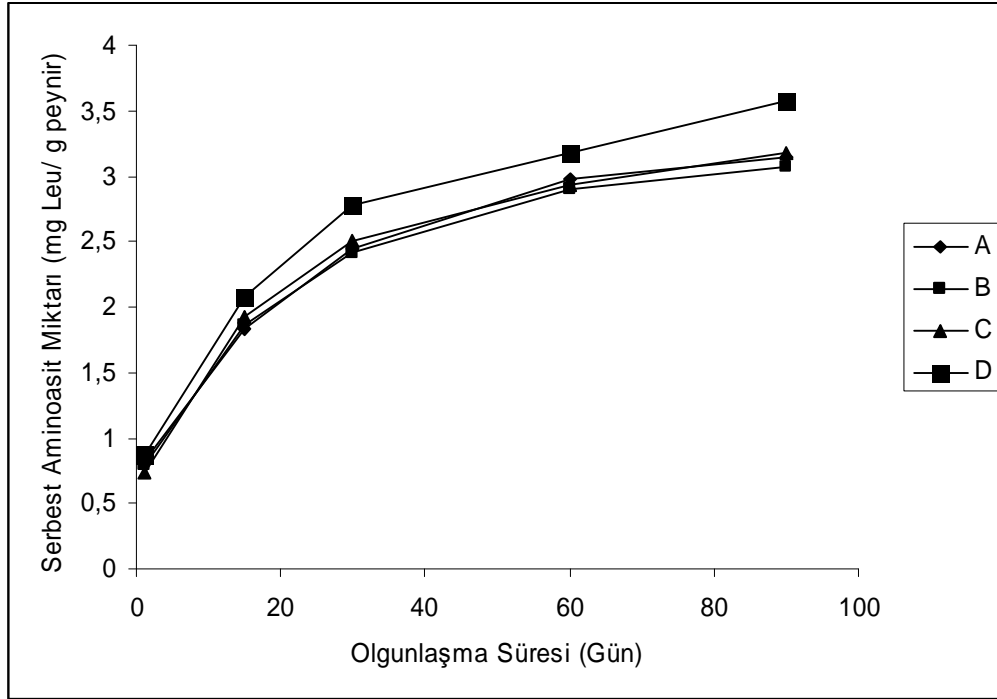
A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Olgunlaşma süresince bütün peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarları artış göstermiştir (Şekil 4.19). Kaşar peynirlerinin toplam serbest aminoasit miktarları 1. gün % 0.74 ile % 0.87 arasında değişmiş ve 90. gününde % 3.07 ile % 3.57 arasında değişen değerlere ulaşmıştır. Olgunlaşma süresince Kaşar peynirlerinin toplam serbest aminoasit miktarlarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Omar ve El-Zayat (1986), Kashkaval peynirinin 4 ay olgunlaştırılmasında serbest aminoasit miktarlarının (glutamik asit, lösin, valin ve trozin) arttığını ve bu aminoasitlerin artışının Kashkaval peynirlerinin karakteristik aromasıyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarlarının olgunlaşma süresince arttığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Law ve ark., 1993; Farkye ve ark., 1995; Hayaloğlu ve ark., 2005; Çürük, 2006).

Varyans analizi sonucunda, pıhtılaştırıcı enzim farklılığı ve olgunlaşma süresi peynirlerin toplam serbest aminoasit miktarlarını önemli derecede etkilerken (p<0.01), pıhtılaştırıcı enzim farklılığı x olgunlaşma süresi interaksyonunun etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05) (Çizelge 4.45).



Şekil 4.19. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan toplam serbest aminoasit miktarları

Çizelge 4.45. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Toplam Serbest Aminoasit Miktarlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.258	4.682	0.007**
Süre	4	11.331	205.964	0.000**
P. Enzim X Süre	12	0.0167	0.304	0.985
Hata	40	0.05502		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli.

4.5.17. Biyokimyasal Analizler

Peynirlerde proteinler, proteolitik ve diğer parçalayıcı enzimlerin aktivasyonu ile büyük ve küçük peptitlere, aminoasitlere küçük organik moleküllere ayrışmakta ve bu hidrolizasyon değişik yöntemlerle takip edilebilmektedir. Büyük peptidler jel elektroforezi ile saptanabilmektedir. Bunun aynı zamanda peynir olgunlaşmasının ilk devrelerinde kazein misellerindeki düz zincirlerin takibi içinde uygun bir yöntem olduğu bildirilmektedir (Uysal ve ark., 1996).

Bu çalışmada peynirlerin üre-PAGE elektroforetik analizleri de yapılmış olup elektroforetogramları Şekil 4.20’de gösterilmiştir. Her bir şekilde 1. bant (K) Na-kazeinatı, diğer bantlar da sırasıyla olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirlerin kazein fraksiyonlarının elektroforetik özelliklerini göstermektedir.

Elde edilen jellerin kantitatif değerlendirmesi sonucunda peynirlerin β -kazein oranları arasında olgunlaşmanın ilk 15 günü farkların olmadığı ($p>0.05$), fakat 30., 60. ve 90. günler D peyniri ile diğer peynirler arasında farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.46). *Cryphonectria parasitica* proteazı diğer enzimlere göre β -kazeini daha fazla hidrolize etmiştir. Mozzarella peynirinde olgunlaşma süresince *Cryphonectria parasitica* proteazının, rekombinat kimozeine ve *Rhizomucor miehei* proteazına göre β -kazeini daha fazla hidrolize ettiği belirlenmiştir (Yun ve ark., 1993a). Bogenrief ve Olson (1995), Cheddar peynirinin 120 günlük olgunlaşmasında *Cryphonectria parasitica* proteazı buzağı rennetine göre β -kazeini daha fazla parçaladığını bildirmişlerdir.

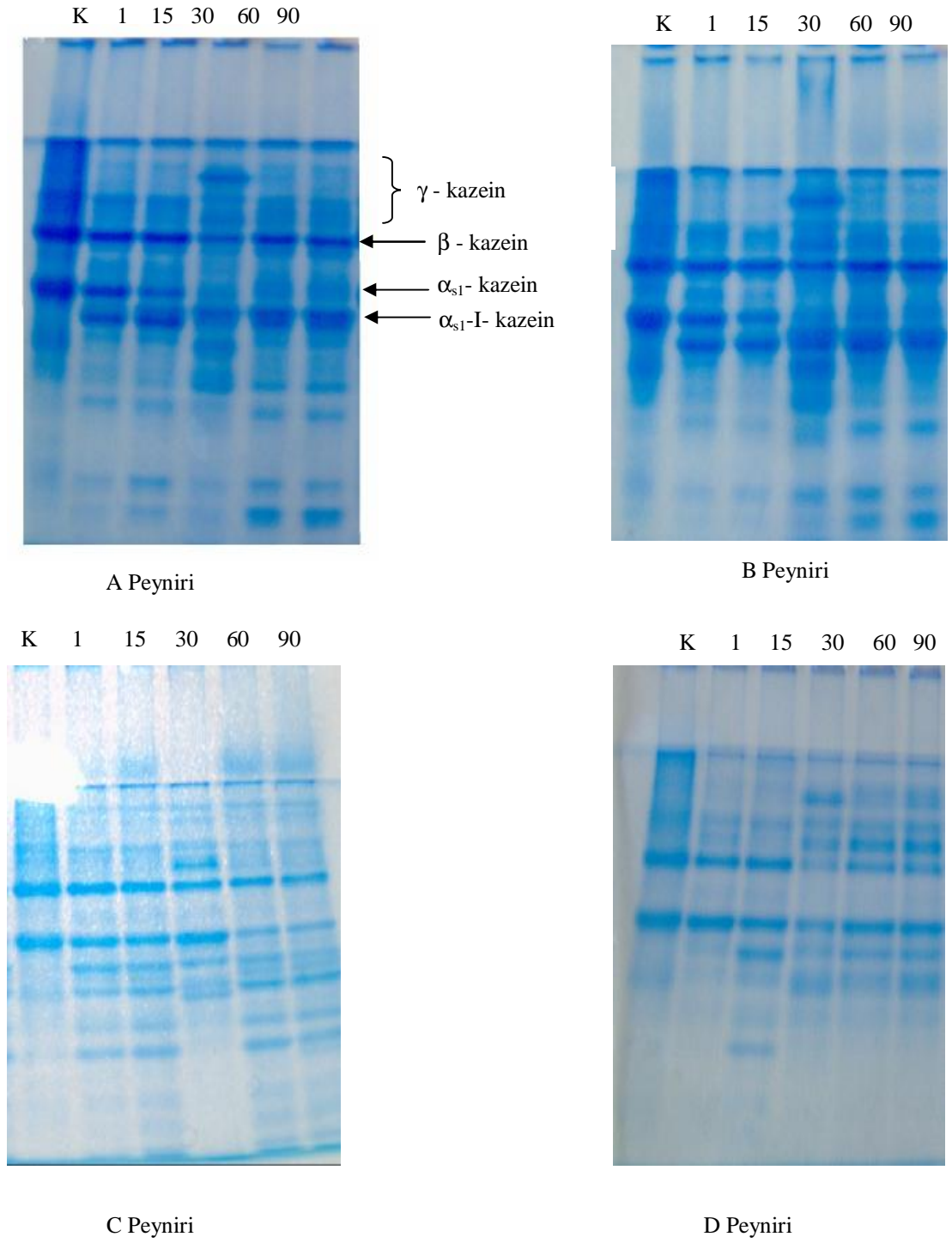
Çizelge 4.46. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan β -Kazein Oranları (%) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	100 a ^A	100 a ^A	100 a ^A	100 a ^A
15	94.33±1.527a ^A	94.00±1.012a ^B	93.00±1.112a ^B	91.00±1.154a ^B
30	85.00±1.032a ^B	85.66±1.527a ^C	86.66±2.516a ^C	75.02±1.321b ^C
60	82.33±1.524a ^{CD}	79.66±1.534a ^D	81.66±3.216a ^D	62.67±1.527b ^D
90	79.02±4.581a ^D	78.23±2.183a ^D	75.66±2.081a ^E	53.34±2.081b ^E

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozein C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.20. Peynirlerin olgunlaşma süresince saptanan elektroforetogramları

Çizelge 4.46'dan da görüleceği gibi Kaşar peynirlerin β -kazein oranları depolama süresince azalmıştır. Peynirlerin β -kazein oranları olgunlaşmanın 15. gününde % 91.00 ile % 94.33 arasında değişirken, olgunlaşmanın sonunda % 53.34 ile % 79.02 arası değerlere düşmüştür. En fazla düşüş D peynirinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresinde β -kazein oranlarındaki düşüş tüm peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Değişik araştırmacılar peynirde olgunlaşma süresince β -kazein oranının azaldığını bildirmişlerdir (Yun ve ark., 1993a; Bogenrief ve Olson, 1995; Irigoyen ve ark., 2002; Dave ve ark., 2003a; Dave ve ark., 2003c; Hayaloğlu ve ark., 2004; Kim ve ark., 2004; Çürük, 2006).

Kindstedt ve ark., (1991), 8 hafta depolanan Mozzarella peynirinde *Cryphonectria parasitica* proteazının β -kazeinin % 70'ni ve α_1 -kazeinin ise % 40'nı hidroliz ettiğini bildirmişlerdir. Faryke ve ark., (1995), 9 aylık depolanan Cheddar peynirinde α_1 -kazeinin % 90'ı ve β -kazeinin ise % 30'nun hidrolize olduğunu belirtmişlerdir. Bogenrief ve Olson (1995), kimozen kullanarak ürettikleri Cheddar peynirinde 45 gün depolama sonunda β -kazeinin % 17'sinin hidrolize olmasına karşın *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerde ise β -kazeinin % 60'ının hidrolize olduğunu saptamışlardır. *Cryphonectria parasitica* proteazının β -kazeine karşı kimozenin daha proteolitik olduğu değişik araştırmalarda da ortaya konmuştur (Kindstedt ve ark., 1991; Bogenrief ve Olson, 1995, Dave ve ark., 2003c; Kim ve ark., 2004). Faryke ve ark. (1991), *Cryphonectria parasitica* proteazı ile yaptıkları bir çalışmada, Mozzarella peynirinin 14 günlük süre ile depolamasında, β -kazeinin % 40, α_1 -kazeinin ise % 14 oranında parçalandığını tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince peynirlerin α_1 -kazein oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek α_1 -kazein oranına D peyniri sahip olurken, en düşük orana ise B peyniri sahip olmuştur (Çizelge 4.47). Dave ve ark. (2003a), Mozzarella peynirinde olgunlaşma süresince rekombinant kimozenin α_1 -kazeini *Cryphonectria parasitica* proteazından daha fazla hidrolize ettiğini bildirmişlerdir. Kim ve ark. (2004), benzer sonucu Cheddar peynirinde bulmuşlardır.

α 1-kazein üç aşamada proteolitik hidrolizasyona uğramaktadır (Fox, 1989). Başlangıçta pıhtılaştırıcı enzimler α 1-kazeini Phe₂₃-Phe₂₄ bağlarından parçalayarak α 1-kazein (f1-23) ve α 1-kazeine (f24-199) parçalamakta, ikinci olarak pıhtılaştırıcı enzim, sütün doğal enzimleri ve bakteriyel enzimler tarafından α 1-kazein (f24-199) orta ve küçük büyüklükte peptidlere hidrolize edilmekte ve son olarak, bakteriyel enzimler küçük peptidleri aminoasitlere parçalamaktadırlar (Dave ark., 2003c).

Şekil 4.20'den de görüleceği gibi Kaşar peynirlerin α 1-kazein oranları olgunlaşma süresince azalma göstermiştir. Peynirlerin α 1-kazein oranları olgunlaşmanın 15. gününde % 80.33 ile % 89.66 arasında değişirken, olgunlaşmanın sonunda % 40.00 ile % 62.66 arası değerlere düşmüştür. En fazla azalma B peynirinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresince α 1-kazein oranlarındaki düşüş tüm peynirlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Broome ve ark. (2006), rekombinant kimoziin, *Cryphonectria parasitica* proteazı (thermolase) ve *Rhizomucor miehei* proteazları (fromase ve marzyme) kullanarak Cheddar peyniri üretmişlerdir. Rekombinant kimoziin ve *Rhizomucor miehei* proteazları (fromase ve marzyme) kullanılarak üretilen peynirlerde, 210 günlük olgunlaşma süresince α 1-kazeinin β -kazeinden daha fazla parçalandığını belirtmişlerdir. Rekombinat kimoziinin α 1-kazeine karşı *Rhizomucor miehei* proteazlarından (fromase ve marzyme) daha fazla aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.47. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan α 1-Kazein Oranları (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	100 a ^A	100 a ^A	100 a ^A	100 a ^A
15	84.33±2.516ab ^B	80.33±2.081b ^B	85.00±2.000ab ^B	89.66±2.041a ^B
30	69.66±2.084c ^C	61.33±3.055b ^C	77.00±2.011a ^C	79.10±1.010a ^C
60	53.00±2.111d ^D	56.66±1.527c ^D	62.66±1.528b ^D	70.33±1.534a ^D
90	45.66±1.527b ^E	40.00±2.001b ^E	56.33±2.081a ^E	62.66±3.521a ^E

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimoziin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Özdemir (1997), Kaşar peynirinde olgunlaşma süresince α_1 -kazein oranının önemli düzeyde azaldığını, olgunlaşma süresince β -kazein oranlarındaki azalmanın 30. günde önemli, 60 ve 90. günlerde ise önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Saldamlı ve Kaytanlı (1998), Beyaz peynirde α_1 -kazeinin β -kazeinden daha fazla parçalandığını, en yüksek parçalanmanın mikrobiyal rennetle yapılan peynirlerde görüldüğü, bunu sırasıyla rekombinant kimozen ve buzağı renneti ile üretilen peynirlerin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Çepoğlu (2005), Beyaz peynirde mikrobiyal enzimin buzağı renneti ve rekombinat kimozen göre daha proteolitik olmasından dolayı α_1 -kazein ve β -kazeini daha fazla hidrolize ettiğini belirtmiştir.

Çürük (2006), Kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince α_1 -kazein ve β -kazein miktarının azaldığını ve bu azalmanın istatistiksel yönden önemli olduğunu bildirmiştir.

4.5.18. Erime Değerleri (mm)

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin erime değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.48'de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.48'den de görüleceği gibi en yüksek erime değerlerine D peyniri sahip olmuştur. A, B ve C peynirleri birbirlerine yakın değerler almışlardır. Buzağı renneti, rekombinant kimozen ve *Rhizomucor miehei* proteazı ve *Cryphonectria parasitica*, α_1 -kazeini benzer oranda hidrolize etmesine karşın, *Cryphonectria parasitica* β -kazeini daha fazla hidrolize etmiştir. Peynirde erime, β -kazein parçalanması ile doğru orantılı olarak artış gösterirken, α_1 -kazeinle göstermemektedir (Bogenrief ve Olson, 1995; Dave ve ark 2003a,b; Kim ve ark., 2004). Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynirlerin erime değerleri arasında istatistiksel olarak fark belirlenemezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen sürelerinde D peyniri ile diğerleri arasında önemli farklar belirlenmiştir ($p<0.01$).

Bogenrief ve Olson (1995), Cheddar peyniri üretiminde *Cryphonectria parasitica* proteazı ve buzağı renneti kullandıkları çalışmalarında, *Cryphonectria*

parasitica proteazı ile üretilen Cheddar peynirinin erime değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kim ve ark. (2004), *Cryphonectria parasitica* ile üretilen Cheddar peynirlerinin erime değerlerinin, rekombinant kimozin ile üretilen peynirden yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Mozzarella peyniri üretiminde *Cryphonectria parasitica* proteazı, *Rhizomucor miehei* proteazı ve rekombinat kimozin kullanımının peynirlerin erime değerlerini etkilediği, en yüksek erime değerine *Cryphonectria parasitica* proteazı kullanılarak üretilen peynirin sahip olduğu bildirilmiştir (Yun ve ark, 1993b). Yine Mozzarella peynirinde rekombinant kimozin, *Cryphonectria parasitica* proteazı ve bu iki enzimin 6 kat fazla kullanıldığı bir araştırmada, *Cryphonectria parasitica* proteazının peynirin erime değerini artırdığı belirlenmiştir. (Dave ve ark., 2003b).

Çizelge 4.48. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Erime Değerleri (mm) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	62.72±1.15a ^C	62.33±2.08a ^C	63.33±2.52a ^C	65.00±3.00a ^E
15	64.33±4.51a ^C	65.33±4.16a ^C	66.00±4.00a ^C	72.33±2.52a ^D
30	70.33±4.51a ^{BC}	69.33±1.15a ^{BC}	72.33±2.52a ^B	85.67±3.78b ^C
60	75.33±2.52a ^B	73.33±2.52a ^C	77.33±3.06a ^B	102.67±4.62b ^B
90	92.62±4.62a ^A	90.33±6.81a ^A	95.67±2.08a ^A	116.33±3.51b ^A

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a, b, c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

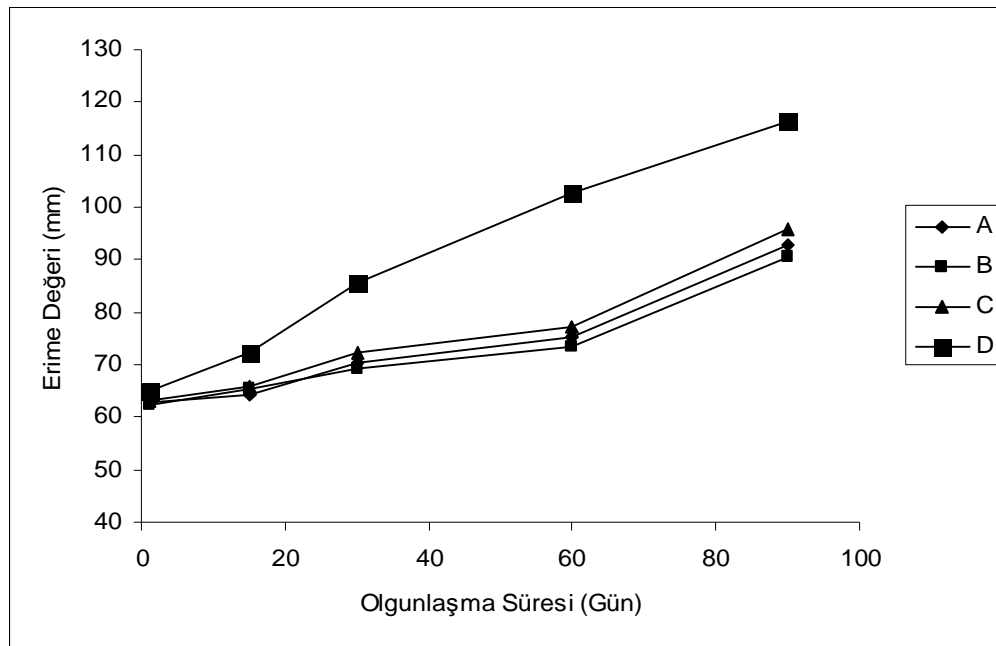
A, B, C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.21'den de görüldüğü gibi Kaşar peynirlerinin erime değerlerinin olgunlaşma süresince artış göstermiştir. Peynirlerin erime değerleri olgunlaşmanın 1. gününde 62.33 ile 65.00 mm arasında değişirken, olgunlaşmanın sonunda 90.33 ile 116.33 mm arası değerlere yükselmiştir. En fazla artış D peynirinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresince erime değerlerindeki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Olgunlaşma süresince meydana gelen proteoliz, peynirlerin eriyebilirliğini artırmaktadır. Çünkü peynir, kazein moleküllerinin birbirleriyle bağlanması sonucu oluşmuş bir matrikstir. Kazeinin molekül bağlarının kırılması veya hidrolizi sonucu matriks zayıflamakta ve bu durum peynirin erimesini artırmaktadır. Olgunlaşmada

hem β -kazeinin hem de α _{s1}-kazeinin hidrolizi peynirlerin erime değerini artırmaktadır (Dave ve ark., 2003a; Lucey ve ark., 2003).

Pıhtısı haşlanan peynirlerde yapılan bir çok çalışmada da araştırmacılar, olgunlaşma süresince erime değerlerinin arttığını bildirmişlerdir (Yun ve ark., 1993b; Bogenrief ve Olson, 1995; Dave ve ark., 2003a,b; Kim ve ark., 2004; Sheehan ve ark., 2004).



Şekil 4.21. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan erime değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin erime değerleri üzerine pıhtılaştırıcı enzim farklılığının, olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğu ($p < 0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Erime Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	866.578	69.000	0.001**
Süre	4	2379.358	189.590	0.001**
P. Enzim X Süre	12	86.314	6.878	0.001**
Hata	40			

* : $p < 0.05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0.01$ düzeyinde önemli.

4.5.19. Kaşar Peynirlerinin Tekstür Profil Analizleri (TPA)

Gıdaların tekstürünü belirlemede kullanılan en yaygın metod tekstür profil analizidir (TPA). TPA’de yedi tekstürel parametre bulunmakta ve bunlar güç-zaman kütresinden elde edilmektedir. Bunlar; kırılabilirlik (fracturability), sertlik (hardness), elastiklik (springiness), sakızimsılık (gumminess), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness) ve çiğnenemeyebilirlik (chewiness) (Kahyaoglu ve ark., 2005).

4.5.19.1. Sertlik

Sertlik (hardness, N): Peynire birinci sıkıştırımda uygulanan maksimum kuvvettir (Kim ve ark., 2004).

Sertlik, peynirin nem ve nem içerisindeki tuz oranı ile ilgilidir. Peynirin nem oranı arttıkça sertlik azalmakta, nemindeki tuz oranı arttıkça ise sertlik artmaktadır (Kaya, 2002).

Peynirin yumuşaması olgunlaşmanın ilk başlarında pıhtılaştırıcı enzimler ile α_{s1} -kazeinin phe₂₃-phe₂₄ bağlarından hidrolize edilmesiyle başlamakta daha sonra, α_{s1} -CN (f24-199) (α_{s1} -I- kazein) ve diğer kazeinlerin parçalanması ile devam etmektedir (Creamer ve Olson, 1982). Peynir tekstürünü, proteoliz oranı ve derinliği, peynirin pH ’sı, kurumadesi ve tuzu etkilemektedir (Lawrence ve ark., 1987).

Çizelge 4.50’den de görüleceği gibi peynirlerin sertlik değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin sertlik değerleri arasında farkların önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Yun ve ark. (1993b), Mozzarella peynirinde farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının peynirin sertlik değerini etkilemediğini belirlemişlerdir. Yağı azaltılmış Mozzarella peynirinde yapılan başka bir çalışmada *Rhizomucor pusillus* proteazı, rekombinant kimozi ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanımının peynirin sertliğini etkilemezken, olgunlaşma süresinin etkilediği bildirilmiştir (Sheehan ve ark., 2004).

Diğer yönden, Kaşar peynirlerinin sertlik değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir (Şekil 4.22). Buna göre sertlik değerleri olgunlaşmanın başlangıcında 17.71 ile 18.70 arasında değişmiş, olgunlaşmanın sonunda 10.35 ile 12.14 arası bir değere düşmüştür. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.50. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Sertlik Değerleri (N) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	18.70±1.260 ^{aC}	18.05±0.703 ^{aC}	17.71±2.073 ^{aB}	18.46±1.062 ^{aC}
45	15.86±0.696 ^{aB}	14.38±1.847 ^{aB}	13.55±0.705 ^{aA}	14.95±1.412 ^{aA}
90	12.14±0.625 ^{aA}	11.04±0.911 ^{aA}	11.12±1.010 ^{aA}	10.35±0.872 ^{aA}

A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

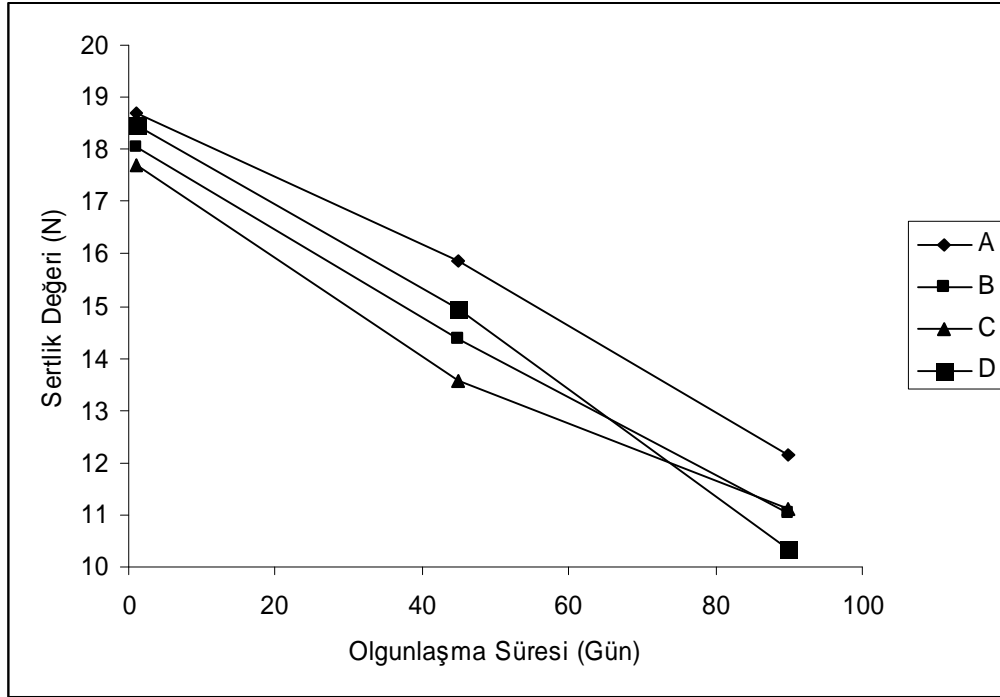
A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Koca (2002), Kaşar peynirinde, depolama süresince meydana gelen proteolizin peynirde yumuşamaya neden olduğunu belirtmiştir.

Gripon (1993), olgunlaşma süresince α_{s1} -kazeinin parçalanması ve yüzey florası tarafından pH'nın yükselmesinin Camembert peynirinin yumuşamasına neden olduğunu bildirmiştir.

Kim ve ark. (2004), Cheddar peynirinde olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirlerin yumuşadığını, farklı enzimlerle yapılan peynirlerin sertlik değerlerinin olgunlaşmanın 10. gününe kadar benzer olduğunu, daha sonra küçük farklılıkların oluştuğunu saptamışlardır.

Peynirlerin sertlik değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun ise etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.51).



Şekil 4.22. Kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince saptanan sertlik değerleri

Çizelge 4.51. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	2.393	1.531	0.232
Süre	4	148.983	95.298	0.000**
P.Enzim X Süre	12	0.518	0.331	0.914
Hata	40	1.563		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.5.19.2. Elastiklik

Elastiklik (springiness), birinci sıkıştırma sonrası peynirin eski halini alma oranı olarak ifade edilir (Gunasekaran ve Ak, 2003).

Çizelge 4.52'dan da görüleceği gibi peynirlerin elastiklik değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin sertlik değerleri arasında farkların önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Yun ve ark. (1993b), Mozzarella peynirinde farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının, peynirin elastiklik değerini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.52. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Elastiklik Değerleri (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.82±0.001a ^B	0.81±0.021a ^C	0.83±0.041a ^B	0.80±0.015a ^C
45	0.73±0.035a ^B	0.75±0.017a ^B	0.72±0.020a ^B	0.69±0.024a ^B
90	0.70±0.010a ^A	0.69±0.057a ^A	0.68±0.030a ^A	0.66±0.080a ^A

A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

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

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.23' den de görülebileceği gibi, Kaşar peynirlerinin elastiklik değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Buna göre olgunlaşmanın başlangıcında sertlik değerleri 0.80 ile 0.83 arasında değişmiş, olgunlaşmanın sonunda 0.66 ile 0.70 arasında bir değere düşmüştür. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

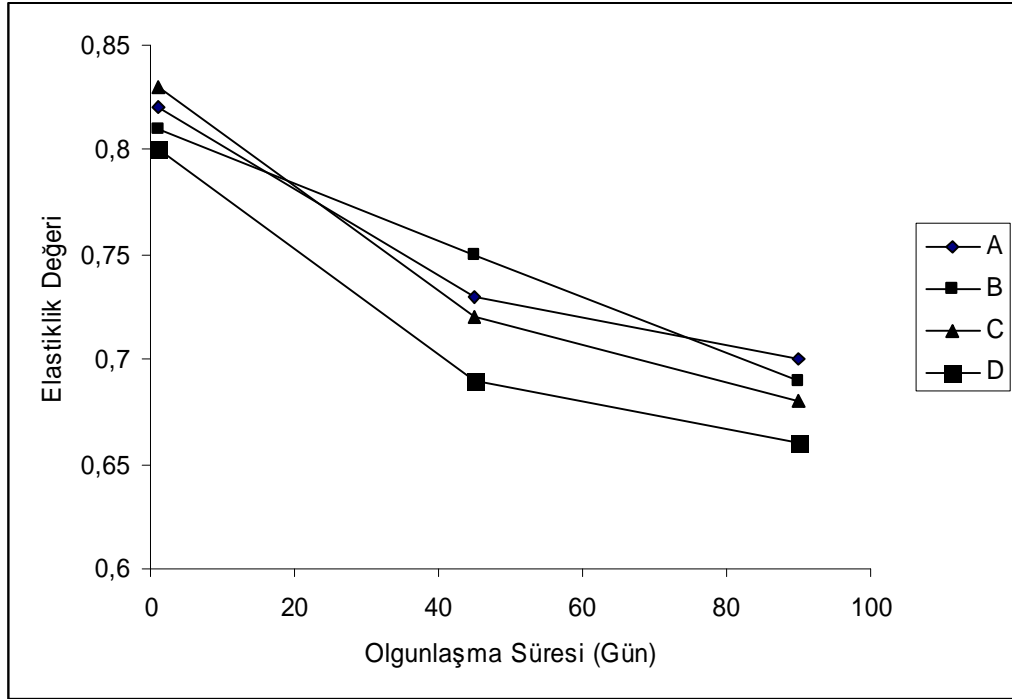
Kinsdent ve ark. (1995), farklı konsantrasyonlarda pıhtılaştırıcı enzim kullandıkları çalışmalarında, Mozzarella peynirinin elastiklik değerleri üzerine enzim konsantrasyonunun etkisinin olmadığını, buna karşılık depolama süresinin önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin elastiklik değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu (p<0.01), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun ise etkili olmadığı (p>0.05) belirlenmiştir(Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Elastiklik Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.0001806	0.382	0.767
Süre	4	0.0435	89.688	0.000**
P.Enzim X Süre	12	0.0001972	0.418	0.860
Hata	40	0.0004722		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli



Şekil 4.23. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan elastiklik değerleri

4.5.19.3. Sakızımsılık

Sakızımsılık (gumminess, N), yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak ifade edilmektedir (Raphielides ve ark., 1995).

Çizelge 4.54'den de görüldüğü gibi peynirlerin sakızımsılık değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Peynirlerin sakızımsılık değerleri arasında istatistiksel olarak farkların bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Şekil 4.24 incelendiğinde, Kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. Buna göre olgunlaşmanın başlangıcında sakızımsılık değerleri 9.78 ile 12.20 arasında değişmiş, olgunlaşmanın sonunda 6.51 ile 8.09 arasında bir değere düşmüştür. Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

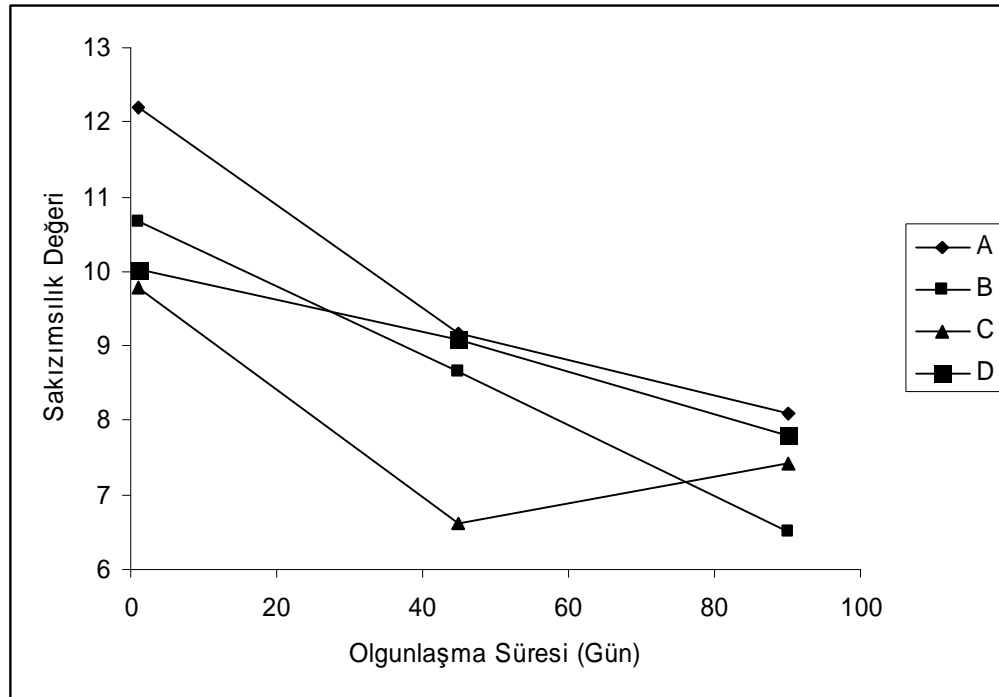
Sakızımsılık değerleri, sertlik değerleri ile benzer değişim izlemiştir. Çünkü sakızımsılık değeri, iç yapışkanlık ve sertliğin çarpılması ile elde edilmektedir.

Çizelge 4.54. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Sakızımsılık Değerleri (N) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	12.20±0.884a ^A	10.67±0.758a ^A	9.78±2.281a ^A	10.02±1.955a ^A
45	9.17±2.211a ^A	8.65±2.030a ^A	9.62±1.363a ^A	9.08±0.854a ^A
90	8.09±1.780a ^A	6.51±2.289a ^A	7.41±3.833a ^A	7.80±0.495a ^A

A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.24. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan sakızımsılık değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin sakızımsılık değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu (p<0.01), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun ise etkili olmadığı belirlenmiştir (p>0.05) (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Sakızımsılık Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	2.799	0.741	0.538
Süre	4	32.087	8.495	0.002**
P.Enzim X Süre	12	2.434	0.644	0.694
Hata	40	3.777		

* :p<0.05 düzeyinde önemli, **: p<0.01 düzeyinde önemli

4.5.19.4. İç Yapışkanlık

İç yapışkanlık (cohesiveness), peynirin ikinci sıkıştırmaya gösterdiği mukavemet şeklinin, sıkıştırmadaki davranışına oranı olarak ifade edilmektedir (Koca, 2002).

Çizelge 4. 56'dan da görüldüğü gibi peynirlerin iç yapışkanlık değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda peynirlerin iç yapışkanlık değerleri arasında önemli farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Çizelge 4. 56. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan İç Yapışkanlık Değerleri (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	0.76±0.010a ^A	0.76±0.020a ^A	0.77±0.025a ^A	0.78±0.021a ^A
45	0.76±0.010a ^A	0.75±0.020a ^A	0.71±0.041a ^A	0.72±0.034a ^A
90	0.67±0.015a ^B	0.70±0.016a ^B	0.67±0.049a ^A	0.69±0.015a ^B

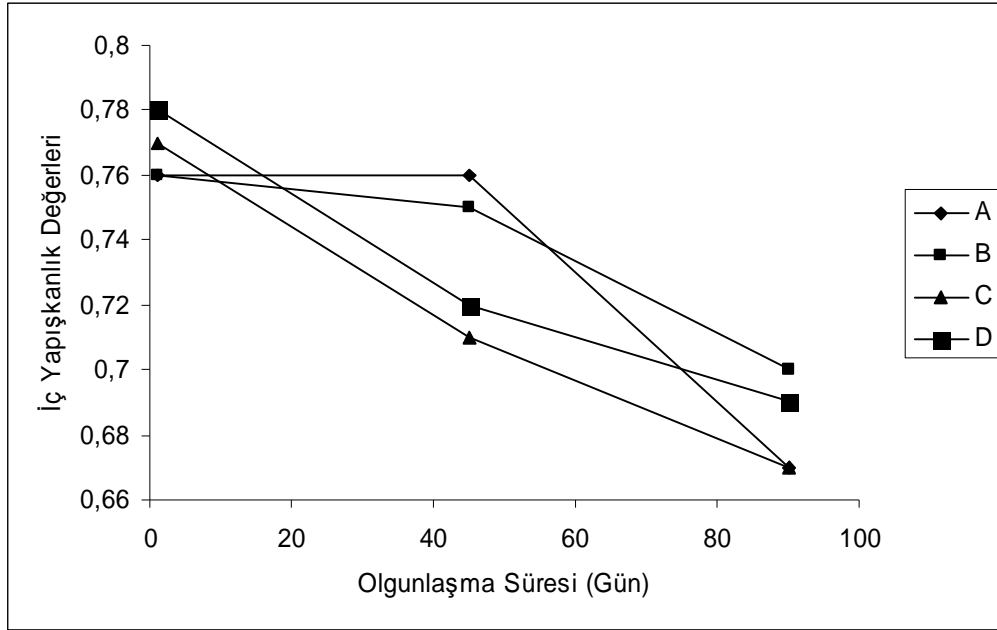
A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozin C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Şekil 4.25 incelendiğinde, Kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir. A (p<0.01), B (p<0.05) ve D (p<0.05) peynirlerinde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunurken, C (p>0.05) peynirinde önemli bulunmamıştır.

Yun ve ark., (1993b) farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Mozzarella peynirinin iç yapışkanlık değerini etkilemediğini fakat depolama süresinin etkilediğini bildirmişlerdir.

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin iç yapışkanlık değerleri üzerine olgunlaşma süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), pıhtılaştırıcı enzim kullanımı ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksiyonunun ise etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.57).



Şekil 4.25. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan iç yapışkanlık değerleri

Çizelge 4.57. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin İç Yapışkanlık Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	0.0003880	0.572	0.638
Süre	4	0.01985	29.291	0.000**
P.Enzim X Süre	12	0.0009824	1.449	0.238
Hata	40	0.0006778		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli.

4.5.19.5. Çiğnenemeyebilirlik (Chewiness, N)

Çiğnenemeyebilirlik (Chewiness, N), katı bir gıdanın yutulmaya hazır hale getirilmesi için gerekli çiğneme kuvveti olarak tanımlanır (Raphielides ve ark., 1995).

Çizelge 4.58'den de görülebileceği gibi peynirlerin çiğnenemeyebilirlik değerleri depolamanın 1. günü birbirlerine yakın bulunmuş ($p>0.05$), 45. gün ($p<0.05$) düzeyinde ve 90. gün ise ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

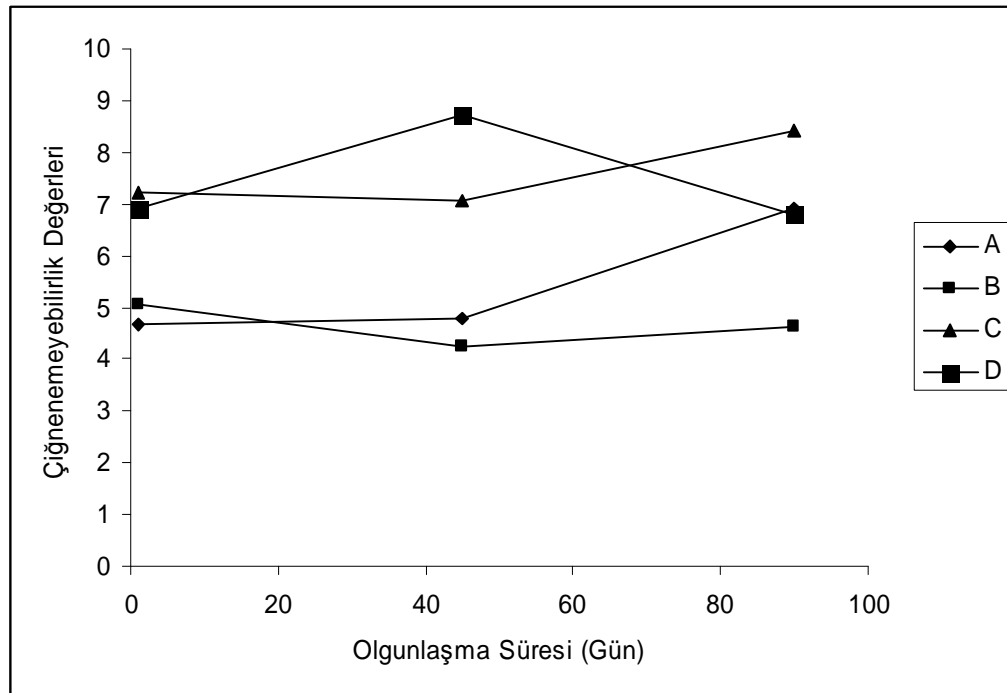
Çizelge 4.58. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Çiğnenemeyebilirlik Değerleri (N) (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	4.68±0.959a ^A	5.04±1.132a ^A	7.21±1.908a ^A	6.93±1.380a ^A
45	4.79±0.687cb ^A	4.23±1.951c ^A	7.05±1.888ab ^A	8.72±0.534a ^A
90	6.91±2.127ab ^A	4.65±0.585c ^A	8.42±1.133a ^A	6.78±0.791ab ^A

A:Buzağı renneti, B:Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Kaşar peynirlerinin çiğnenemeyebilirlik değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak düzensiz bir değişim göstermiştir (Şekil 4.26). Tüm peynirlerde olgunlaşma süresi içerisinde görülen bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.26. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan çiğnenemeyebilirlik değerleri

Yapılan varyans analizi sonucunda peynirlerin çiğnenemeyebilirlik değerleri üzerine pıhtılaştırıcı enzim kullanımının önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), olgunlaşma süresi ve pıhtılaştırıcı enzim x olgunlaşma süresi interaksyonunun ise etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.59 Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Çiğnenemeyebilirlik Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

	Varyasyon Kaynakları			
	SD	KO	F	P
Pıhtılaştırıcı Enzim	3	19.274	10.194	0.000**
Süre	4	1.652	0.874	0.430
P.Enzim X Süre	12	2.924	1.547	0.206
Hata	40	1.891		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli, **: $p<0.01$ düzeyinde önemli

4.5.20. Kaşar Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

4.5.20.1. Görünüş Puanları

Farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak üretilen Kaşar peynirlerinin görünüş puanları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.60'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4. 27 'de verilmiştir.

Çizelge 4.60 incelendiğinde, panelistlerin en düşük görünüş puanlarını D peynirlerine verdiği görülmektedir. Benzer durum olgunlaşma süresince devam etmiştir. A ve B peynirlerinin görünüş puanları birbirlerine yakın olmasının yanında mikrobiyal enzimlerle üretilenlerden (C, D) yüksek olmuştur. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. gün) peynir örneklerinin görünüş puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerde önemli farkların olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Balcı (1994), rekombinant kimozen (maxiren) ve buzağı renneti kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin görünüş puanları arasında farkların olmadığını bildirmiştir.

Rogelj ve ark. (2001), peynir üretiminde farklı kaynaklı rennet (buzağı renneti, rekombinant buzağı kimozeni, mikrobiyal rennet ve rekombinant kuzu kimozeni) kullanımının peynirlerin görünüş puanlarını etkilemediğini belirtmişlerdir.

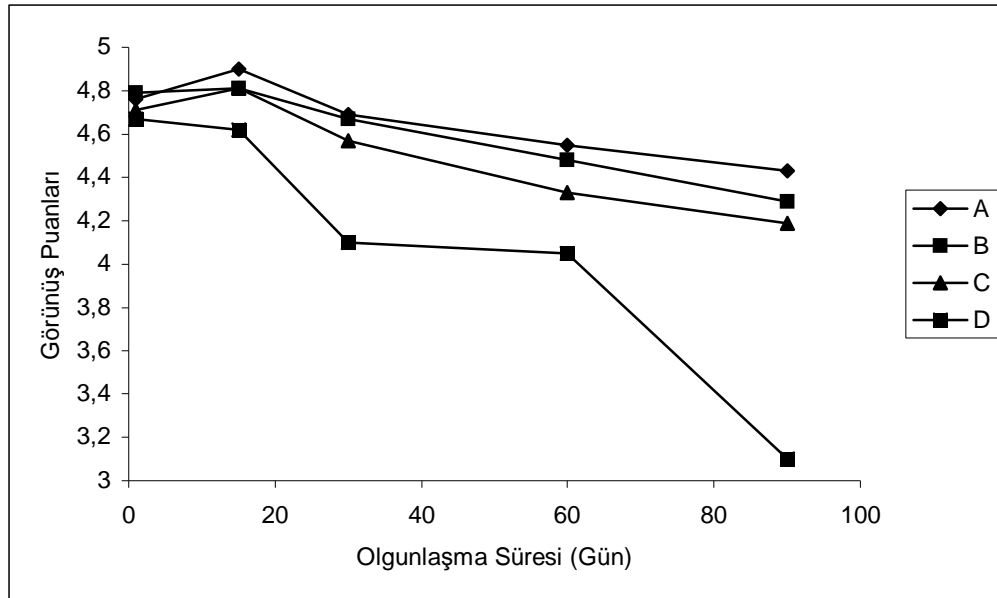
Çizelge 4.60. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Görünüş Puanları (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	4.76±0.44a ^{AB}	4.79±0.41a ^A	4.71±0.46a ^A	4.67±0.58a ^A
15	4.90±0.30a ^A	4.81±0.49a ^A	4.81±0.40a ^A	4.62±0.50a ^A
30	4.69±0.56a ^{ABC}	4.67±0.50ab ^{AB}	4.57±0.51b ^B	4.10±0.51c ^B
60	4.55±0.59a ^{BC}	4.48±0.51a ^B	4.33±0.71a ^B	4.05±0.54b ^{BC}
90	4.43±0.51a ^C	4.29±0.78a ^B	4.19±0.40a ^B	3.10±0.70b ^C

a,b,c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A,B,C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Şekilden 4.27'den de görülebileceği gibi Kaşar peynirlerinin görünüş puanlarında olgunlaşma süresince azalma belirlenmiştir. Bu azalma olgunlaşmanın başlangıcında yavaş, olgunlaşmanın sonunda ise hızlı gerçekleşmiştir. En fazla azalma D peynirinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresi görünüş puanları üzerine A peynirinde $p<0.05$ düzeyinde önemli olurken, diğer peynirlerde (A, B ve C) $p<0.01$ düzeyinde önemli etki yapmıştır.



Şekil 4.27. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan görünüş puanları

Uyanık (1994), buzağı renneti, tavuk pepsini ve bunların karışımları ile ürettikleri Kaşar peynirlerinin görünüş puanları arasında 15. günde belirgin bir farkın

olmadığını fakat puanların 30. gün yükseldiği 60. ve 90 günlerde ise düşüş gösterdiğini bildirmiştir.

4.5.20.2. Doku Puanları

Çizelge 4.61'den de görüleceği gibi peynirlerin doku puanları olgunlaşmanın 15. gününe kadar birbirlerine yakın puanlar aldığı, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise özellikle D peynirinin farklı olduğu bulunmuştur. A ve B peynirlerinin doku puanları birbirlerine yakın olmasının yanında mikrobiyal enzimlerle yapılan peynirlerden de (C, D) yüksektir. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynirin görünüş puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde D peynirinde önemli farkların olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$).

Alichanidis ve ark. (1984), Beyaz peynirin yapı ve tekstüründe, buzağı renneti, *Rhizomucor pusillus*, *R. Miehei* ve *Cryphonectria parasitica* proteazları kullanımının olgunlaşmanın 2. ayında farklara neden olmadığını fakat olgunlaşmanın 4. ayında düşük farklara neden olduğunu bildirmişlerdir.

El-Tanboly ve ark. (2000), Gouda peynirlerinin yapı ve tekstürünü buzağı renneti, mikrobiyal rennet ve bunların karışımlarının etkilemediğini bildirmişlerdir.

Şekil 4.28'den de görüleceği gibi Kaşar peynirlerinin doku puanlarında olgunlaşma süresince azalma meydana gelmiştir. En fazla azalma D peynirinde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren doku puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

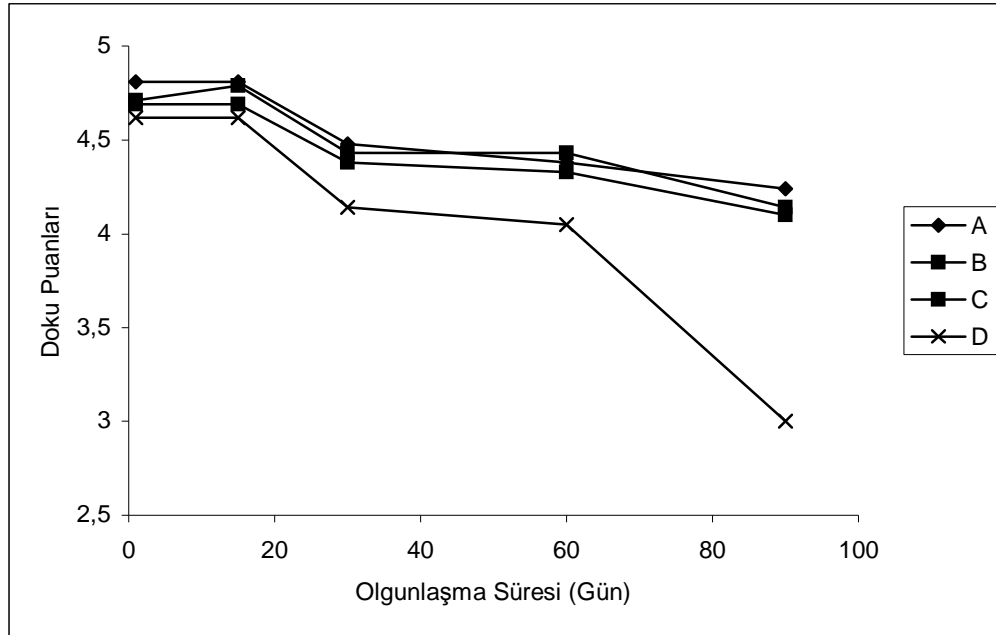
Çizelge 4.61. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimlerle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Doku Puanları (n=3)

Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	4.81±0.51a ^A	4.71±0.44a ^A	4.69±0.43a ^A	4.62±0.50a ^A
15	4.81±0.40a ^A	4.79±0.41a ^A	4.69±0.46a ^{AB}	4.62±0.50a ^A
30	4.48±0.51a ^B	4.43±0.60a ^B	4.38±0.67a ^{CB}	4.14±0.65b ^B
60	4.38±0.67a ^B	4.43±0.51a ^B	4.33±0.48a ^C	4.05±0.67b ^B
90	4.24±0.44a ^B	4.14±0.48a ^B	4.10±0.54a ^C	3.00±0.63b ^C

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.
a,b,c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A,B,C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Bogenrief ve Olson (1995), *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen Cheddar peynirlerinin buzağı renneti ile üretilenlere göre daha sert yapıda olduklarını bildirmişlerdir.



Şekil 4.28. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan doku puanları

4.5.20.3. Lezzet Puanları

A ve B peynirlerinin lezzet puanlarının birbirlerine yakın değerler aldığı ve bunları C peynirinin izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4.62). En düşük lezzet puanına ise D peyniri sahip olmuştur. Benzer durum olgunlaşma süresince devam etmiştir. Bunun nedeninin *Cryphonectria parasitica* proteazının β -kazeini hidrolize edebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. gün) peynirlerin lezzet puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerde önemli farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Olgunlaşmanın 30. gününde D peyniri, 60. ve 90. günler ise C ve D peyniri farklı bulunmuştur.

Kim ve ark. (2004), rekombinant kimozen ve *Cryphonectria parasitica* proteazı kullanarak yaptıkları çalışmada, Mozzarella peynirinde olgunlaşmanın 30.

gününde *Cryphonectria parasitica* proteazı kullanarak üretilen peynirin daha fazla asit ve acı tada sahip olduğunu ve bu durumun olgunlaşmanın ilerlemesiyle de artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Sullivan ve ark., (1971), β -kazeinin C ucunda bulunan 194-209 kalıntı peptidin acılaşmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Hamilton ve ark. (1974), ticari Cheddar peynirinde β -kazeinin 46-67 frakmanı acı peptid olarak tanımlamışlardır. Huber ve Klostermeyer (1974), β -kazeinin 61-69 frakmanında acı tada neden olduğunu bildirmişlerdir.

Visser ve ark. (1983a,b). *S. cremoris* HP ile yapılan Gouda tipi peynirde acı peptitleri belirlemişlerdir. β -kazeinin C terminalinde bulunan 3 fragmentin (β (193-209), β (193-207), β (193-208)) peynirde acılaşmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Kaşar peynirlerinin lezzet puanlarında olgunlaşma süresince azalma belirlenmiştir. En fazla azalma D peynirinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.29). Olgunlaşma süresince lezzet puanlarındaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Panelistler D peynirinde olgunlaşma süresi ilerledikçe özellikle 60 günden sonra belirgin bir acılığın oluştuğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan panelistler olgunlaşmanın 90. gününde C peynirinde de hafif bir acılaşma meydana geldiğini ancak bu durumun D peynirine göre çok daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.62. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Lezzet Puanları (n=3)

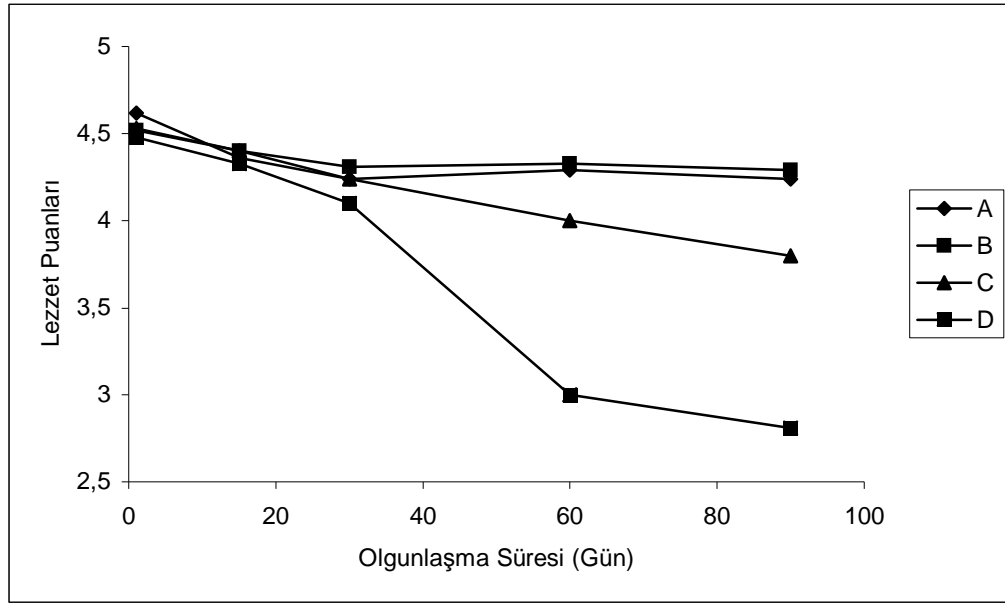
Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	4.62±0.59a ^A	4.52±0.56a ^A	4.53±0.58a ^A	4.48±0.51a ^A
15	4.36±0.64a ^{AB}	4.40±0.52a ^A	4.40±0.49a ^A	4.33±0.48a ^A
30	4.24±0.54a ^{AB}	4.31±0.78a ^A	4.24±0.51a ^B	4.10±0.51b ^B
60	4.29±0.72a ^B	4.33±0.58a ^A	4.00±0.51b ^B	3.00±0.71b ^{BC}
90	4.24±0.54a ^B	4.29±0.56a ^B	3.80±0.40b ^B	2.81±0.87b ^C

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehei* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a,b,c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

A,B,C: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Rogelj ve ark. (2001), buzağı renneti, rekombinat buzağı kimozi, mikrobiyal rennet ve rekombinat kuzu kimozi kullanarak ürettikleri peynirlerden panelistlerce en az aroma puanını mikrobiyal rennet ile üretilenin aldığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.29. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma sürecince saptanan lezzet puanları

4.5.20.4. Tüm İzlenim Puanları

A ve B peynirlerinin tüm izlenim puanları birbirlerine yakın değerler almış ve bunları C peynirleri takip etmiştir. En düşük tüm izlenim puanlarına D peynirleri sahip olmuşlardır. Benzer durum olgunlaşma süresince devam etmiştir (Çizelge 4.63). Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. gün) peynirlerin tüm izlenim puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen sürelerinde önemli farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Balcı (1994), rekombinant kimozen ve buzağı renneti kullanarak ürettiği Kaşar peynirlerinin 1. gün 18.18 ile 18.31 arasındaki puanları, olgunlaşmanın sonunda 22.00 ile 21.83'e yükseldiğini ve bu puanlar arasında istatistiksel olarak farkların bulunmadığını bildirmiştir.

Al-Badran ve ark. (1987), *Rhizomucor miehei* proteazı ve buzağı renneti kullanarak yaptıkları peynirlerin duysal özelliklerinin aynı olduklarını belirlemişlerdir.

Yetişmeyen ve ark. (1998), buzağı renneti ile yapılan Beyaz peynirlerin, mikrobiyal enzimle (*Rhizomucor miehe* protezı) yapılanlara göre daha yüksek puan aldığını bildirmişlerdir.

Kandarakis ve ark. (1999), Feta peyniri üretiminde, *E. coli*'den gen teknoloji ile üretilen enzim ve buzağı renneti kullanımının peynirlerin duysal özelliklerine (renk, aroma, yapı, koku ve toplam puan) etki etmediğini bildirmişlerdir.

Rogelj ve ark. (2001), buzağı renneti, rekombinant buzağı kimozi, mikrobiyal rennet ve rekombinant kuzu kimozi kullanarak üretilen peynirlerden en az beğenilenin mikrobiyal rennet ile üretilen olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.63. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzimle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Saptanan Tüm İzlenim Puanları (n=3)

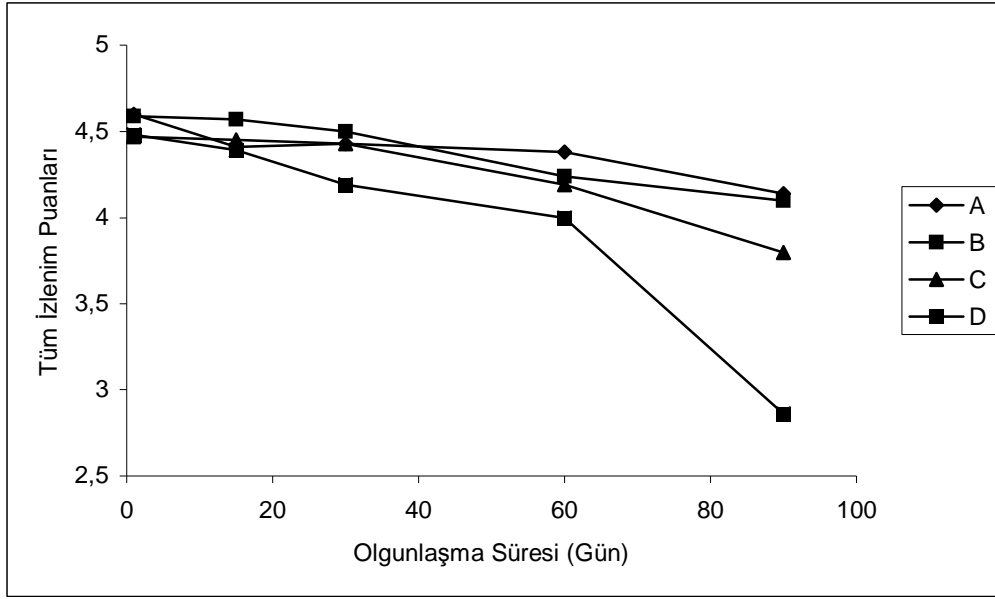
Olgunlaşma Süresi (Gün)	Peynirler			
	A	B	C	D
1	4.60±0.46a ^A	4.59±0.44a ^A	4.47±0.60a ^A	4.48±0.51a ^A
15	4.41±0.43a ^{AB}	4.57±0.51a ^A	4.45±0.74a ^A	4.33±0.48a ^A
30	4.43±0.51b ^{BC}	4.50±0.61a ^A	4.43±0.51b ^B	4.19±0.60c ^B
60	4.38±0.50a ^{BC}	4.24±0.70a ^B	4.19±0.60a ^B	4.00±0.63b ^C
90	4.14±0.36a ^C	4.10±0.62a ^B	3.80±0.45b ^B	2.86±0.73c ^C

A: Buzağı renneti, B: Rekombinant kimozi C: *Rhizomucor miehe* proteazı, D: *Cryphonectria parasitica* proteazı.

a,b,c; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

A,B,C; Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Kaşar peynirlerinin tüm izlenim puanları olgunlaşma süresince azalmıştır. Peynirlerin tüm izlenim puanları olgunlaşmanın 1. gününde 4.47 ile 4.60 arasında puanlar alırlarken, olgunlaşmanın sonunda 2.86 ile 4.14 arasında puanlara düşmüşlerdir. En fazla düşüş D peynirinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.30). Olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren tüm izlenim puanlarındaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).



Şekil 4.30. Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince saptanan tüm izlenim puanları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının Kaşar peynirinin kimyasal, biyokimyasal, fizikler ve duyuşal özelliklerine etkisi olgunlaşma süresince araştırılmıştır. Buzağı renneti (A), rekombinant kimozin (B), *Rhizomucor miehei* proteazı (C) ve *Cryphonectria parasitica* proteazı (D) ile dört farklı Kaşar peyniri üretilmiş ve 4 ± 1 °C'de 90 gün süre ile olgunlaştırılmıştır. Üç tekerrürlü olarak yürütölen bu çalışmada, olgunlaşmanın 1., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirlerin analizleri yapılmıştır. Aşağıda peynirlerin üretimi, olgunlaşma sırasındaki kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri ile biyokimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler özetlenmiştir.

Peyniraltı ve Haşlama Suyunun Özellikleri ve Peynir Randımanı

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanarak üretilen Kaşar peynirlerinin peyniraltı sularının pH ve titrasyon asitliği değerleri, kurumadde ve yağ oranları arasında fark bulunamamıştır ($p>0.05$). A, B ve C peyniraltı sularının protein oranları birbirlerine yakın değerler almış, *Cryphonectria parasitica* proteazı ile yapılan D peynirinin peyniraltı suyundaki protein oranı ise daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durumun *Cryphonectria parasitica* proteazının diğer enzimler göre yüksek proteolitik aktivite gösterdiği ve sütün temel proteini olan kazein üzerinde yüksek parçalanmaya neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımı haşlama sularının pH değerlerini, titrasyon asitliği değerlerini, kurumadde, yağ ve protein oranlarını etkilememiştir ($p>0.05$).

Cryphonectria parasitica proteazı ile yapılan peynirlerin randıman oranı diğer pıhtılaştırıcı enzimlerle yapılanlara göre daha düşük bulunmuştur ($p<0.01$).

Peynirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımı Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerini, kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, tuz ve kurumaddede tuz oranlarını etkilememiştir ($p>0.05$)

Peynirlerin protein oranları arasında olgunlaşmanın başlarında farkların bulunmamasına karşın, olgunlaşmanın 60. ($p<0.05$) ve 90. günlerinde ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Kurumaddede protein oranlarında olgunlaşmanın sadece 90. gününde farklar belirlenmiştir ($p<0.05$). D peynirinin kurumaddede protein oranları diğerlerinden düşük bulunmuştur.

Peynirlerin Pıhtı Sıklığı Değeri ve Toplam Serbest Yağ Asitleri Değeri

Kaşar peynirlerinin pıhtı sıklığı değerleri birbirlerine yakın bulunmuş ve benzer durum depolama süresince devam etmiştir ($p>0.05$). Tüm peynirlerinin pıhtı sıklığı değerleri olgunlaşma süresine bağlı olarak artış göstermiştir ($p<0.01$).

Peynirlerin toplam serbest yağ asitleri değerleri arasında farklılıklar olmadığı ($p>0.05$), tüm peynirlerde olgunlaşma süresince toplam serbest yağ asitleri oranının arttığı belirlenmiştir ($p<0.01$).

Azot Fraksiyonları ve Toplam Serbest Aminoasit Değerleri

D peynirinin suda çözünen azot oranları diğerlerinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca, örnekler arasındaki farkların olgunlaşma süresi ilerledikçe artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0.01$). Tüm Kaşar peynirlerinin suda çözünen azot oranları olgunlaşma süresince düzenli olarak artmıştır ($p<0.01$).

Peynirlerin % 12 TCA'de çözünen azot oranları tüm depolama sürelerinde farklı bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek % 12 TCA'de çözünen azot oranlarına D peyniri sahip olmuştur. Tüm Kaşar peynirlerinin % 12 TCA'de çözünen azot oranları olgunlaşma süresince artış göstermiştir ($p<0.01$).

En düşük % 5 PTA'de çözünen azot oranına B peyniri, en yüksek orana ise D peyniri sahip olmuştur. Peynirlerin % 5 PTA'de çözünen azot oranları arasında olgunlaşmanın 1. gününde önemli bir farklılık olmadığı ($p>0.05$), olgunlaşmanın 15. gününde $p<0.05$ düzeyinde, diğer günlerde ise $p<0.01$ düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir. Tüm Kaşar peynirlerinin % 5 PTA'de çözünen azot oranları olgunlaşma süresince artmıştır ($p<0.01$).

Olgunlaşmanın 1. ve 15. gününde peynirlerin kazein azotu değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p>0.05$), olgunlaşmanın 30. gününden itibaren meydana gelen farklılık, önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kaşar peynirlerinin kazein azot oranları olgunlaşma süresine bağlı olarak azalmıştır ($p<0.01$). Kazein azotunun olgunlaşma süresince azalması, α - ve β -kazeinin hidrolize olması ve peptidlere ve aminoasitlere parçalanmasından kaynaklanmaktadır.

Peynirlerin proteoz-pepton azotu oranları arasında olgunlaşmanın ilk 30 gününde istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p>0.05$), 60. ve 90. günlerinde önemli ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Olgunlaşma dönemi boyunca bütün peynirlerin proteoz-pepton azot oranları artış göstermiştir ($p<0.01$). Mikrobiyal enzimlerle yapılan peynirlerin (C ve D) proteoz-pepton azotu oranları diğerlerinden (A ve B) daha yüksek bulunmuştur.

Olgunlaşma süresince D peynirinin toplam serbest aminoasit miktarı diğer peynirlerden yüksek bulunmuştur. En düşük toplam serbest aminoasit miktarına B peyniri sahip olmuştur. İstatistiksel analiz sonucunda 1. ve 15. gün ($p>0.05$) farkların olmadığı, 30. ve 90. günler ($p<0.01$) ve 60. gün ($p<0.05$) düzeyinde farkların olduğu belirlenmiştir. Kaşar peynirlerinde olgunlaşma süresince meydana gelen toplam serbest aminoasit miktarlarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

D peynirinde proteolizin fazla olması, *Cryphonectria parasitica* proteazının *Rhizomucor miehei* proteazı, buzağı renneti ve rekombinant kimozenin daha fazla proteolitik olması ve β -kazeini daha fazla oranda hidrolize etmesinden kaynaklanmıştır.

Peynirlerin Urea-Page Elektroforetik Analizleri

Elde edilen jellerin kantitatif değerlendirmesi sonucunda peynirlerin β -kazein oranları arasında olgunlaşmanın ilk 15 gününde farklılık olmadığı ($p>0.05$), 30., 60. ve 90. günlerindeki farklılığın ise önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). *Cryphonectria parasitica* proteazı diğer enzimlere göre β -kazeini daha fazla hidrolize etmiştir. Tüm Kaşar peynirlerin β -kazein oranları depolama süresince azalmıştır ($p<0.01$).

Tüm depolama dönemlerinde peynirlerin α_1 -kazein oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek α_1 -kazein oranına D peyniri sahip olurken, en düşük değere ise B peyniri sahip olmuştur. Kaşar peynirlerin α_1 -kazein oranları olgunlaşma süresince azalmıştır ($p<0.01$). Olgunlaşma süresince D örneği hariç α_1 -kazein β -kazeinden daha fazla oranda hidrolize olmuştur.

Peynirlerin Erime Değerleri ve Tekstür Profil Analizleri

A, B ve C peynirlerinin erime değerleri birbirlerine yakın bulunmuştur. En yüksek erime değerlerine D peyniri sahip olmuştur. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. gün) peynirlerin erime değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunamamış ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen sürelerinde ise önemli farklar belirlenmiştir ($p<0.01$). *Cryphonectria parasitica* β -kazeini daha fazla hidrolize etmiştir. Kaşar peynirlerinin erime değerlerinde olgunlaşma süresince artış belirlenmiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma süresince meydana gelen proteoliz, peynirlerin eriyebilirliğini arttırmıştır.

Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımı Kaşar peynirlerinin tekstür profil analizlerinden sertlik, elastiklik, sakızimsılık, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık etkilemezken ($p>0.05$), çiğnenemeyebilirlik özelliğini etkilemiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma süresince tüm tekstür profil analiz değerleri (çiğnenemeyebilirlik hariç) azalmıştır ($p<0.01$).

Peynirlerin Duyusal Özellikleri

Panelistlerin en düşük görünüş puanlarını D peynirlerine verdiği görülmüştür. Benzer durum olgunlaşma süresince devam etmiştir Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynir örneklerin görünüş puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen zamanlarda önemli farkların olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Peynirlerin doku puanları olgunlaşmanın 15 gününe kadar birbirlerine yakın puanlar almış, olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde ise özellikle de D peynirinde düşüş gözlenmiştir. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynir örneklerin görünüş puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen sürelerinde önemli farkların olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

A ve B peynirlerinin lezzet puanlarının birbirlerine yakın değerler aldığı ve bunları C peynirinin izlediği belirlenmiştir. En düşük lezzet puanına ise D peyniri sahip olmuştur. Bunun nedeninin *Cryphonectria parasitica* proteazının β -kazeini hidrolize etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynir örneklerin lezzet puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerde önemli farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). D peynirinde olgunlaşmanın sonlarına doğru acılaşıma tespit edilmiştir

A ve B peynirlerinin tüm izlenim puanlarının birbirlerine yakın değerler aldığı ve bunları C peynirlerinin takip ettiği belirlenmiştir. En düşük lezzet puanlarına D peynirleri sahip olmuşlardır. Olgunlaşmanın başlarında (1. ve 15. günü) peynirlerinin tüm izlenim puanları arasında istatistiksel olarak fark belirlenmezken ($p>0.05$), olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde mikrobiyal enzimle üretilen peynirlerle (C ve D) diğerleri (A ve B) arasında önemli farkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Olgunlaşma süresince tüm izlenim puanlarındaki azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Sonuç olarak, Kaşar peynirinin randımanını *Cryphonectria parasitica* proteazı, buzağı renneti, rekombinant kimozi ve *Rhizomucor miehei* proteazına göre düşürmektedir. Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımını Kaşar peynirinin kimyasal bileşimini etkilememektedir. *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirlerin proteoliz düzeyi ve erime değerleri yüksek olmaktadır. Duyusal olarak *Cryphonectria parasitica* proteazı, olgunlaşma süresinin sonlarına doğru Kaşar peynirinde acı tat oluşturmaktadır.

Buzağı renneti yerine, rekombinant kimozi ve *Rhizomucor miehei* proteazı taze ve olgunlaştırılmış Kaşar peyniri üretiminde kullanılabilir. *Cryphonectria parasitica* proteazı ise yüksek proteolitik aktivitesinden dolayı olgunlaşma periyodunda peynirde acı tat oluşumuna neden olduğundan sadece taze olarak tüketilen Kaşar peynirleri üretimi için uygundur. *Cryphonectria parasitica* proteazı ile üretilen peynirler olgunlaşma süresinde acılaşıma göstermektedir.

KAYNAKLAR

- ABDEL- KADER, Y. I., 2003. Changes in the Nitrogen Fractions of Domiati Cheese Made with Microbial and Recombinant Rennets During Ripening. Egyptian Journal of Dairy Science, 31 (1): 111-124.
- AKIN, N., 1996. Peynir Yapımında Kullanılan Süt Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Bunların Bazı Özellikleri. Gıda, 21 (6): 435-442.
- AKYÜZ, N., 1978. Isımın, Kültür Kullanımının ve Ambalaj İşleminin Kaşar Peyniri Kalitesi, Tad ve Aroması Etkileri Üzerinde Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 148 s.
- AL-BADRAN, D.S.H., AL-OMAR, M.E., and AL-FAYADH, M.H., 1987. The Use of Microbial Rennet (Rennilase) in Soft White Cheese Making. Dairy Sci. Abs. 50 (7): 5515.
- ALICHANIDIS, E., ANIFANTAKIS, E.M., POLYCHRONIADOU, A., and NANOU, M., 1984. Suitability of Some Microbial Coagulants for Feta Cheese Manufacture. Journal of Dairy Research, 51 (1): 141- 147.
- AL-TIKREETI, G.S., AL-DAHMAN, A.H., and AL-OBAYDI, G.Y., 1988. Effect of Different Coagulants on the Composition and Chemical Characteristics of White Soft Cheese. Dairy Sci. Abs., 51 (7): 4158.
- ALY, M.E., 1994. Flavour-Enhancement of Low-Fat Kashkaval Cheese Using Heat- or Freeze-Shocked *Lactobacillus delbrueckii* var. *helveticus* cultures. Die Nahrung, 38 (5): 504- 510.
- ANONYMOUS, 1989. TS-3272 Kaşar Peyniri Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü Ankara, 6 s.
- ANONYMOUS, 1994. TS-1018. Çiğ İnek Sütü Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 15 s.
- ANONYMOUS, 1995. TS-591 Beyaz Peynir Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü Ankara 9 s.

- ANONYMOUS, 1999. TS-3272 Kaşar Peyniri Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara 9 s.
- ANONYMOUS, 2000. Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş, İçme Sütleri Tebliği, Resmi Gazete, 14 Şubat 2000, Sayı: 23964, 27-37 s.
- ANONYMOUS, 2006. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2000-2005), Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- ARGUMOSA, O.B., CARBALLO, J., BERNARDO, A., and MARTIN, R., 1992. Chemical Characterization of A Spanish Artisanal Goat Cheese (Babialaciana Variety). *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 10 (1): 69-79.
- ATAMER, M., KOÇAK, C., ÇİMER, A., ODABAŞI, S., TAMUÇAY, B., and YAMANER, N., 1999. Some Quality Characteristics of Kashar Cheese Manufactured from Milk Preserved by Activation of Lactoperoxidase/Thiocyanate/Hydrogen Peroxide (LP) System. *Milchwissenschaft*, 54 (10): 553-556.
- AYDEMİR, A.S., 2000. Lipaz Enziminin (Lipase®) Beyaz ve Kaşar Peynirlerin Olgunlaşması Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 350 s.
- BALCI, C. 1994. *Kluveromyces lactis*'ten Gen Teknolojisi ile Elde Edilen Maxiren Ticari Adlı Kimozinin Kaşar Peyniri Üretiminde Kullanımı Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 101 s.
- BANK, J. M., 1992. Yield and Quality of Cheddar Cheese Produced Using a Fermentation-Driven Calf Chymosin. *Milchwissenschaft*, 47 (3): 154-159.
- BARBANO, D.M., and RASMUSSEN, R.R., 1992. Cheese Yield Performance of Fermentation-Produced Chymosin and Other Milk Coagulants. *Journal of Dairy Science*, 75 (1): 1-12.
- BEK, Y. ve EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Ders Notları No:71, Adana, 395 s.

- BINES, V.E., YOUNG, P., and LAW, B.A. 1989. Comparison of Cheddar Cheese Made with a Recombinant Calf Chymosin and with Standard Calf Rennet. *Journal of Dairy Research*, 56 (4):657-664.
- BİTLİS, A., 1992. Lipaz Enzimin (Palatase M 200 L) Kaşar Peynirin Olgunlaşması Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 90 s.
- BLAKESLEY, R.W., and BOEZI, J.A., 1977. A New Staining Technique for Proteins in Polyacrylamide Gels Using Coomassie Brilliant Blue G250. *Analytical Biochemistry*, 82 (2): 580-581.
- BOGENRIEF, D.D., and OLSON, N.F., 1995. Hydrolysis of β -casein Increases Cheddar Cheese Meltability. *Milchwissenschaft*, 50 (12): 678-682.
- BRADLEY, R.L., ARNOLD, E., BARBANO, D.M., SEMERAD, R.G., SMITH, D.E., and VINES, B.K., 1993. Chemical and Physical Methods (R.T. Marshall, Editor), *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 16th Edn, American Public Health Association, Washington DC, pp: 433-531.
- BROOME M.C. and LIMSOWTIN, G.K.Y., 1998. Milk Coagulants. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 53 (3): 188-190.
- BROOME, M.C., XU, X., and MAYES, J.J., 2006. Proteolysis in Cheddar Cheese Made with Alternative Coagulants. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 61 (2): 85- 87.
- BUDTZ, P., 1989. Microbial Rennets for Cheese Making. *Dairy Industries International*, 54 (5):15-19.
- CARIC, M., 1987. Mediterranean Cheese Varieties: Ripened Cheese Varieties Native to the Balkan Cheese. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 2 (Editor, Fox, P.F.). Elsevier Applied Science, London, 393 p.
- CHITPINITYOL, S., and CRABBE, M.J.C., 1998. Chymosin and Aspartic Proteinases: Review. *Food Chemistry*, 61 (4):395-418.

- CREAMER, L.C., and OLSON, N.F., 1982. Rheological Evaluation of Maturing Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*, 47 (2):631-646.
- ÇAĞLAR, A., 1990. Kaşar Peynirinin Hızlı Olgunlaştırılmasında Proteaz ve Lipaz Enzimlerinin Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 92 s.
- ÇAĞLAR, A., ve ÇAKMAKÇI, S., 1998. Kaşar Peynirinin Hızlı Olgunlaştırılmasında Proteaz ve Lipaz Enzimlerinin Farklı Metotlarla Kullanımı. 1. Peynirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda*, 23 (4): 291-301.
- ÇEPOĞLU, F. 2005. Beyaz Peynir Üretiminde Rekombinant Kimozin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Şanlıurfa, 69 s.
- ÇÜRÜK, M., 2006. Kaşar Benzeri Peynirlerin Bazı Özellikleri Üzerine Eritme Tuzu Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 88 s.
- DAHAN, A. H., SEBO, N.H., and JARDAL, J.M., 1982. Comparison of White Soft Cheese Made in Iraq Using Different Coagulant. XXI. International Dairy Congress, I Book 2, 479 p.
- DALGLEISH, D.G., 1987. The Enzymatic Coagulation of Milk. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* Ed. P.F. Fox. Volume I. Elsevier Applied Science. London and New York, 63-96 pp.
- DAVE, R. I., SHARMA, R., and McMAHON, D.J., 2003a. Melt and Rheological Properties of Mozzarella Cheese as Affected by Starter Culture and Coagulating Enzymes. *Lait*. 83 (1): 61-77.
- DAVE, R. I., SHARMA, R., and MUTHUKUMARAPPAN, K., 2003b. Effects of Starter Culture and Coagulating Enzymes on Viscoelastic Behavior and Melt of Mozzarella Cheese. *Journal of Food Science*, 68 (4): 1404-1410.

- DAVE, R.I., McMAHON, D.J., OBERG, C.J., and BROADBENT, J.R. 2003c. Influence of Coagulant Level on Proteolysis and Functionality of Mozzarella Cheeses Made Using Direct Acidification. *Journal of Dairy Science*, 86 (1): 114-126.
- DEMİRCİ, M., ve DRAMAN, H., 1990. Trakya Bölgesinde Üretilen Vakum Paketlenmiş Taze Kaşar Peynirlerin Yapım Tekniği Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri ve Enerji Değerleri Üzerine Bir Çalışma. *Gıda* 15 (2): 83-88.
- DOI, E., DAISUKE, S., and MATOBA, T., 1981. Modified Colorimetric Ninhydrin Methods for Peptidase Assay. *Analytical Biochemistry*, 118 (1): 173- 184.
- DOLEZALEK, L., and STUDENOVSKY, J., 1978. The Influence of Microbial Rennet on Changes in Casein Fractions During the Coagulation of Milk. 20th International Dairy Congress, 449 p.
- EL-SHAFEI, H., WAHBA, A., EL-ABBASSY, F., and SAMEH, A., 1995. Manufacture of Ras Cheese with Different Milk Clotting Enzymes. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 23 (2): 271- 288.
- EL-TANBOLY, E., EL-HOFI, M.A., and AZZA, I., 2000. Changes of Proteolytic and Lipolytic Activities During Ripening of Gouda Cheese Prepared with Fungal Rennet Substitute. *Milchwissenschaft*, 55 (11): 624-628.
- EMMONS, D.B., BECKETT, D.C., and BINNS, M., 1990. Milk-Clotting Enzymes. 1. Proteolysis During Cheese Making in Relation to Estimated Losses of Yield. *Journal of Dairy Science*, 73 (8): 2007-2015.
- EMMONS, D.B., and BINNS, M., 1990. Milk-Clotting Enzymes. 3. Design of Experiments on Proteolysis During Cheese Making. *Journal of Dairy Science*, 73 (8): 2022-2027.
- ERAZ, G., 1996. *Mucor miehei*'den ve Şirdenden Elde Edilen Pıhtılaştırıcı Enzimler Yardımıyla Üretilen Beyaz Peynir Telemesinin Nitelikleri Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. Ankara, 57 s.

- ERDEM, Y.K., 1991. Sütün Rennet ile Pıhtılaşıma Süreci. *Gıda*, 16 (4): 259-263.
- FARKYE N.Y., and FOX, P.F., 1990. Objective Indices of Cheese Ripening. *Trends in Food Science and Technology*, 1 (2): 37-40.
- FARKYE, N.Y., KIELY, L.J, ALLHOUSE, R.D., and KINDSTEDT, P.S., 1991. Proteolysis in Mozzarella Cheese During Refrigerated Storage. *Journal of Dairy Science*. 74 (4):1433-1438.
- FARKYE, N.Y., MADKOR, S.A., and ATKINS, H.G. 1995. Proteolytic Abilities of Some Lactic Acid Bacteria in A Model Cheese System. *International Dairy Journal*, 5 (11):715-725.
- FEDRICK, I.A., and FULLER, S.C., 1988. Comparison of Calf Rennet and Modified Mucor Miehei Coagulant in Cheddar Cheese. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 43 (1):12-15.
- FEENEY, E.P., GUINEE, T.P., and FOX, P.F., 2002. Effect of pH and Calcium Concentration on Proteolysis in Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, 85 (7):1655-1669.
- FENELON, M.A., and GUINEE, T.P., 2000. Primary Proteolysis and Textural Changes During Ripening in Cheddar Cheeses Manufactured to Different Fat Contents. *International Dairy Journal*, 10 (8):151-158.
- FOLKERTSMA, B. and FOX, P.F., 1992. Use of Cd-ninhydrin Reagent to Assess Proteolysis in Cheese During Cheese Ripening. *Journal of Dairy Research*, 59 (2): 219-229.
- FOLTMANN, B. 1987. General ve Molecular Aspects of Rennets. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (Ed: P.F. Fox). Volume I. Elsevier Applied Science. London and New York, 33-62 pp.
- FOX, P.F., 1989. Proeolysis During Cheese Manufacture and Ripening. *Journal of Dairy Science*, 72 (6): 1379-1400.
- FOX, P.F., 1999. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 2, Apsen Publication, Inc. Gaithersburg, Maryland, 577 p.

- FOX, P.F., and GRUFFERTY, M.B., 1991. Exogenous Enzymes in Dairy Technogy. Food Enzymology. Ed. P.F. Fox. Volume I, 219-269 pp.
- FOX, P.F, and McSWEENEY, P.L.H., 1996. Proteolysis in Cheese During Ripening. Food Reviews International, 12 (4): 457- 509.
- FOX, P.F., and McSWEENEY, P.L.H., 1997. Rennets: Their in Milk Coagulation and Cheese Ripening. Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk (Ed:B.A. Law). 1- 40 pp.
- GOBBETTI, M., MOREA, M., BARUZZI, F., CORBO, M.R., MATARANTE, A., CONSIDINE, T., DI CAGNO, R., GUINEE, T., and FOX, P.F., 2002. Microbiological, Compositional, Biochemical and Textural Characterization of Caciocavallo Pugliese Cheese During Ripening. International Dairy Journal, 12 (6): 511-523.
- GONZALEZ DE LLANO, D., POLO, M.C., and RAMOS, M., 1991. Production, Isolation and Identification of Low Molecular Mass Peptides from Blue Cheese by High Performance Liquid Chrolatography. Journal of Dairy Research, 58 (3):363-372.
- GÖNÇ, S., 1984. Ülkemizde Uygulanan Beyaz Peynir (Edirne Peyniri) Yapım Tekniği. Beyaz Peynir Yapım Tekniği ve Karşılaşılan Sorunlar, 2-3 Mart, İstanbul Ticaret Odası Yayınları No:1984/14, İstanbul, 54-78 s.
- GRAPPIN, R., RANK, T.C., and OLSON, N.F., 1985. Primary Proteolysis of Cheese Proteins During Ripening. A Review. Journal of Dairy Science, 68 (3): 531-540.
- GREEN, M.L., ANGAL, S., LOWE, P.A., and MARSTON, A.O., 1985. Cheddar Cheesemaking with Recombinant Calf Chymosin Synthesized in *Escherichia coli*. Journal of Dairy Research, 52 (2): 281-286.
- GRIPON, J.C., 1993. Mould Ripened Cheeses, In Fox, P.F., (Ed), Cheeses: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol:2, Major Cheese Groups, Elsevier Applied Science, P:111-136.

- GUINEE T.P., and WILKINSON, M.G., 1992. Rennet Coagulation and Coagulants in Cheese Manufacture. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 45 (4): 94-104.
- GUNASEKARAN, S., and AK, M.M., 2003. *Cheese Rheology and Texture*, CRC Press, Florida, USA, 437 p.
- GÜLER, M.B., 1999. Hatay Yöresi Sürk (Küflü Çökelek) ve Carra (Testi) Peynirlerinin Üretimi, Özellikleri ve Standardizasyon Olanakları Üzerine Bazı Araştırmalar, Ç.Ü. Doktora Tezi, Adana, 115 s.
- GÜN, İ., 1993. Lipaz Enzimin (Palatase 750 L) Kaşar Peynirinin Olgunlaşması Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- GÜVEN, M., 1993. İnek, Koyun, Keçi Sütlerinden Üretilen ve Farklı Materyallerde Olgunlaştırılan Tulum Peynirlerinin Özellikleri Üzerinde Karşılaştırmalı Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, Adana, 206 s.
- GÜVEN, M., ve KONAR, A., 1996. Keçi Sütünden Üretilen Sert Kadiz Peyniri Üretimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(4): 137-146.
- GÜVEN, M., KARACA, O.B., KAÇAR, A., HAYALOĞLU, A.A., ve ÇÜRÜK, M., 2003. Kaşar Peynirlerinin Proteoliz Düzeyleri Üzerine Farklı Ambalaj Materyali ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi. GAP III. Tarım Kongresi, 02-03 Ekim 2003, Şanlıurfa, 67-72 s.
- GÜVEN, M., KARACA, O.B., VAR, I., KAÇAR, A., ve HAYALOĞLU, A.A., 2002. Antimikrobiyal Madde Kullanımının ve Ambalaj Materyalinin Olgunlaşma Süresince Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. HR.Ü.Z.F. Dergisi, 6 (1-2): 13-25.
- GÜVEN, M., ve TATAR GÖRMEZ, P., 2004. Antimikrobiyal Madde Kullanımı ve Paketleme Materyalinin Kaşar Peynirinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda ve Yem Teknolojisi*, 5: 3-11.

- HALKMAN, A.K., HALKMAN, Z., 1991. Kaşar Peyniri Starter Kültür Kombinasyonları Üzerine Araştırma. *Gıda* 16 (2): 99-105.
- HALKMAN, A.K., YETİŞMEYEN, A., YILDIRIM, M., ve YILDIRIM, Z., 1994. Kaşar Peyniri Üretiminde Starter Kültür Kullanımı Üzerine Araştırmalar. *Journal of Turkish Agriculture and Forestry* 18: 365-377.
- HAMILTON, J.S., HILL, B.H., and VAN LEEUWEN, H. 1974. A Bitter Peptide from Cheddar Cheese. *Agric. Biol. Chem.* 38 (2):375-379.
- 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.
- HAYALOĞLU, A.A., GÜVEN, M., and FOX, P.F., 2002. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese “Beyaz Peynir”. *International Dairy Journal*, 12 (8): 635-648.
- HAYALOĞLU, A.A., 2003. Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 170 s.
- HAYALOĞLU, A.A., GÜVEN, M., FOX, P.F., HANNON, J.A., and McSWEENEY, P.L.H., 2004. Proteolysis in Turkish White-Brined Cheese Made with Defined Strains of *Lactococcus*. *International Dairy Journal*, 14 (7):599-610.
- HAYALOĞLU, A.A., GÜVEN, M., FOX, P.F., and McSWEENEY, P.L.H., 2005. Influence of Starters on Chemical, Biochemical, and Sensory Changes in Turkish White-Brined Cheese During Ripening. *Journal of Dairy Science*, 88 (10): 3460-3474.
- HICKS, C.L., O’LEARY, L., and BUCY, J., 1988. Use of Recombinant Chymosin in the Manufacture of Cheddar and Colby Cheese. *Journal of Dairy Science*, 71(5): 1127-1131.

- HUBER, L., and KLOSTERMEYER, H., 1974. Isolation of Available Methods for Determining Salt Levels in Cheese. *Journal of Dairy Science*. 68:1020-1024.
- IDF, 1982. Determination of the Total Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standard 4A, International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IDF, 1993. Milk, Determination of Nitrogen Content, FIL-IDF 20B, International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IRIGOYEN, A., IZCO, J.M., IBANEZ, F.C., and TORRE, P. 2001. Influence of Rennet Milk-Clotting Activity on the Proteolytic and Sensory Characteristics of an Ovine Cheese. *Food Chemistry*. 72 (2):137-144.
- IRIGOYEN, A., IZCO, J.M., IBANEZ, F.C., and TORRE, P., 2002. Influence of Calf Lamb Rennet on the Physicochemical, Proteolytic, and Sensory Characteristics of an Ewe's-Milk Cheese. *International Dairy Journal*, 12 (1):27-34.
- JARRETT, W.D., ASTON, J.W., and DULLEY, J.R., 1982. A Simple Method for Estimating Free Amino Acids in Cheddar Cheeses. *Australian Journal of Dairy Technology*, 37:55-58.
- JOHNSTON, K.A., DUNLOP, F.P., COKER, C.J., and WARDS, S.M., 1994. Comparisons Between the Electrophoretic Pattern and Textural Assessment of Aged Cheddar Cheese Made Using Various Levels of Calf Rennet or Microbial Coagulant (Rennilase 46 L). *Dairy Sci. Abs.* 56 (4): 2266.
- KAHYAOĞLU, T., 2002. Rheological Properties of Reduced-Fat Gaziantep Cheese. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 76 s.
- KAHYAOĞLU, T., and KAYA, S., 2003. Effects of Heat Treatment and Fat Reduction on the Rheological and Functional Properties of Gaziantep Cheese. *International Dairy Journal*, 13 (11): 867-875.
- KAHYAOĞLU, T., KAYA, S., and KAYA, A., 2005. Effect of Fat Reduction and Curd Dipping Temperature on Viscoelasticity, Texture and Appearance of

- Gaziantep Cheese. *Food Science and Technology International*, 11 (3): 191-198.
- KANDARAKIS, I., MOSCHOPOULOU, E., and ANIFATAKIS, E., 1999. Use of Fermentation Produced Chymosin from *E. Coli*' in the Manufacture of Feta Cheese. *Milchwissenschaft*, 54 (1): 24-29.
- KAYA, S., 2002. Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short-Term Brining. *Journal of Food Engineering*. 52 (1):155-159.
- KAYTANLI, M., 1995. Beyaz Peynir Üretiminde Alternatif Süt Pıhtılaştırıcı Enzimler ile Rennet Kombinasyonlarının Kalite Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 109 s.
- KEÇELİ, T., ŞAHAN N., and YAŞAR, K., 2006. The Effect of Pre-Acidification Wilt Citric Acid on Reduced-Fat Kashar Cheese. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 61 (1): 32-36.
- KIM K.S., and KIM, Y.K., 1986. Studies on the Ripening of Cheddar Cheese Made Mucor Rennet. *Dairy Sci. Abs.* 48 (12):7524.
- KIM, S.Y., GUNASEKARAN, S., and OLSON, N.F., 2004. Combined Use of Chymosin and Protease from *Cryphonectria parasitica* for Control of Meltability and Firmness of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 87 (13): 274-283.
- KINDSTEDT, P.S., KIEILY, L.J., YUN, J.J., and BARBANO, D.M., 1991. Relationship Between Mozzarella Manufacturing Parameters, Cheese Composition, and Functional Properties: Impact of Coagulant. Pages 89- 110 in Proc. 28th Annual Marschall Italian Cheese Seminar, Madison, WI, USA.
- KINDSTEDT P.S., YUN, J.J., BARBANO, D.M., and LAROSE, K.L., 1995. Mozzarella Cheese: Impact of Coagulant Concentration on Chemical Composition, Proteolysis and Functional Properties. *Journal Dairy Science*, 78 (12):2591-2597.

- KOCA, N., 2002. Bazı İkame Maddelerinin Yağı Azaltılmış Taze Kaşar Peynirinin Nitelikleri Üzerin Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 227 s.
- KOÇAK, C. 1996. Peynir Yapımında Kullanılan Mayalar ve Özellikleri. Ed. M. Demirci. Hasat Yayıncılık. İstanbul, 85-96 s.
- KOÇAK, C., BİTLİS, A., GÜRSEL, A., and AVŞAR, Y.K., 1996. Effects of Added Fungal Lipase on the Ripening of Kashar Cheese. *Milchwissenschaft*, 51 (1): 13- 17.
- KOÇAK, C., ERŞEN, N., AYDINOĞLU, G., ve USLU, K., 1998. Ankara Piyasasında Satılan Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 23 (4): 247-251.
- KOSIKOWSKI, F.V., and MISTRY, V.V., 1997. Cheese and Fermented Milk Foods. Volume I. Edwards Brothers, Inc., Michigan, USA, 728 p.
- KOTTERER, R., and MÜNCH, S., 1978. Untersuchungsverfahren für das Milchwirtschaftliche Laboratorium. Volkswirtschaftliche Verlag GmbH, München, 201 s.
- KUCHROO, C.N., and FOX, P.F., 1982. Soluble Nitrogen in Cheddar Cheese: Comparison of Extraction Procedures. *Milchwissenschaft*, 37 (6): 331-335.
- KURULTAY, Ş., 1993. Çiğ Sütten ve Pastörize Sütte Değişik Kültür Kombinasyonları İlavesiyle Yapılan Vakum Paketlenmiş Kaşar Peynirleri Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 102 s.
- KURULTAY, Ş., ve DEMİRCİ, M., 1996. Çiğ Sütten ve Pastörize Sütte Değişik Kültür Kombinasyonları İlavesiyle Yapılan Vakum Paketlenmiş Kaşar Peynirleri Üzerine Bir Araştırma (1. Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikler). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4:35-43.

- KURULTAY, Ş., YAŞAR, K., and ÖKSUZ, Ö., 2004. The Effects of Different Curd pH and Stretching Temperatures on Some Chemical Properties of Kashar Cheese. *Milchwissenschaft*, 59 (7-8): 386-388.
- LANE, C.N., and FOX, P.F., 1996. Contribution of Starter and Adjunct Lactobacilli to Proteolysis in Cheddar Cheese During Ripening. *International Dairy Journal*, 6 (7):715-728.
- LAU, K.Y., BARBANO, D.M., and RASMUSEN, R.R., 1991. Influence of Pasteurization of Milk on Protein Breakdown in Cheddar Cheese During Aging. *Journal Dairy Science*, 74 (3):727-740.
- LAW, B.A., and GOODENOUGH, P.W., 1995, *Enzymes in Milk and Cheese Production*. *Enzymes in Food Processing* (Ed: G.A. Tucker and L.F.J. Woods). Blackie Academic & Professional. London, 115-143 pp.
- LAW, J., FITZGERALT, G.F., DALY, C., FOX, P.F., and FARKYE, N.Y., 1993. Proteolysis and Flavour Development in Cheddar Cheese Made with the Single Starter Strains *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* UC317 or *Lactococcus lactis* ssp. *creamoris* HP. *Journal of Dairy Science*, 75: 1173-1185.
- LAWRENCE, R.C., CREAMER, L.K., and GILLES, J., 1987. Texture Development During Cheese Technology. *Journal Dairy Science*, 70 (8):1748-1760.
- LITOPOULOU-TZANETAKI, E., and TZANETAKIS, N., and VAFOPOULOU-MASTROJIANNAKI, A., 1993. Effect of the Type of Lactic Starter on Microbiological Chemical and Sensory Characteristics of Feta Cheese. *Food Microbiology*, 10 (1):31-41.
- LUCEY, J. and J. KELLY, 1994. Cheese Yield. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 47 (1):1-13.
- LUCEY, J.A., JOHNSON, M.E. and HORNE, D.S., 2003. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86 (9):2725-2773.

- MADKOR, S.A., TONG, P.S., and EL-SODA, M., 2000. Ripening of Cheddar Cheese with Added Attenuated Adjunct Cultures of *Lactobacilli*. *Journal of Dairy Science*, 83 (8): 1984-1991.
- McSWEENEY, P.L.H., POCHET, S., FOX, P.F., and HEALY, A., 1994. Partial Identification of Peptides from the Water-Soluble Fraction of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Research*, 61 (4): 587-590.
- McSWEENEY, P.L.H., NURSTEN, H.E., and URBACH, G. 1995. Flavours and off-Flavours in Milk and Dairy Products. In *Advanced Dairy Chemistry 3. Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*, Ed: Fox, P.F. pp. 403-468. Fox Chapman and Hall, London, England.
- McSWEENEY, P.L.H., and FOX, P.F., 1997. Chemical Methods for the Characterization of Proteolysis in Cheese During Ripening. *Lait*, 77 (4):41-76.
- METİN, M. 1996. Süt Teknolojisi. I Bölüm. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, 623 s.
- METİN, M., ve ÖZTÜRK, G.F., 1991. Türkiye’ de Vakum Paketlenmiş Taze Kaşar Peynirlerin Yapımı ve Düşündükleri. Her Yönüyle Peynir. Editör: Demirci M. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:125 Tekirdağ, 289 s.
- MOHANTY, A.K., MUKHOPADHYAY, U.K., GROVER, S., and BATISH, V.K., 1999. Bovine Chymosin: Production by rDNA Technology and Application in Cheese Manufacture. *Biotechnology Advances*, 17 (2-3):205-217.
- MORRIS, H.A., and ANDERSON, K., 1991. A Comparative Study of Cheese Made with Fermentation Produced Calf Chymosin from *Kluyveromyces lactis* and with Calf Rennet. *Cultured Dairy Products Journal*, 26 (2): 13-20.
- NUNEZ, M., GARSIA-ASER, C., RODRIGUAZ-MARTIN, MA., MEDINA, M., and GAYA, P., 1986. The Effect of Ripening and Cooking Temperatures on Proteolysis and Lipolysis in Manchego Cheese. *Food Chemistry*, 21: 115-123.

- O'KEEFFE, A.M., FOX, P.F., and DALY, C., 1978. Proteolysis in Cheddar Cheese. Role of Coagulant and Starter Bacteria. *Journal of Dairy Research*, 45:465-477.
- OLSEN, N.F., 1977. Factors Affecting Cheese Yields. *Dairy Industries International*, 42 (4): 14.-19.
- OMAR, M. M., and EL-ZAYAT, A.I., 1986. Ripening Changes of Kashkaval Cheese Made from Cow's Milk. *Food Chemistry*, 22:83-94.
- ÖNER, M.D. and AKAR, B., 1993. Separation of the Proteolytic Enzymes from Fig Tree Latex and its Utilization in Gaziantep Cheese Production. *Lebensm-Wiss.Technol.*, 26 (4): 318-321.
- ÖZDEMİR, C., 1997. Soğutulmuş (4±1 °C) Sütlerden Üretilen Kaşar Peynirlerine Sorbat Katılmasının Etkileri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 91 s. Tekirdağ, 91 s.
- ÖZTEK, L., 1981. *Rhizomucor miehei* Küf Mantarından Elde Edilen Mikrobiyal Maya "Hannilase" nın Beyaz Peynir ve Kaşar Peyniri Yapımında Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. Doçentlik Tezi.
- ÖZTEK, L., 1983. Kars İlinde Yapılan Kaşar Peynirlerinin Yapılışları, Bileşimleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Araştırmalarla Bunların Diğer Peynir Çeşitleri ile Kıyaslanmaları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:528, Erzurum, 184 s.
- ÖZTÜRK, G.F., 1993. Kaşar Peynirlerinin Olgunlaştırılmasının Hızlandırılması Üzerine Nötral Proteaz ve Nötral Proteaz-Lipaz Enzim Kombinasyonunun Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 105 s.
- PODUVAL, V.S., and MISTRY, V.V., 1999. Manufacture of Reduced Fat Mozzarella Cheese Using Ultra Filtrated Sweet Buttermilk and Homogenized Cream. *Journal Dairy Science*, 82 (1): 1-9.
- POLYCHRONIADOU, A., MICHAELIDOU, A., and PASCHALOU, N., 1999. Effect of Time, Temperature and Extraction Method on the Trichloroacetic Acid-Soluble Nitrogen of Cheese. *International Dairy Journal*, 9 (8): 559-568.

- PROKOPEK, D., MEISEL, H., PRISTER, H., KURSH, U., REUTER, H., SCHLIMME, E., and TEUBER, M., 1988. The Manufacture of Edam and Tilsit Cheese Using Genetically Engineered Bovine Chymosin from *Kluyveromyces lactis*. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 43-52.
- RAPHAELIDES, S., ANTONIOU, K.D., and PETRIDIS, D., 1995. Texture Evaluation of Ultra filtered Teleme Cheese. Journal of Food Science, 60 (6):1211-1215.
- REPS, A., DAJNOWIEC, F., and KOLAKOWSKI, P., 1997. Chymax Preparation in Industrial Cheese Manufacture. Milchwissenschaft, 52 (1):32-35.
- ROGELJ, I., PERKO, B., FRANCKY, A., PENCA, V., and PUNGERCAR, J., 2001. Recombinant Lamb Chymosin as an Alternative Coagulating Enzyme in Cheese Production. Journal of Dairy Science, 84 (5): 1020-1026.
- SALDAMLI, İ. and KAYTANLI, M., 1998. Utilization of Fromase, Maxiren and Rennilase as Alternative Coagulating Enzymes to Rennet in Turkish White Cheese Production. Milchwissenschaft, 53 (1):22-25.
- SHAMMET, K.M., BROWN, R.J., and McMAHON, D.J., 1992a. Proteolytic Activity of Some Milk- Clotting Enzymes on κ -Casein. Journal of Dairy Science, 75 (6): 1373-1379.
- SHAMMET, K.M., BROWN, R.J., and McMAHON, D.J. 1992b. Proteolytic activity of Proteinases on Macropeptide Isolated from κ -Casein. Journal of Dairy Science, 75 (6):1380-1388.
- SHEEHAN, J.J., O'SULLIVAN, K., and GUINEE, T.P., 2004. Effect of Coagulant Type and Storage Temperature on the Functionality of Reduced-Fat Mozzarella cheese. Lait, 84 (6): 551-566.
- SOUSA, M.J. ARDÖ, Y., and McSWEENEY, P.L.H. 2001. Advances in the Study of Proteolysis During Cheese Ripening. International Dairy Journal, 11 (4-7): 327-345.

- STEELE, J.L., and ÜNLÜ, G., 1992. Impact of Lactic Acid Bacteria on Cheese Flavor Development. Food Technology, 46 (11): 128-135.
- SULLIVAN, J.J., KIESEKER, F.G., and JAGO, G.R., 1971. The Effect of pH and Starter Culture on the Bitterness of Peptide Extraction of Atryptic Digest of Casein. The Australian Journal of Dairy Technology, 26:111-112.
- ŞAHAN, N., ve KONAR, A. 1990. Peynir Üretiminde Sütü Pıhtılaştırmada Kullanılan Proteolitik Enzimler. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 5 (4): 129-140.
- ŞAHAN, N., 1993. Beyaz Peynir Üretiminde Hidrojen Peroksit ve Isıl İşlem Uygulamalarının Kaliteye Etkileri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 138 s.
- ŞAHAN, N., ve YAŞAR, K., 2002a. Peynir Üretiminde Süt Pıhtılaştırıcı Enzimlerin Rollerini. Gıda Teknolojisi, 6 (9):31-40.
- ŞAHAN, N., ve YAŞAR, K., 2002b. Peynir Üretiminde Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 17 (3):21-30.
- ŞAHAN, N, ve KAÇAR, A., 2003. Kaşar Peyniri ve Bazı Kalite Özellikleri. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi. 2-4 Ekim, Ankara.
- ŞEHİDİ, G., 1974. *Endothia parasitica*'dan Elde Edilen Pıhtılaştırıcı Enzimle (Suparen) İşlenmiş Bazı Yerli Peynirlerimizin Teknolojik Nitelikleri Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- TEKİNŞEN, O.C., 1997. Süt Ürünleri Teknolojisi. S.Ü.V.F. Yayın Ünitesi. Konya, 326 s.
- TUNÇTÜRK, Y., 1996. Kaşar Peynirin Starter Kültür, Proteinaz ve Lipaz Enzimleri İlavesiyle Hızlı Olgunlaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 140 s.
- URAZ, T., ve ŞİMŞEK, B., 1998. Ankara Piyasasında Satılan Beyaz Peynirlerin Proteoliz Düzeyi Üzerine Araştırmalar. Gıda 23 (5): 371-375.

- UYANIK, F.F., 1994. Kaşar Peyniri Yapımında Tavuk Pepsininin Kullanılması Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara 46 s.
- USTUNOL, Z., and HICKS, C.L., 1990. Effect of Milk-Clotting Enzymes on Cheese Yield. *Journal of Dairy Science*, 73 (1): 8-16.
- UYSAL, H.R., GÖNÇ, S., OYSUN, G., and KARAGÖZLÜ, C., 1996. Peynir Olgunlaşmasında Proteolizin Belirlenmesi İçin Kimyasal Metotlar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 519, İzmir 87 s.
- VAN DER BERG, G., 1992. Fermentation-Produced Chymosin; Technological Aspects of its Use for Cheesemaking. *International Dairy Federation Bulletin* No:269, 13-17 pp.
- VICENTE, M.S., IBANES, F.C., BARCINA, Y.R., and BARON L.J.R., 2001. Casein Breakdown Ripening of Idiazabal Cheese: Influence of Starter and Rennet Type. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 81 (2):210-215.
- VISSER, S., HUP, G., EXTERKATE, F.A., and STADHOULDERS, J., 1983a. Bitter Flavour in Cheese. 2. Model Studies on the Formation and Degradation of Bitter Peptides by Proteolytic Enzyme from Calf Rennet, Starter Cells Fractions. *Neth. Milk Dairy J.* 37 (3):169-180.
- VISSER, S., SLANGEN, K.J., HUP, G., and STADHOULDERS, J., 1983b. Bitter Flavour in Cheese. 3. Comparative Gel-Chromatographic Analysis of Hydrophobic Peptide Fractions from Twelve Gouda-Type Cheese and Identification of Bitter Peptides from a Cheese Made with *Streptococcus cremoris* strain HP. *Neth. Milk Dairy J.* 37 (3):181-192.
- VISSER, S., 1993. Proteolytic Enzymes and Their Relation to Cheese Ripening and Flavor. An Overview. *Journal of Dairy Science*, 46 (1): 329-350.
- WALLACE, J.M., and FOX, P.F., 1998. Rapid Spectrophotometric Fluorimetric Methods for Monitoring Nitrogenous (proteinaceous) Compounds in Cheese and Cheese Fractions: A Review. *Food Chemistry*, 62 (2):217-224.

- YAŞAR, K., 2000. Vakum Paketlenmiş Kaşar Peyniri Yapımında Uygulanan Farklı Proseslerinin Kaşar Peynirinin Çeşitli Özellikleri Üzerine Etkisi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 76 s.
- YAYGIN, H., ve DABİRİ, K., 1989. İnek, Koyun, Keçi Sütleriyle Yapılan ve Farklı Sıcaklıklarda Olgunlaştırılan Kaşar Peynirlerinin Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (1): 333-346.
- YETİŞMEYEN, A., 1995. Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayınları, No:1420/410, Ankara, 229 s.
- YETİŞMEYEN, A., ÇİMER, A., ÖZER, M., ODABAŞI, S., ve DEVECİ, O., 1998. Ultra Filtrasyon Tekniği ile Salamura Beyaz Peynir Üretiminde Kalite Üzerinde Değişik Maya Enzimlerinin Etkileri. Gıda, 23 (1): 3-9.
- YÖNEY, Z., 1973. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları. Baskı. A. Ü. Basımevi, Ankara, 182 s.
- YUN, J.J., BARBANO, D.M., and KINDSTEDT, P.S., 1993a. Mozzarella Cheese: Impact of Coagulant Type on Chemical Composition and Proteolysis. Journal of Dairy Science, 76 (12): 3648-3659.
- YUN, J.J., KIELY, J.L., KINDSTEDT, P.S., and BARBANO, D.M., 1993b. Mozzarella Cheese: Impact of Coagulant Type on Functional Properties. Journal of Dairy Science, 76 (12): 3667-3663.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Kahramanmaraş ilinin Afşin ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Afşin’de tamamladım. 1991-1995 yıllarında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde okudum. 1995-1997 yıllarında Van ve Erzurum’da ilkokul öğretmenliği yaptım. 1997 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne Araştırma görevlisi olarak atandım. 1997-2000 yıllarında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans yaptım. 2000 yılında 2547 sayılı Yükseköğretim yasasının 35. maddesine göre doktora yapmak için Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne görevlendirildim. Halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim ve bir çocuk sahibiyim.