

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Yeliz PARLAK

**ÇERKEZ PEYNİRİNDE İKAME TUZ KULLANARAK SODYUM
MİKTARINI AZALTMA OLANAKLARI**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2016

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇERKEZ PEYNİRİNDE İKAME TUZLARLA SODYUM MİKTARINI
AZALTMA OLANAKLARI**

Yeliz PARLAK

DOKTORA TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez/....../2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

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

.....
Prof. Dr. Mehmet GÜVEN
ÜYE

.....
Prof. Dr. Mutlu BUKET AKIN
ÜYE

.....
Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Zafer ERBAY
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

ÇERKEZ PEYNİRİNDE İKAME TUZ KULLANARAK SODYUM MİKTARINI AZALTMA OLANAKLARI

Yeliz PARLAK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Nuray GÜZELER

Yıl: 2016, Sayfa: 158

Jüri : Prof. Dr. Mehmet GÜVEN

: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

: Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

: Yrd. Doç. Dr. Zafer ERBAY

Bu çalışmada, farklı oranlarda (A: Kontrol, B, C, D, E) oranlarında ikame tuzlarla tuzlanan Çerkez peynirleri üretilmiş ve vakumla paketlenerek 90 gün süre ile depolanmıştır. Farklı ikame tuz kullanımı Çerkez peynirlerinin pH, yağ, tuz, kurumaddede tuz, kül, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, toplam serbest yağ aside, suda çözünen azot, olgunlaşma derecesi, serbest aminoasit miktarı, sertlik, yapışkanlık, lifli yapı, renk ve görünüş, tuzluluk, kitle ve yapı ile genel kabul edilebilirlik puanlarını etkilerken, titrasyon asitliği, kurumadde, kurumaddede yağ, protein, kurumadde de protein, elastikiyet, esneklik, koku ve tat puanlarını etkilememiştir.

Depolama süresince farklı ikame tuz kullanımı NMR spektrumlarını etkilemiştir, olgunlaşmanın göstergesi olan organik asitlerin ve serbest amino asitlerin olgunlaşma süresince artış gösterdiği görülmüştür. Depolama dönemi boyunca panelistlerce en çok beğenilen peynir %50 oranında KCl ile ikame edilerek tuzlanan Çerkez peyniri olmuştur.

Depolama süresi peynirlerin pH, titrasyon asitliği, kurumadde, kurumaddede yağ, kurumaddede protein, tuz, kurumaddede tuz, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, toplam serbest yağ asitleri oranı, suda çözünen azot, olgunlaşma derecesi, serbest aminoasit içeriği, sertlik, yapışkanlık, lifli yapı, kül değerlerini ve renk ve görünüş ile tuzluluk puanlarını önemli derecede etkilemiştir. KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları ile ikame edilerek Çerkez peynirlerinin sodyum içeriği düşürülmüştür. CaCl₂ ilavesi laktik asit içeriğinde artışa, bazen acımsı tatlarla karşılaşılabilmesine ve renk görünüş puanlarında kayıplara neden olabilmektedir. MgCl₂ ilavesi ise peynirde proteolizi teşvik etmektedir. %50 oranında KCl ikamesi ile Çerkez peynirlerinin kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde en az değişimle sodyum içeriği azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Çerkez peyniri, İkame tuz, Sodyum, Depolama

ABSTRACT

PhD THESIS

REDUCTION OPPORTUNITIES OF SODIUM LEVEL IN CIRCASSIAN CHEESE BY USING SALT SUBSTITUTE

Yeliz PARLAK

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

Supervisor : Prof. Dr. Nuray GÜZELER

Year: 2016, Pages: 158

Jury : Prof. Dr. Mehmet GÜVEN

: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

: Prof. Dr. Güzide YÜCEBİLGİÇ

: Asst. Prof. Dr. Zafer ERBAY

In this study, Circassian cheeses were manufactured by using several rates salt substitutes (A: Control, B, C, D, E) and stored for 90 days in vacuum package. Using of different salt substitutes in the manufacture of Circassian cheeses were significantly influenced pH, fat, salt, salt-in-dry matter, ash, sodium, potassium, calcium, magnesium, total free fatty acids, water soluble nitrogen, maturation factor, free amino acid, hardness, adhesiveness, stringiness length, fracturability, colour and appearance, saltiness, mass and structure and general acceptability points. On the other hand, the values for titratable acidity, dry matter, fat-in-dry matter, protein, protein-in-dry matter, resilience, springiness, odour and taste points were not influenced.

During storage, the use of different salt substitution affect the NMR spectrum and increased organic acids and free amino acids during ripening. 50% KCl salt by substituting the Circassian cheese received the highest sensory scores by all members of panel group during storage period.

Storage period has a significant effect on the pH, titratable acidity, fat-in-dry matter, dry matter, protein-in- dry matter, salt, salt-in-dry matter, ash, sodium, potassium, calcium, magnesium, total free fatty acids, water soluble nitrogen, maturation factor, free amino acid, hardness, adhesiveness, stringiness length values and sens colour and appearance, saltiness points of the cheese. Sodium content of Circassian cheese is reduced by substitution with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ salts. Substitution by CaCl₂ can lead a bitter taste, upgrade in lactic acid content and loss of taste and appearance scores. Reduced sodium Circassian cheese can produce with minimum changes at chemical, textural and sensory properties of Circassian cheese by 50% substitution with KCl.

Key Words: Circassian cheese, Salt substitute, Sodium, Storage

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana “Çerkez Peynirinde İkame Tuzlarla Sodyum Miktarını Azaltma Olanakları ” konulu doktora tezini veren yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nuray GÜZELER’e sonsuz teşekkürler.

Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜVEN’e ve Sayın Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN’a çalışmamın tüm aşamalarında yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tezim süresince bana destek veren ve NMR analizleri için Sakarya Üniversitesi Kimya Bölümü Nükleik Manyetik Rezonans Laboratuvarı olanaklarından yararlanmamı sağlayan, engin bilgi ve deneyimini paylaşan Sayın Yrd. Doç. Dr. Hülya DEMİRHAN’a teşekkür ederim.

Doktora çalışmam içerisinde yer alan ICP-OES analizleri için Sakarya Üniversitesi Kimya Bölümü Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı olanaklarından yararlanmamı sağlayan Sayın Dr. Can Serkan KESKİN’e şükranlarımı sunarım.

Doktora çalışmalarım esnasında desteğini esirgemeyen SAÜ Pamukova Meslek Yüksekokulu Müdürü Sayın Taki DEMİR’e, laboratuvar çalışmaları sırasında destek ve katkılarından dolayı Pamukova Meslek Yüksekokulu Laboratuvar Sorumlusu Sayın Zuhal GÜNEŞLİ’ ye teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım esnasında maddi destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne (Proje no: ZF2012B11) içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Çerkez Peynirinin Tuz İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar	7
2.2. Peynirlerde Sodyum İçeriğinin Azaltılması Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	8
2.2.1. Beyaz Peynirde Yapılan Çalışmalar	9
2.2.2. Cheddar Peynirinde Yapılan Çalışmalar	11
2.2.3. Cottage Peynirinde Yapılan Çalışmalar.....	12
2.2.4. Feta Peynirinde Yapılan Çalışmalar	12
2.2.5. Diğer Peynirlerde Yapılan Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE METOD	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Süt.....	19
3.1.2. Peyniraltı Suyu	19
3.1.3. Tuz (NaCl)	19
3.1.4. Ambalaj Materyali	19
3.2. Metod	20
3.2.1. Çerkez Peyniri Üretimi	20
3.2.2. Çiğ Süt ve Peyniraltı suyu Analizleri ve Peynir Randımanı.....	22
3.2.2.1. pH Değeri	22
3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri.....	22
3.2.2.3. Kurumadde Oranı	22
3.2.2.4. Yağ ve Yağsız Kurumadde Oranı	22

3.2.2.5. Protein Oranı	22
3.2.2.6. Peynir Randımanı.....	23
3.2.3. Peynir Analizleri.....	23
3.2.3.1. Kimyasal Analizler.....	23
3.2.3.1.(1). pH Değeri	23
3.2.3.1.(2). Titrasyon Asitliği Değeri	23
3.2.3.1.(3). Kurumadde Oranı	24
3.2.3.1.(4). Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranı	24
3.2.3.1.(5). Protein ve Kurumaddede Protein Oranı.....	24
3.2.3.1.(6). Tuz ve Kurumaddede Tuz Oranı	25
3.2.3.1.(7). Kül Tayini.....	25
3.2.3.1.(8). Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum Tayini	25
3.2.3.1.(9). Toplam Serbest Yağ Asitleri	26
3.2.3.1.(10). Suda Çözünen Azot Oranı ve Olgunlaşma Derecesi	27
3.2.3.1.(11). Toplam Serbest Aminoasit Miktarı	27
3.2.3.1.(12). Nükleik Magnetik Rezonans Spektroskopisi (¹ H-NMR)	28
3.2.3.1.(13). Tekstür Analizi	28
3.2.3.2. Duyusal Analizler.....	29
3.2.3.3. İstatistiksel Analizler.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Çiğ Sütün Bileşimi	31
4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimi	32
4.3. Çerkez Peynirinde Randıman	33
4.4. Çerkez Peynirlerinin Özellikleri.....	33
4.4.1. Çerkez Peynirlerinin pH Değerleri	33
4.4.2. Çerkez Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri.....	36
4.4.3. Çerkez Peynirlerinin Kurumadde Değerleri	39
4.4.4. Çerkez Peynirlerinin Yağ ve Kurumadde de Yağ Değerleri	41
4.4.5. Çerkez Peynirlerinin Protein ve Kurumadde de Protein Değerleri	45

4.4.6. Çerkez Peynirlerinin Tuz ve Kurumadde de Tuz Oranları.....	49
4.4.7. Çerkez Peynirlerinin Kül Değerleri.....	54
4.4.8. Çerkez Peynirlerinin Sodyum Değerleri.....	56
4.4.9. Çerkez Peynirlerinin Potasyum Değerleri	59
4.4.10. Çerkez Peynirlerinin Kalsiyum Değerleri	61
4.4.11. Çerkez Peynirlerinin Magnezyum Değerleri	63
4.4.12. Çerkez Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranları.....	66
4.4.13. Çerkez Peynirlerinin Suda Çözünen Azot İçeriği.....	69
4.4.14. Çerkez Peynirlerinin Olgunlaşma Derecesi	72
4.4.15. Çerkez Peynirlerinin Serbest Aminoasit İçeriği	74
4.4.16. Çerkez Peynirlerinin Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi....	77
4.4.17. Çerkez Peynirlerinin Tekstür Analizleri	102
4.4.17.1. Sertlik (Hardness).....	102
4.4.17.2. Dış Yapışkanlık (Adhesiveness)	104
4.4.17.3. Esneklik (Resilience).....	106
4.4.17.4. Lifli Yapı (Stringiness Length)	109
4.4.17.5. Elastikiyet (Springiness)	110
4.4.17.6. Kırılabilirlik (Fracturability).....	113
4.4.18. Çerkez Peynirlerinin Duyusal Özellikleri.....	114
4.4.18.1. Renk ve Görünüş.....	115
4.4.18.2. Koku	116
4.4.18.3. Tat.....	118
4.4.18.4. Tuzluluk	120
4.4.18.5. Kitle ve Yapı.....	121
4.4.18.6. Genel Kabul Edilebilirlik	122
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	125
KAYNAKLAR	133
ÖZGEÇMİŞ	147
EKLER.....	148



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	Hazırlanan salamuralarda kullanılan tuz oranları.....	20
Çizelge 3.2.	Düşük sodyumlu Çerkez peynirinin duyusal değerlendirme formu	29
Çizelge 4.1.	Çiğ sütün bileşimi.....	31
Çizelge 4.2.	Peyniraltı suyunun bileşimi	32
Çizelge 4.3.	Peynir randımanı	33
Çizelge 4.4.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan pH değerleri.....	34
Çizelge 4.5.	Çerkez peynirlerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	36
Çizelge 4.6.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan laktik asit değerleri.....	37
Çizelge 4.7.	Çerkez peynirlerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.8.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde değerleri.....	39
Çizelge 4.9.	Çerkez peynirlerinin kurumadde değerlerine ait varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.10.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan yağ değerleri.....	41
Çizelge 4.11.	Çerkez peynirlerinin yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.12.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde de yağ değerleri	44
Çizelge 4.13.	Çerkez peynirlerinin kurumadde de yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.14.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan protein değerleri.....	46
Çizelge 4.15.	Çerkez peynirlerinin protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.16.	Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede protein değerleri.....	47

Çizelge 4.17. Çerkez peynirlerinin kurumaddede protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları	49
Çizelge 4.18. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuz değerleri.....	49
Çizelge 4.19. Çerkez peynirlerinin tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.20. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede tuz değerleri	51
Çizelge 4.21. Çerkez peynirlerinin kurumaddede tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.22. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kül değerleri	54
Çizelge 4.23. Çerkez peynirlerinin kül içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.24. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sodyum değerleri.....	57
Çizelge 4.25. Çerkez peynirlerinin sodyum değerlerine ait varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.26. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan potasyum değerleri.....	59
Çizelge 4.27. Çerkez peynirlerinin potasyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.28. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kalsiyum değerleri.....	61
Çizelge 4.29. Çerkez peynirlerinin kalsiyum değerlerine ait varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 4.30. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan magnezyum değerleri.....	64
Çizelge 4.31. Çerkez peynirlerinin magnezyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 4.32. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan toplam serbest yağ asitleri oranları.....	66
Çizelge 4.33. Çerkez peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri oranlarına ait varyans analizi sonuçları	68

Çizelge 4.34. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan suda çözünen azot değerleri	69
Çizelge 4.35. Çerkez peynirlerinin suda çözünen azot içeriklerine ait varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.36. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan olgunlaşma derecesi	72
Çizelge 4.37. Çerkez peynirlerinin olgunlaşma derecesine ait varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 4.38. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan serbest aminoasit içeriği	75
Çizelge 4.39. Çerkez peynirlerinin serbest aminoasit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları.....	77
Çizelge 4.40. Çerkez peynirlerinde gözlenen serbest aminoasitler	90
Çizelge 4.41. Çerkez peynirlerinde gözlenen organik asitler	92
Çizelge 4.42. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sertlik değerleri.....	102
Çizelge 4.43. Çerkez peynirlerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	104
Çizelge 4.44. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan dış yapışkanlık (adhesiveness) değerleri.....	105
Çizelge 4.45. Çerkez peynirlerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	106
Çizelge 4.46. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan esneklik (resilience) değerleri	107
Çizelge 4.47. Çerkez peynirlerinin esneklik (resilience) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	108
Çizelge 4.48. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan lifli yapı (stringiness length) değerleri	109
Çizelge 4.49. Çerkez peynirlerinin lifli yapı (stringiness length) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	110

Çizelge 4.50. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan elastikiyet (springiness) değerleri	111
Çizelge 4.51. Çerkez peynirlerinin elastikiyet (springiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	112
Çizelge 4.52. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kırılabilirlik (fracturability) değerleri	113
Çizelge 4.53. Çerkez peynirlerinin kırılabilirlik (fracturability) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	114
Çizelge 4.54. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları	115
Çizelge 4.55. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan koku puanları	117
Çizelge 4.56. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tat puanları.....	119
Çizelge 4.57. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuzluluk puanları	120
Çizelge 4.58. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kitle ve yapı puanları	121
Çizelge 4.59. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan genel kabul edilebilirlik puanları	123

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Çerkez peyniri üretim akım şeması.....	21
Şekil 4.1. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan pH değerleri	35
Şekil 4.2. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri.....	38
Şekil 4.3. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde değerleri.....	40
Şekil 4.4. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan yağ değerleri	42
Şekil 4.5. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede yağ değerleri.....	44
Şekil 4.6. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan protein değerleri.....	46
Şekil 4.7. Çerkez süresince peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede protein değerleri.....	48
Şekil 4.8. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuz içerikleri	50
Şekil 4.9. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede tuz içerikleri.....	53
Şekil 4.10. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kül içerikleri	55
Şekil 4.11. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sodyum değerleri.....	58
Şekil 4.12. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan potasyum değerleri.....	60
Şekil 4.13. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kalsiyum değerleri.....	63
Şekil 4.14. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan magnezyum değerleri.....	65
Şekil 4.15. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan toplam serbest yağ asidi oranları	67
Şekil 4.16. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan suda çözünen azot içerikleri.....	71

Şekil 4.17. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan olgunlaşma dereceleri	73
Şekil 4.18. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan serbest aminoasit miktarları.....	76
Şekil 4.19. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu	79
Şekil 4.20. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu	79
Şekil 4.21. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu	80
Şekil 4.22. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu	80
Şekil 4.23. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu.....	81
Şekil 4.24. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu	81
Şekil 4.25. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu	82
Şekil 4.26. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu	82
Şekil 4.27. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu.....	83
Şekil 4.28. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu	83
Şekil 4.29. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu	84
Şekil 4.30. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu	84
Şekil 4.31. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu	85
Şekil 4.32. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu	85
Şekil 4.33. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu	86

Şekil 4.34. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu	86
Şekil 4.35. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu.....	87
Şekil 4.36. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu	87
Şekil 4.37. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu	88
Şekil 4.38. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu	88
Şekil 4.39. Analizi yapılan Çerkez peynirlerinde gözlenen serbest amino asitler ve organik asitler	93
Şekil 4.40. Depolama süresi boyunca A örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri	94
Şekil 4.41. Depolama süresi boyunca B örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri	95
Şekil 4.42. Depolama süresi boyunca C örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri	96
Şekil 4.43. Depolama süresi boyunca D örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri	97
Şekil 4.44. Depolama süresi boyunca E örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri	98
Şekil 4.45. Depolamanın sonunda Çerkez peynirlerinin nükleer manyetik rezonans pikleri	99
Şekil 4.46. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sertlik değerleri	103
Şekil 4.47. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan dış yapışkanlık değerleri.....	106
Şekil 4.48. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan esneklik değerleri.....	108
Şekil 4.49. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan lifli yapı değerleri.....	109

Şekil 4.50. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan elastikiyet değerleri.....	111
Şekil 4.51. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kırılgenlik değerleri.....	113
Şekil 4.52. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları.....	116
Şekil 4.53. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan koku puanları	118
Şekil 4.54. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tat puanları	119
Şekil 4.55. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuzluluk puanları ..	121
Şekil 4.56. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kitle ve yapı puanları.....	122
Şekil 4.57. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan genel kabul edilebilirlik puanları	124

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	:Yüzde
AgNO ₃	: Gümüş Nitrat
ATP	:Adenozin Trifosfat
°C	: Santigrat derece
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
Cd-ninhydrin	: Kadmiyum Ninhidrin
D ₂ O	: Dötöryum Oksit (Ağır Su)
dk.	: Dakika
dev.	: Devir
DNA	: Deoksiribonükleik asit
g	: Gram
h	: Saat
HNO ₃	: Nitrik Asit
IDF	: International Dairy Federation
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
KCl	: Potasyum Klorür
Leu	: Lösin
KOH	: Potasyum Hidroksit
MgCl ₂	: Magnezyum Klorür
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
ml	: Mililitre
µl	: Mikrolitre
N	: Normal
NaCl	: Sodyum Klorür
NaH ₂ PO ₄	: Sodyum Dihidrojen Fosfat
Na ₂ HPO ₄	: Disodyum Hidrojen Fosfat
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NaSO ₄	: Sodyum Sülfat

NMR	: Nükleik Magnetik Rezonans Spektroskopisi
rpm	: Dakikadaki devir sayısı (Revolution per minute)
RNA	: Ribonükleik Asit
SÇA	: Suda Çözünen Azot
SPSS	: Statistical Package For The Social Sciences
(%w/w)	: Ağırlık/Ağırlık (Ağırlıkça Yüzde Derişim)



1. GİRİŞ

Peynir, yağlı süt, krema, kısmen ya da tamamen yağı alınmış süt, yayık altı veya bunların bir kaçının veya tümünün karışımının uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peyniraltı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür (Üçüncü, 2004). Türkiye’de 2015 yılında entegre süt işletmeleri tarafından 8 934 245 ton inek sütü toplanmış ve bu sütün 1 378 524 ton’u içme sütüne işlenirken, 637 284 ton’u peynire işlenmiştir (TÜİK, 2015). Ülkemizde üretilen peynirin yaklaşık %4-5’i modern fabrika veya büyük işletmelerde; geriye kalan kısmı (%95-96) ise genellikle hijyenik koşullar altında elde edilmeyen sütün, ilkel sayılabilecek üretim yerlerinde işlenmesiyle elde edilmektedir (Elmalı ve Uylaşer, 2012). Dolayısıyla peynirin büyük bir kısmı küçük mandıralarda ve evlerde üretilmekte olup ülkemizde çok değişik kalite ve çeşitlerde peynirler bulunmaktadır (Tan ve Ertürk, 2002). 130’dan fazla çeşidi olan yöresel peynirlerden bazıları Çerkez, Abaza, Mihaliç, Örgü, Tulum, Otlı, Civil ve Sepet peynirleridir (Kamber, 2005).

Çerkezce Adige Koaye, Mate Koaye veya Koptlij olarak bilinen Çerkez peyniri farklı ülkelerde bilinip tüketilen bir peynir çeşididir. Çerkezler anayurtları Kafkasya’dan göç ettikleri Türkiye, Suriye, İsrail, Irak, Kıbrıs, Kosova, Lübnan ve Ürdün gibi ülkelere kültürlerinin bir parçası olan Çerkez peynirini tanıtmışlardır. Ülkemizde özellikle Çerkezlerin yoğun olarak yaşadığı Sakarya, Düzce, Bolu, Balıkesir, Çanakkale, Bursa, Samsun, Sinop ve Kayseri illerinde, çoğunlukla köylerde oturan ailelerce geleneksel olarak veya küçük mandıra ve süt işletmelerinde üretilmektedir (Guneser ve Karagül Yüceer, 2011; Dervişoğlu ve ark, 2012).

Peynirler kazeini pıhtılaştırma yöntemi ve üretim özelliklerine göre beş gruba ayrılır:

- Ø Peynir mayası ile elde edilenler (Kaşar, Cheddar, Edam vd.)

- Ø Uygun asitlerle pıhtılaştırılarak üretilenler (Cottage, Quark, Quesco Blanco vd.)
- Ø Isı ve asit etkisiyle elde edilenler (Ricotta, Sapsago, Ziger vd.)
- Ø Konsantrasyon ve kristalizasyon uygulaması ile elde edilenler (Mysost vd.)
- Ø Eritme peynirleri (Üçüncü, 2004).

Çerkez peyniri Minas Frescal, Queso Blanco, Queso de Cincho, Queso del Pais, Paneer, Chhana ve Queso Llanero gibi asit ve ısı yardımıyla üretilen peynirlerdendir (Fox ve ark, 2000; Sahu, 2010; Dagostin ve ark., 2013).

Her süt fabrikası ve/veya peynir üreticisi Çerkez Peyniri üretiminde tüm aşamalar için kendine özgü metotlar geliştirerek uygulamaktadır. Abaza peyniri Çerkez peyniri ile karıştırılmasına rağmen yapılış, biçim, muhafaza şekli ve bileşim bakımından tamamen farklıdır (Güzeler ve Parlak, 2010a). Pıhtısı haşlanarak üretilen peynirlerden olan Çerkez peynirinin geleneksel olarak taze, güneşte kurutulmuş ve ıslı, endüstriyel olarak da taze ve ıslı olacak şekilde üretimi gerçekleştirilmektedir (Dervişoğlu ve ark, 2012).

Çerkez peyniri inek, koyun, keçi, manda sütü veya bu sütlerin karışımından üretilmektedir (Güzeler ve Parlak, 2010b). İlk olarak temizlenen süt kaynamaya başlayınca kadar ısıtılır. Kaynayan süte bir kepçe yardımıyla azar azar önceden üretilmiş peynirden kalan peynir suyu veya yoğurt suyu ilave edilir. Bazı yerlerde ise peynir suyu yada yoğurt suyunun maya olarak ilavesi kaynayan süt soğutulduktan sonra yapılır. Pıhtılaşma tamamlanınca kadar süt bu sıcaklıkta tutulur. Pıhtının kolay oluşması için süt içerisine suda eritilmiş limon tuzu ilave edilebilir. Pıhtılaşma tamamlandıktan sonra delikli bir kepçe vasıtasıyla pıhtı süzgecin veya peynir sepetinin içerisine alınır. Bu arada arzu edilirse azar azar pıhtıya tuz ilave edilerek tuzlanabilir ya da süzme işlemi bittikten sonra peynirin önce bir yüzü ertesi günde diğer yüzü çevrilip tuzlanır. Çerkez peyniri taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilebilir (Güzeler ve Parlak, 2010b).

Çerkez peyniri eğer kurutulacak ise aynı sepet içinde ya da beyaz bir tülbentle sarılı olarak güneşli bir yere asılarak kurutulur. Kurutma sırasında sıkça alt üst edilir. Arzu edilirse füme edildikten sonra İslı Çerkez Peyniri olarak satışa sunulabilir.

Bunun için tuzlama işleminden sonra peynirler özel tütsüleme odasındaki raflara alınır. Bu odanın ortasındaki ocakta çam odunu ya da kalın çıra yakılır ve çıkan duman peynirin dış yüzeyinin rengini koyulaştırır (Ünsal, 2000).

Endüstriyel Çerkez peyniri üretiminde bazı işletmeler geleneksel yöntemden çok daha farklı bir metot kullanmaktadırlar. Bu metoda göre pastörize edildikten sonra sıcaklığı yaklaşık 30-32°C'ye soğutulan süt mayalanır ve pıhtılaşması için bekletilir. (Endüstriyel üretimde mayalama için çoğunlukla ekşitilmiş peynir altı suyu ya da rennet kullanılabilir). 40-45 dk. sonra kesim olgunluğuna gelen pıhtı bezelye iriliğinde parçalanır. Pıhtı cendere bezine aktarılır ve bezin kenarları katlanıp baskıya alınarak suyun süzülmesi beklenir. Oluşan teleme bıçakla parçalara bölünür ve örtülü bir şekilde oda sıcaklığında fermentasyona bırakılır. Fermentasyon süresi 10-16 saattir. Kalıplar ince parçalara bölünerek 70°C'deki suda 2-2.5dk. karıştırılarak haşlanır. Haşlanmış teleme bir tezgâh üzerinde soğuduktan sonra içinde hava kalmayacak şekilde elle yoğrulur ve yuvarlak kalıplara konulur. Kalıplar aynı gün oda sıcaklığında yaklaşık 6-10 saat bekletilir. İkinci gün 10-15°C'deki odada raflara tek sıra halinde konur, kalıpların üstü tuzlanır, ertesi gün kalıplar ters çevrilip diğer yüzeyi de tuzlanır. Bu işleme 10 gün boyunca devam edilir. 17-20°C'de 20 gün daha bekletilerek peynirin kabuk bağlaması sağlanır. Peynirler tüketiciye sunuluncaya kadar soğuk hava deposunda muhafaza edilir. Bazı işletmelerde telemenin haşlanması, kalıplanması ve şekillendirilmesi makinelerle yapılır. %5 oranında tuz içeren salamurada 72-75°C'de yoğrulan telemeye elle göbek bağlatılarak şekil verilir. Bu tür üretimde tuzlama işlemi salamurada gerçekleştirilir (Uysal ve ark, 1998; Kamber, 2008).

Bazı bölgelerde Çerkez Peynirine çeşitli otlar veya ceviz gibi çeşni maddeleri katılmaktadır. Çerkez Peyniri oldukça dayanıklı bir peynir çeşididir ve uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Kamber, 2008).

Genellikle 0,5 kg ağırlığında yuvarlak ve basık kalıplar şeklinde olan Çerkez peyniri kendine has aromaya sahip, hafif tuzlu veya tuzsuz lezzetli, yumuşak kıvamlı, gözeneksizdir. Tütsülenmişler ise az tuzlu, ince kabuklu, az yağlı, nefis kokulu ve füme tadındadır (Uysal ve ark, 1998). Taze Çerkez peyniri sarıdan beyaza doğru değişen renklerde olabilmektedir. Tütsülenmiş tiplerde içi yine bu renklerde

ancak peynirin dış yüzeyi kahverengidir. Elastik konsistens ve homojen yapıya sahiptir, göz içermez.

Füme Çerkez peyniri üretiminde dayanımı sağlayan dumanlama işlemidir. Endüstriyel üretimde genellikle doğal dumanda bulunması muhtemel kanserojen maddeleri içermeyen ve kirlilik problemlerini minimum düzeye düşüren sıvı tütsü kullanılmaktadır (Atasever ve ark, 2003; Parlak ve ark, 2012). Taze Çerkez peynirinin dayanımını sağlayan ise tuzlama aşamasıdır.

Peynir üretiminde tuzlama işlemi temel üretim aşamalarından birisidir. Tuz, starter kültür ile birlikte peynirin olgunlaşmasına yardımcı olur, mikroorganizmaların faaliyetlerini sınırlandırıcı etki yapar ve peynir içerisinde bulunan fazla suyun dışarı atılmasını sağlar. Tuzun mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkisi; ozmotik basınç oluşturma, oksijenin çözünürlüğünü azaltması, mikroorganizma enzimlerine etki etmesi ve pH'yı değiştirmesi gibi farklı yollarla olmaktadır (Özdemir ve ark, 2010). Tuz peynirde bu amaçları gerçekleştirmek için kullanılmasına karşın sağlık üzerine olumsuz etkilerini de dikkate almak gerekir.

Tuz ve sodyum kavramları farklıdır. Sodyum, genel olarak sofraya tuzu (NaCl) biçiminde gıdalarla alınmaktadır. Sodyum sağlık için gereklidir ve yeterli, normal miktarda alınırsa vücuttaki sıvı dengesini düzenler. Fazla miktarda alınması kan basıncının yükselmesine neden olur (Samur ve Yıldız, 2012). Klor, sodyumun etkisini artırmaktadır. Sodyum, sodyum bikarbonat gibi diğer biçimlerde alındığında kan basıncını artırıcı etkisi fazla değildir (Öksüz, 2004). Vücutta fazla sodyum birikimi ödemlere yol açar. Vücutta sodyum birikimi olduğu zaman diyetteki sodyumu azaltmak gerekir (Baysal, 2004). Yüksek tuz içeriğinin hipertansiyon, mide kanseri, kolon kanseri, rektum kanseri, böbrek taşı oluşumu ve osteoporoz riskini artırdığı saptanmıştır (Tuyns, 1988; Simov ve Ivanov, 2005; Ayyash ve Shah, 2010; Anıl ve ark, 2011).

Ülkemiz de dahil gelişmiş toplumlarda günlük tuz tüketimi 18-20 gram civarında olup önerilen 6 gramın çok üzerindedir. Hipertansiyonda günlük tuz tüketimi 6 gram (2400 mg sodyum) ve kalp yetmezliğinde 3 gram (1500 mg sodyum) ile sınırlandırılmalıdır (Kardeşoğlu ve Aparcı, 2010; Drake ve ark, 2011). Diyetteki

NaCl aracılığı ile Na alımı günlük önerilen miktardan (2,5 g.) 10-35 kat daha fazladır (Ayyash ve Shah, 2010).

Çeşitli çalışmalar diyetle potasyum alımındaki artışın sodyum kaynaklı hipertansiyon hastalarında koruyucu etki gösterebildiğini, üriner kalsiyum atılımını azalttığını ve iskelet kitlesini koruduğunu göstermiştir (Katsiari ve ark, 2001a). Kalsiyum tüketiminin yetersizliği hipertansiyon riskini arttırmaktadır. Magnezyum da kan basıncının düzenlenmesi üzerinde etkilidir. Hipertansiyonu olan bireylerde serum magnezyum düzeylerinin normal bireylere göre daha düşük olduğu bildirilmektedir. Kan basıncı, potasyum alımı ile de ters yönde ilintilidir. Potasyumdan zengin besinlerin tüketiminin artırılması hipertansiyonun kontrol altına alınmasına yardımcı olur (Samur ve Yıldız, 2012).

Hipertansiyon, kardiyovasküler ve böbrek hastalarının, NaCl miktarı düşük gıdalara yönelmeleri, peynir teknolojisinde tuz yerine başka bileşiklerin kullanımına yol açmış ve Na⁺ içeriğince fakir, hatta Na⁺ içermeyen diyet peynirler üretilmiştir. Bu amaçla NaCl yerine; kalsiyum klorür, amonyum klorür, potasyum formiyat, magnezyum sitrat, mono potasyum fosfat ve benzeri birçok maddeden yararlanılmıştır (Reddy ve Marth, 1993; Aly, 1995; Üçüncü, 2004; Simov ve Ivanov, 2005; Karagözlü ve ark, 2008; Ayyash ve Shah, 2010; Ayyash ve ark., 2012; Cruz ve ark., 2011; Grummer ve ark., 2012; Kamleh ve ark., 2015; Thibaudeau ve ark., 2015).

Peynirdeki Na seviyesini azaltma yöntemleri şunlardır:

- Ø İlave edilen tuzun seviyesini kendiliğinden düşürme,
- Ø NaCl'ün KCl, MgCl₂ veya CaCl₂ gibi diğer tuzlarla kısmen veya tamamen katkılanması,
- Ø Otolize olmuş maya ekstraktı gibi lezzet artırıcı maddelerin kombinasyonu ile tuz seviyesinin düşürülmesi,
- Ø Peynirdeki mineral seviyesini değiştirmek için ultrafiltrasyon ve ters ozmoz retentantıyla katkılanmış sütlerin kullanılması,
- Ø Peynir yapım prosedürünün değiştirilmesi (Akın, 2010).

İlave edilen tuz seviyesini azaltmak peynirde tat kusurlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Yavan tat ve acılık düşük tuz konsantrasyonlarında sıkça görülmektedir (Koçak ve ark, 2011). Peynirde tuz konsantrasyonu azaltıldığında proteoliz, su aktivitesi, asitlik ve acılık artmakta sıklık ve tuzluluk azalmaktadır. İstenmeyen fermentasyonlar oluşabilmektedir. Tüm bu faktörler kalitede olumsuz bir etki meydana gelmeden peynirde sodyum seviyesini oldukça azaltmayı zorlaştırmaktadır (Katsiari ve ark, 2001a; Katsiari ve ark., 2001b).

KCl, MgCl₂ veya CaCl₂ gibi alternatif tuzlar NaCl'ün etkisini tam olarak göstermemektedir. Sodyum ve lityum tuzlu tat verirken, potasyum ve diğer alkali kasyonlar tuzlu ve acı tatlar vermektedirler (Koçak ve ark, 2011). Karşılaşılan acı tatlar, alternatif tuzların peynirlerde yüksek oranda kullanımını kısıtlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, düşük sodyumlu Çerkez peynirinin özellikleri üzerine NaCl'ün diğer tuz çeşitleri ile ikame edilmesinin etkilerinin araştırılması ve çalışma sonucunda söz konusu olan özellikler açısından en uygun tuz çeşidi ve ikame oranlarının önerilmesidir. Bu amaçla inek sütünden üretilen Çerkez peynirleri NaCl ile tek başına ve NaCl'ün KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ tuzları karışımıyla ön denemelerde belirlenen oran ve tuzlama tekniğiyle tuzlanmıştır. Peynirler 3 ay depolanarak 1., 15., 45., 90. gün analizleri yapılmış ve depolama süresince fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde oluşan değişimler belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çerkez Peynirinin Tuz İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Diyet peynir olarak bilinen ve hipertansiyon ve kalp hastalarına önerilen Çerkez peyniri az tuzlu ya da tuzsuz olarak üretilmeye çalışılmakla birlikte tuz içeriği üretim yerine göre farklılıklar göstermektedir. Yapılan çalışmalar Çerkez peynirinin tuz içeriğinin %3.8-%6.3 arasında değiştiğini göstermektedir (Kamber, 2008). Doğan ve Göksel (2010) tarafından yürütülen Çerkez kaşar peynirinin özelliklerinin incelendiği çalışmada ise ortalama tuz içeriği %2 olarak tespit edilmiştir.

Uysal ve ark. (1998) tarafından Türkiye’de üretilen geleneksel Çerkez peynirlerinin bazı özelliklerinin araştırıldığı çalışmada ise taze, güneşte kurutulmuş ve fırınlanmış Çerkez peyniri örneklerinde sırasıyla ortalama tuz miktarları %4.81, %6.27 ve %5.78 olarak bulunmuştur. Günde 100 gram taze Çerkez peyniri tüketen bir hipertansiyon hastası günlük alması tavsiye edilen miktarın (6g) yarısından fazlasını almış olurken, kalp hastası kendisi için önerilen miktarı (3g) geçmektedir.

Güzeler ve Parlak (2010b) tarafından Çerkez peynirinin geleneksel üretim metodu ve bazı özelliklerinin belirlendiği çalışmada taze Çerkez peynirinde tuz içeriği %0.45 ile %2.64 arasında, kurumaddede tuz içeriği ise %0.80 ile %4.80 arasında bulunmuştur.

Türkiye’de toplanan bazı peynir çeşitlerinde mineral ve iz element miktarlarının belirlendiği çalışmada Ordu Çerkez peyniri Na içeriği bakımından en zengin peynir çeşidi olarak bulunmuştur. Diğer peynirler içerisinde en fazla Na içeriği 6558 µg/g ile Ordu Çerkez peynirinde tespit edilmiştir (Mendil, 2006).

Çerkez peynirlerinin kalite özellikleri ve benzo[a]piren içeriği üzerine doğal ve sıvı tütsü uygulamasının etkilerinin incelendiği çalışmada Çerkez peynirlerinin tuz içeriği %2.97- 3.71 arasında belirlenmiştir (Aydınol ve Özcan, 2013).

2.2. Peynirlerde Sodyum İçeriğinin Azaltılması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Gerek sodyum tüketiminin sağlık üzerine olumsuz etkisi, gerekse tüketici tercihindeki değişimler, işlenmiş gıdalarda sodyumun en önemli kaynağı olan tuz (NaCl) miktarının azaltılması ile ilgili araştırmaların önem kazanmasına neden olmuştur (Özenen, 1988; Deryaoğlu, 2005; Karagözlü ve ark, 2008; Ketenoglu ve Candoğan, 2011). Tuzun teknolojik ve duyuşal fonksiyonlarının kısmen veya tamamen desteklenerek tuz miktarının azaltılması olanaklarını belirlemek amacıyla çok sayıda madde ile denemeler yapılmıştır (Reddy ve Marth, 1993; Deryaoğlu, 2005; Ketenoglu ve Candoğan, 2011).

KCl ve NaCl/KCl karışımları, aralarında fermentasyon ürünlerinin de bulunduğu şalgam, salam, kurutulmuş et ürünleri, peynir gibi değişik gıdalarda denenmiş ve NaCl/KCl karışımlarıyla beğenilen özellikte gıdalar üretilebileceği bildirilmiştir (Deryaoğlu, 2005; Zanardi ve ark., 2010). Toplam tuzun yarısının NaCl yarısının ise KCl ile karşılanması durumunda herhangi bir tat kusuru meydana gelmemektedir. Bu oranın üzerinde KCl kullanımının acılaşımaya neden olacağı bildirilmektedir. Böyle bir durumda acı tadı maskeleyerek için lezzet arttırıcılar kullanılabilmektedir (Koçak ve ark, 2011).

Sadece potasyum klorür, magnezyum klorür veya kalsiyum klorür kullanılması peynirlerin çok kolay acılaşmasına yol açar ve belirgin bir lipaz aktivitesi gerçekleşir (Üçüncü, 2004). Bu nedenle sodyum klorürün potasyum klorür, magnezyum klorür veya kalsiyum klorür ile kısmen ikame edildiği karışımlar kullanılmaktadır.

Diyet tuzların kullanımında yasal kural ve kısıtlamalara eksiksiz uyulmalıdır. Aksi hale çeşitli sağlık problemleri ve kalite sorunlarıyla karşılaşma olasılığı bulunmaktadır. Yüksek miktarda potasyum ve kalsiyum toksik etki yaratır. Kalbin çalışmasını olumsuz yönde etkiler (Üçüncü, 2004).

Geleijne ve ark. (1994) tarafından orta yaşlı kişilerde düşük sodyum, yüksek potasyum ve magnezyum tuzu kullanılarak kan basıncının azaltılması üzerine yürütülen araştırmada düşük sodyum, yüksek potasyum ve magnezyum tuzu kullanımının farmakolojik olmayan iyi bir yaklaşım olabileceği sonucuna varılmıştır.

Düşük sodyum içerikli peynirlerin üretilmesinde 1:1 oranında sodyum fosfat ile potasyum fosfat kısmen kullanılmakta olup, ayrıca lezzet geliştiricilerin (monosodyum glutamat, glukono-delta-lakton, enzimle modifiye edilmiş peynirler, peynir hamurları vb.) kullanılması söz konusudur. Bunlara ilaveten emülsifiye edici tuzlarla hazırlanmış peynirli gıdaların üretiminde, süt orjinli katkı maddeleri ve seçilmiş peynir karışımları kullanılmaktadır (Akın, 2010).

Az tuzlu peynir üretimine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin %2 NaCl, %6 KCl ve %1.3 CaCl₂'den oluşan bir çözeltide veya %20 peynir suyu, %6.3 KCl ve %1.5 CaCl₂'den oluşan çözeltide yaklaşık 8 saat bırakılan peynirlerin sodyum içeriği 1200-1300 ppm ve 800-900 ppm'e düşmüştür (Üçüncü,2004).

Gıdalarda tuz seviyesini azaltma, peynir üretim model sistemleri üzerine etkili faktörler ve yapı-tekstür ilişkilerinin incelendiği çalışmada ölçülen yapısal, fizikokimyasal ve reolojik parametreler matrisler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Tuz konsantrasyonu ve rennet ilave etme pH'sının, reolojik parametrelerden sertlik ve yapışkanlık üzerine etkisi önemli olmuştur (Floury ve ark, 2009).

2.2.1. Beyaz Peynirde Yapılan Çalışmalar

Kılıç ve ark. (2002) tarafından İzmir piyasasında satılan bazı peynir çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, sodyum ve potasyum düzeylerinin değerlendirildiği çalışmada toplanan 31 Beyaz peynir örneğinde sodyum içeriğinin 455-2300 mg/100g arasında değiştiği ortalama 1212.32 mg/100g olduğu belirlenmiştir. Örneklerin potasyum içeriği ise 116-285 mg/100g arasında değişmiş ortalama 181.49 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Karagözlü ve ark. (2008) tarafından Beyaz salamura peynirin fizikokimyasal ve duyu özellikleri üzerine NaCl'ün kısmen veya tamamen KCl ile ikame edilmesinin etkileri araştırılmıştır. 4 farklı tuzlama uygulamasıyla üretilen peynirler polietilen ambalajlara ambalajlanarak 4±1 °C'de 90 gün depolanmıştır. NaCl, KCl veya NaCl/KCl karışımlarının 5 farklı konsantrasyonu (Örnek A, %100 NaCl; Örnek B, %100 KCl; Örnek C, %75 NaCl+%25 KCl; Örnek D, %50 NaCl+%50 KCl;

Örnek E, %25 NaCl+%75 KCl) peynir üretiminde uygulanarak örneklerin 0., 15., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirlerin fiziksel, kimyasal ve duysal özellikleri incelenmiştir. Peynir kalitesinde herhangi bir kayıp olmadan peynirlerin %75 NaCl+%25 KCl karışımıyla üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Üretimde yalnızca potasyum klorür, magnezyum klorür veya kalsiyum klorürün kullanılması, peynirlerin çok kolay acılaşmasına yol açar ve belirgin lipaz aktivitesi gerçekleşir. Bu nedenle ‘sodyum klorür ve magnezyum klorür’ ya da ‘sodyum klorür ve kalsiyum klorür’ karışımları tercih edilmektedir. Ancak anılan karışımlarla tuzlanan peynirlerde proteoliz biraz daha kuvvetli gerçekleşmekte ve bu bağlamda yumuşak yapı oluşmaktadır (Üçüncü, 2004).

Özenen (1988) tarafından yürütülen hipertansif kişiler için düşük sodyumlu peynir üretimi konulu yüksek lisans tez çalışmasında üretilen Beyaz peynir 0:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:0 oranlarında KCl:NaCl içeren salamuralar kullanılarak tuzlanmıştır. 90 günlük olgunlaşma sonunda peynir örneklerinde titrasyon asitliği, pH, kurumadde, kurumaddede tuz, olgunlaşma katsayısı, yapı ve kıvam benzer bulunmuş, ancak 3:1 ve 1:0 KCl:NaCl içeren örneklerin çok acı olduğu görülmüştür.

Çeşitli tuzlarla hazırlanan salamuralarda tuzlanmış ve olgunlaştırılmış Beyaz peynirde proteoliz seviyelerinin incelendiği çalışmada salamuralar NaCl ile CaCl_2 , KCl ve MgCl_2 ’ün 1:1 oranda (molar bazda) karışımından hazırlanmıştır. Yalnız NaCl ile hazırlanan peynirler kontrol olarak kullanılmıştır. Farklı salamuraların toplam azot, suda eriyen azot, protein olmayan azot, kazein azotu ve proteoz pepton azotu içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuş oysa bu özellikler üzerine olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur (Güven ve Karaca, 2001).

Elazığ’da satışa sunulan Tulum peyniri ve taze Beyaz peynirlerde mineral madde ve ağır metal düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ortalama sodyum miktarı Tulum peyniri örneklerinde 9442.00 ± 201.40 mg/kg, taze beyaz peynirlerde ise 692.03 ± 77.14 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Öksüztepe ve ark, 2013).

2.2.2. Cheddar Peynirinde Yapılan Çalışmalar

Schroeder ve ark. (1988) Cheddar peynirine %0-1.44 aralığında değişen oranlarda NaCl ilave ederek sodyum klorür azaltılması üzerine yürüttükleri çalışmada NaCl en az olan peynirde proteoliz ve su aktivitesinin arttığını, daha az NaCl içeren örneklerin laktik asit bakteri popülasyonunun daha yüksek sayıda olmasını sağladığı tespit etmişlerdir. Tüketiciler tarafından %1.44 ve %1.12 NaCl içeren örneklerdeki farklılıkların kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Tek başına veya karışım halinde sodyum klorür ve potasyum klorür ile üretilen Cheddar peynirinin bileşiminin incelendiği araştırmada teleme guruplara ayrılarak nihai üründe tuz konsantrasyonu %1.50 veya %1.75 olacak şekilde NaCl, KCl veya NaCl/KCl karışımı (2:1, 1:1, 1:2, 3.4 w/w) kullanılarak ve bir grupta tuzsuz olmak üzere örnekler üretilmiştir. Sonuçlar, 1/3 veya daha fazla oranda NaCl ile KCl ikame edilerek kullanıldığında bileşimi etkilemeden Cheddar peyniri üretilebileceğini göstermiştir (Reddy ve Marth,1993).

Cheddar peynirinin kalitesi üzerine kısmen veya tamamen NaCl' ün ikamesinin incelendiği çalışmada peynirler %1,6 NaCl, eşdeğer miktarlarda kalsiyum, magnezyum, potasyum tuzları veya bu tuzların 1:1 oranında sodyum klorürle karışımı kullanılarak tuzlanmıştır. Sadece kalsiyum, magnezyum ve potasyum klorürle üretilen peynirlerin duyusal nitelikleri 4°C'de 4 ay depolamanın sonunda son derece acı ve kabul edilemez nitelikte tespit edilmiştir. Bu tuzlarla tuzlanan peynirlerde aşırı lipoliz meydana gelmiştir. Kalsiyum klorür ve magnezyum klorürle tuzlananlarda ise çok yüksek seviyede proteoliz tespit edilmiştir. Sodyum klorürün magnezyum klorür ve kalsiyum klorürle ikame edildiği guruplarda tekstür ve tat puanları kontrol gurubuna göre önemli derecede daha düşük, potasyum klorürle ikame edildiği örneklerde ise kontrol gurubu ile benzer bulunmuştur (Fitzgerald ve Buckley, 1985).

Sodyum klorür/potasyum klorür (1:1) ve düşük sodyum klorür konsantrasyonlarının Cheddar peynirinin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada bazı örneklerde acılık görülmesine rağmen 3°C'de 9 ay depolanan tüm peynir örneklerinin duyusal özelliklerinin kabul edilebilir nitelikte

olduğu tespit edilmiştir. Potasyum klorür içeren örneklerin serbest yağ asitleri içeriği daha yüksek bulunmuştur (Lindsay ve ark, 1982).

Grummer ve ark. (2012) tarafından yürütülen çalışmada NaCl KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ ile karıştırılarak preslemeden önce Cheddar peynirine ilave edilmiştir. Üretilen sodyumu azaltılmış Cheddar peynirlerinde, çok düşük oranlarda ikame tuz kullanarak kontrol örnekleriyle eşit a_w sahip peynir üretilebileceği tespit edilmiştir. Hem MgCl₂ hem de CaCl₂ ile tuzlanan peynirlerde istenmeyen tat değişimleri (acılık, metalik, sabunumsu vb.) ile karşılaşmıştır. KCl ile ikame edilerek elde edilen peynirlerde acılık, sadece NaCl kullanılarak tuzlanan peynirlerle benzer bulunmuştur. NaCl'ü kısmen KCl ile ikame ederek sodyum içeriğinde önemli düzeyde azalma sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

2.2.3. Cottage Peynirinde Yapılan Çalışmalar

Demott ve ark. (1984) Cottage peyniri krema karışımında eşit konsantrasyonlarda sodyum klorür ve potasyum klorür içeren tuz ikamesi kullanmışlar ve tat paneli sonucunda %1.26 NaCl, %1.26 tuz ikamesi veya her iki tuzdan %0.63 oranında katılan Cottage peynirlerini benzer tat aroma puanlarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kısmen büyük boyutundan dolayı Cottage peyniri, yüksek sodyum kaynağı olarak görülmektedir. Bundan dolayı Cottage peynirinde tuz seviyesini azaltma üzerine başka çalışmalar da yürütülmüş Cottage peynirinde tuz oranının düşürülmesinin tüketici tercihlerini etkilemediği sonucuna varılmıştır (Akın, 2010).

2.2.4. Feta Tipi Peynirde Yapılan Çalışmalar

Aly (1995) tarafından düşük sodyum içerikli ultrafiltre Feta tipi peynir üretimi iki deneme ile gerçekleştirilmiştir. Birinci denemede ultrafiltre retentattan Feta tipi peynir üretilmiş ve %1, %2 ve %4 (kontrol) seviyelerinde NaCl ile tuzlanmış, 7±1°C'de 30 gün depolanmıştır. %2 NaCl katılan 7-4 mg Na/g içeren peynirlerin iyi kaliteli olduğu sonucuna varılmıştır. NaCl konsantrasyonlarındaki

düşüş kimyasal bileşimi çok fazla etkilememiş fakat depolama süresince asitlik, suda eriyen N ve bakteri sayısında önemli oranda artış meydana gelmiştir. İkinci denemede ise Feta tipi peynirler NaCl:KCl'ün çeşitli karışımlarıyla %2 oranında tuzlanmıştır. Sonuçlar NaCl'ün KCl ile ikamesinin nem, yağ, toplam N, pH ve proteolizi önemli oranda etkilemediğini ancak 7 ± 1 °C'de depolama sırasında peynir asitliğinin önemli derecede düştüğünü göstermiştir. Peynir 4-1 mg Na/g veren %2 NaCl/KCl karışımı (1:1) kullanıldığında kabul edilebilir kalitede Feta tipi peynirin başarılı bir şekilde üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Katsiari ve ark. (1997) NaCl'ün KCl ile kısmen ikame edilmesiyle sodyum içeriği azaltılmış Feta tipi peynir üretimi üzerine yürüttükleri çalışmada telemeyi gruplara ayırmak suretiyle NaCl ile kuru tuzlama (kontrol), NaCl/KCl karışımı (3:1 veya 1:1 w/w) ve NaCl ile veya NaCl/KCl karışımıyla hazırlanan salamura ile tenekelere dolum gibi farklı tekniklerle tuzlamışlardır. NaCl'ün KCl ile kısmen ikame edilmesi suretiyle peynir kalitesinde herhangi bir olumsuzluk meydana gelmeden sodyum içeriğini %50'ye kadar azaltılabileceği bulunmuştur. NaCl/KCl karışımı içeren peynirler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kompozisyon, fizikokimyasal, duyu ve tekstürel özelliklerinde önemli bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır. Katsiari ve ark. (2000) NaCl'ün KCl ile kısmen ikame edilmesi ile elde edilen düşük sodyumlu Feta tipi peynir örneklerini kontrol grubuyla karşılaştırdıklarında proteoliz karakteristikleri üzerine önemli bir etki meydana gelmediği ve proteolizin kontrol örnekleriyle benzer olduğu sonucuna varmışlardır.

Bufalo sütünden yapılan Feta tipi peynirlerin olgunlaşma süresince duyu ve tekstür özellikleri üzerine NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin etkilerinin incelendiği çalışmada en yüksek sertlik kontrol grubu peynirlerinde görülmüştür. En yüksek ikame oranında minimum sertlik tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi uzadıkça yapışkanlık ve esneklik azalmıştır. Duyu ve tekstür özelliklerinde önemli bir değişiklik meydana gelmeden kabul edilebilir nitelikte bufalo sütünden Feta tipi peynir eldesi için NaCl'ün KCl ile %30'a kadar ikame edilebileceği sonucuna varılmıştır (Kumar ve Kanawjia, 2012).

2.2.5. Diğer Peynirlerde Yapılan Çalışmalar

Ayyash ve ark. (2011) tarafından Hellim peynirinin mikroyapısı ve tekstür profili üzerine sodyum klorür yerine potasyum klorür kullanımının etkilerinin araştırıldığı çalışmada Hellim peyniri 4 farklı salamura çözeltisinde (%18 w/w, sadece NaCl, 3 NaCl:1KCl, 1NaCl:1KCl ve 1NaCl:3KCl) tutulmuş ve daha sonra 4 °C’de 56 gün depolanmıştır. Aynı depolama gününde analiz edilen örneklerde sıklık, kaynaşma, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik özellikleri bakımından önemli bir farklılık bulunamamıştır. Aynı tuz konsantrasyonunda depolama süresi boyunca sıklık, kaynaşma ve çiğnenebilirlik azalırken yapışkanlık önemli oranda artmıştır. Aynı depolama periyodundaki peynirlerin tekstürünün sıkı ve kompakt olduğu görülmüş, tüm peynirlerin mikroyapısı depolama süresince daha sıkı ve kompakt bir hale gelmiştir.

Pavia ve ark. (2000) tarafından düşük sodyumlu Manchego tipi peynir üretiminde vakum-emilim tuzlama tekniği kullanılmıştır. 90 günlük olgunlaşma periyodunda peynirin orta ve iç bölgeleri analize alınmış, pH, su, tuz, suda çözünen nitrojen, TCA çözünen azot, serbest amino asitler, elektroforez ile kazein profili, HPLC ile peptit profili, tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Tuz penetrasyonu vakum emdirme metoduyla tuzlanan peynirlerde geleneksel yöntemle tuzlananlara göre daha güçlü olduğu görülmüştür.

Düşük sodyumlu Amerikan peynirlerinin aroma ve tekstürel özelliklerinin incelendiği çalışmada tüketici tercih panel değerlendirmelerine göre %75 daha az sodyum içeren Amerikan peynirlerinin geleneksel yöntemle elde edilen peynirlere göre daha kabul edilebilir olduğu görülmüştür. Cheddar peynirinin işlenmesi ile elde edilen peynir, tripotasyum sitrat (%1.16), dipotasyum fosfat (%46), trisodyum sitrat (%23), içeren emülsifiyer sistem ve %2.1 Lite Salt (1:1, sodyum klorür: potasyum klorür, w/w) ile tuzlanmış, glukono delta lakton (%33) içeren peynirler en fazla tüketici beğenisini kazanmıştır (Karahadian ve Lindsay, 1984).

Katsiari ve ark. (1998) NaCl’ün KCl ile kısmen ikame edilerek düşük sodyumlu Kefalograviera peyniri üretimi üzerine yürüttükleri çalışmada telemeyi gruplara ayırmak suretiyle NaCl ile kuru tuzlama (kontrol), NaCl/KCl karışımı (3:1

veya 1:1 w/w) ve NaCl ile veya NaCl/KCl karışımıyla hazırlanan salamura ile tenekelere dolum gibi farklı tekniklerle tuzlamışlardır. NaCl'ün KCl ile kısmen ikame edilmesi suretiyle peynir kalitesinde herhangi bir olumsuzluk meydana gelmeden sodyum içeriğini %50'ye kadar azaltılabileceği bulunmuştur. NaCl/KCl karışımı içeren peynirler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kompozisyon, fizikokimyasal, duyuşsal ve tekstürel özelliklerinde önemli bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır. Duyusal özelliklerinde kontrol grubuna göre bir farklılık olmadan daha fazla kabul edilebilir kalitede Kefalograviera peynirinin tek başına NaCl yerine NaCl ve KCl karışımı kullanılarak üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Katsiari ve ark. (2001a) tarafından NaCl'ün kısmen KCl ile yer değiştirmesi yoluyla üretilen düşük sodyumlu Kefalograviera peynirinde lipoliz incelenmiştir. Elde edilen bulgular peynirin olgunlaşması sürecinde NaCl'ün KCl ile ikame edilmesinin lipoliz üzerinde önemli bir etki meydana getirmediğini göstermiştir.

Sodyum klorürün kısmen potasyum klorürle ikame edilmesinin (%0, %25, %50, %75 w/w oranlarında) düşük sodyumlu Minas peyniri üretimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada tüketici analizleri NaCl'ün %25(w/w) oranında KCl ile ikame edilerek üretilebileceğini göstermiştir. Depolama sürecinde proteoliz ve peynir sertliğinde olduğu gibi peynirlerin nem, kül, protein, tuz ve lipit içeriklerinde de farklılıklar görülmüştür. Ancak depolama sürecinde analiz yapılan günlerde uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır (Gomes ve ark, 2011).

Ayyash ve Shah (2011a) tarafından Nabulsi peyniri üretimi üzerine KCl ile NaCl ikame edilmesinin araştırıldığı çalışmada peynirler sadece NaCl (Kontrol), 3NaCl/1KCl, 1NaCl/1KCl ve 1NaCl/3KCl olmak üzere %18'lik dört farklı salamura çözeltisiyle hazırlanarak depolanmıştır. Daha fazla KCl içeren salamura solusyonlarında tutulan peynir örneklerinde kontrol grubuna göre daha yüksek proteolitik aktivite belirlenmiştir. Tekstür profili veya kimyasal bileşim bakımından örnekler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

İzmir piyasasında satılan bazı peynir çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, sodyum ve potasyum düzeylerinin değerlendirildiği bir çalışmada Beyaz, Tulum ve Kaşar peynirinde ortalama sodyum miktarları sırasıyla 1212.32, 810.13 ve 557.10 mg/100 g olarak bulunmuştur (Kılıç ve ark, 2002). Günde 100 g Beyaz peynir tüketildiğinde

günlük önerilen sodyum miktarının hemen hemen yarısı alınmış olacaktır. Bir gün boyunca tüketilen yiyecekler göz önüne alındığında sodyum miktarının 100 g peynir için yüksek olduğu görülecektir.

KCl ve KH_2PO_4 ile NaCl'ün ikame edilmesi (1:1,2:1) ile üretilen düşük sodyumlu Kaşkaval peynirinde *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*'un gelişimi ve proteolitik aktivitelerinin incelendiği çalışmada olgunlaşmış Kaşkaval peynirinde *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*'un sayısında önemli bir farklılık görülmemiştir. Kazein olmayan ve protein olmayan azotlu maddelerin miktarı depolama süresi boyunca önemli derecede artış göstermiştir (Simov ve Ivanov, 2005).

Ayyash ve ark. (2013) düşük nem içerikli Mozzarella peynirinin tekstür profili, mikro yapısı ve duysal özellikleri üzerine NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin etkileri araştırılmıştır. Sertlik, yapışkanlık, yapışma, sakızimsı yapı gibi tekstür özelliklerinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. NaCl/KCl karışımı ile tuzlanan peynirlerin duysal nitelikleri kontrol gurubu ile benzer bulunmuştur.

Farklı oranlarda NaCl'ün KCl ile ikame edilmesiyle hazırlanan salamuralarla tuzlanan Mozzarella peynirlerinde araştırma yürütülmüş ve bu yöntemle peynirlerin sodyum içeriğinin azaltılabileceği belirlenmiştir. Ancak sodyumun yüksek oranda KCl ile ikame edilmesi ile üretilen peynirlerde metalik tat ile karşılaşmış ve NaCl'ün KCl ile ikame oranının %25'i geçmemesi önerilmiştir (Thibaudeau ve ark., 2015).

Chavhan ve ark. (2015) sodyumlu tuzlar yerine potasyum sitrat, dipotasyum fosfat gibi potasyum esaslı emülsifiye tuzlar kullanarak ve sodyum klorürü kısmen potasyum klorürle ikame ederek üretimini gerçekleştirdikleri işlenmiş Mozzarella peynirinde %30.96 KCl ve %2 emülsifiye tuz kullanımını optimum oranlar olarak belirlemiştir. Bu seviyelerde kullanıldığında maksimum duysal puanlar elde edilmiştir. Sadece sodyum içeren peynirlerle kıyaslandığında sodyum içeriği 905 mg/100 g düzeyinden 260 mg/100 g seviyesine düşürülmüş ve %71.27 oranında azalma sağlanmıştır.

NaCl/KCl ile tuzlanan ve iki farklı sıcaklıkta (12 ve 16 °C) olgunlaştırılan Fynbo peynirinde proteolizin incelendiği çalışmada tuz uygulamaları arasında önemli

farklılık tespit edilmemiş, 16 °C’de depolanan peynirlerin 12°C’de depolanan peynirlere göre daha yüksek suda çözünen azot/toplam azot oranına sahip oldukları gözlenmiştir (Laborda ve Rubiolo, 1999).

El-Bakry ve ark. (2011) imitasyon peynirlerinin fonksiyonel özellikleri ve üretimi üzerine sodyum içeriğini azaltmanın etkilerini araştırmışlardır. Sodyum klorür konsantrasyonunu azaltma işleme süresini, üretim sırasında gereksinim duyulan karıştırma enerjisini, peynirde sertliği azaltmış yağ globüllerinin büyüklüğünü arttırmıştır. Sodyum klorürün kullanılmaması durumunda mikrobiyel stabilite azalmıştır.

Düşük sodyumlu Gouda peyniri üzerine salamura konsantrasyonu ve ilave kültürlerin etkisinin incelendiği çalışmada 56 günlük olgunlaşma sonunda yapılan tat paneli analizleri sonucunda tuzluluk, acılık, tekstür ve tercih edilebilirlik özelliklerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sadece NaCl içeren salamurada tuzlanan peynirler ile NaCl+KCl içeren salamurada tuzlanan peynirler arasında kemometrik sonuçlar bakımından önemli farklılık görülmemiştir (Ruyssen ve ark, 2013).

Az tuzlu Gravyer peyniri üretiminde peynirler 2-3 ay tuzlanmadan olgunlaştırılmakta sonra 16-18 °C’de haftada bir kez doymuş tuz çözeltisi veya kuru tuzla ovularak olgunlaştırılırlar. Standart üretim tekniğinde olduğu gibi tuzlanarak üretilen Gravyer peyniri 1600 mg/100 g peynir tuz içerirken bu yöntemle üretilen peynirlerin tuz içeriği 120 mg/100 g peynir düzeyinin altına düşürülmektedir (Üçüncü, 2004).

NaCl’ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin Akkawi peynirlerinin fizikokimyasal, tekstür ve duyusal özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada tuz uygulamasının (NaCl azaltılmış) pH, laktik asit, sodyum ve potasyum içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Tekstür profil analizleri tuz uygulamasının peynirlerin yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve sertliklerini önemli derecede etkilediğini göstermiştir. %30 oranında NaCl’ün KCl ile (%70 NaCl, %30 KCl salamura) ikamesinin kabul edilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kamleh ve ark., 2015).

KCl kullanılmadan ve KCl ile ikame edilerek üretilmiş sodyumu azaltılmış Blue peynirlerinde yürütülen çalışmada, bazı kimyasal ve duysal değişimler olmasına rağmen tüketiciler tarafından kabul edebilebilir nitelikte %25'e kadar sodyum içeriği azaltılmış Blue peynir üretilebileceği tespit edilmiştir (Pataky, 2013).



3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. Süt**

Çerkez peyniri üretimleri Sakarya'da Güneşoğlu markası ile ürün üreten Güneş Süt Gıda Sanayi Ticaret Limited Şirketi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Fabrikaya sabah gelen çiğ inek sütünde gerekli kontroller yapıp, kimyasal analizler için örnek alındıktan sonra Çerkez Peyniri üretilmiştir.

3.1.2. Peyniraltı Suyu

Peynir üretiminde maya olarak bir önceki Çerkez Peyniri üretiminden kalan 3.0-4.0 pH arasında asitliğe sahip peyniraltı suyu kullanılmıştır.

3.1.3. Tuz (NaCl)

Peynirlerin tuzlanması NaCl, KCl (Merck, Darmstadt, Almanya), MgCl₂ (Merck, Darmstadt, Almanya) ve CaCl₂ (Merck, Darmstadt, Almanya) tuzları kullanılmıştır. NaCl olarak ticari kaya tuzu kullanılmıştır. Daha önce yapılan ön denemeler dikkate alınarak NaCl ile farklı oranlarda KCl (Merck, Darmstadt, Almanya), MgCl₂ (Merck, Darmstadt, Almanya) ve CaCl₂ (Merck, Darmstadt, Almanya)'ün karıştırılması ile hazırlanan %14'lük salamuralarla peynirlerde tuzlama yapılmıştır.

3.1.4. Ambalaj Materyali

Peynirlerin ambalajlanmasında poliamid + polietilen karışımı 55 mikron kalınlığında paketlenme materyali (Cryovac, Sealed Air, USA) kullanılmış ve vakum paketlenme makinesi (Orvac, Sakarya, Türkiye) ile paketlenmiştir.

3.2. Metod

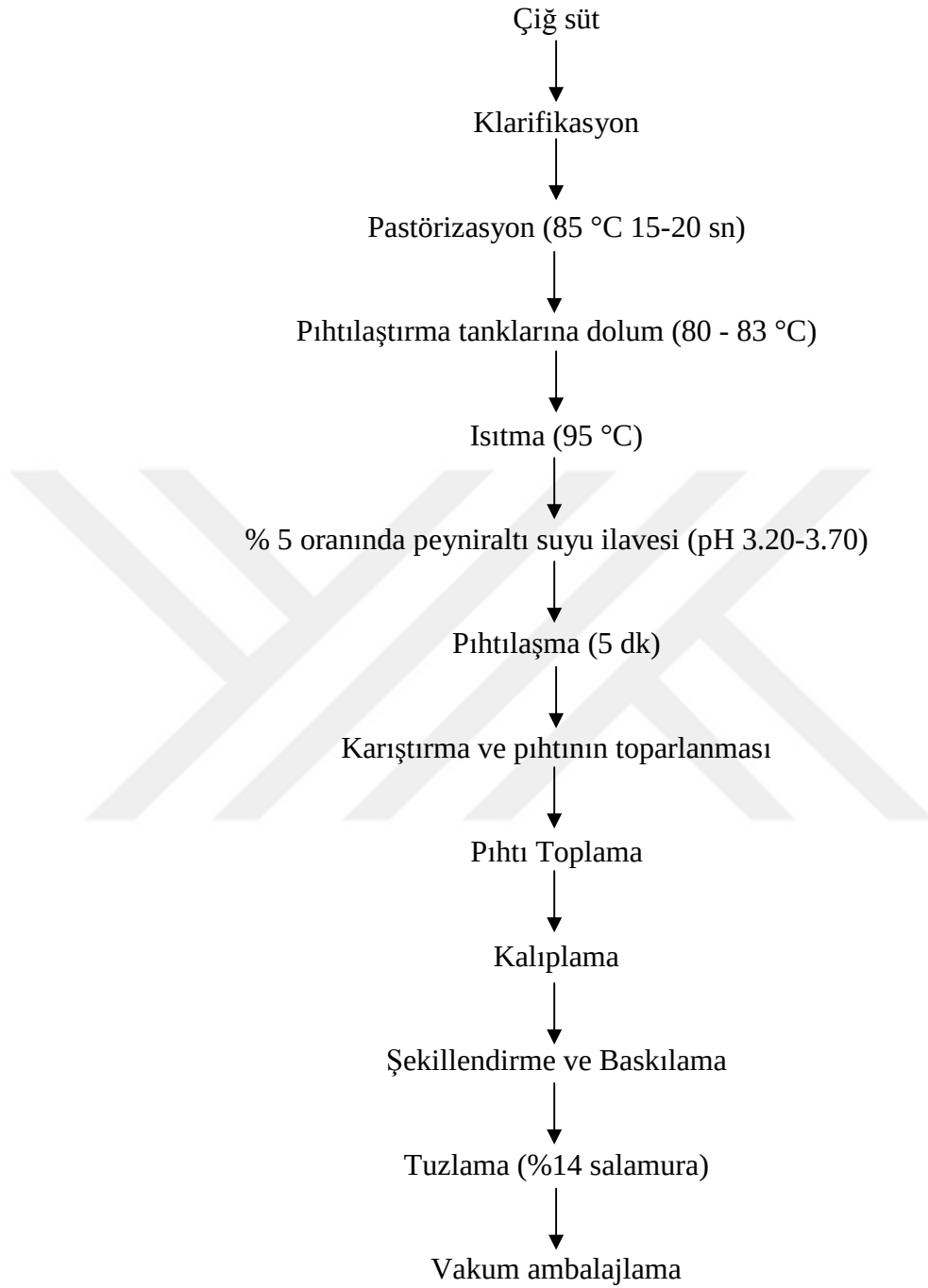
3.2.1. Çerkez Peyniri Üretimi

Çerkez peyniri üretimleri Sakarya’da Güneş Süt Gıda Sanayi Ticaret Limited Şirketi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Çiğ süt için gerekli kontroller yapıp, kimyasal analizler için örnek alındıktan sonra Şekil 3.1’de gösterilen akım şemasına göre peynir üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Klarifikasyon uygulanarak temizlenen çiğ süt 85°C’de 15-20 sn süre ile pastörize edilmiştir. Pastörizasyon hattından pıhtılaştırma tanklarına gelen sütün sıcaklığı 83 °C’den 95°C’ye yükseltilerek sıcaklığın sabit kalması sağlanmıştır. Süt bu sıcaklıkta bekletilirken bir yandan da bir önceki Çerkez peyniri üretiminden kalan 3.20-3.70 pH aralığında asitliğe sahip ekşi peyniraltı suyundan %5 oranında ilave edilmiştir. Böylece sütün pıhtılaşması sağlanmış, oluşan teleme tankın üst kısmında toplanana kadar beklenmiştir. Teleme yapısı bozulmayacak şekilde ara sıra karıştırılarak pıhtılaşma kontrol altında tutulmuştur. Pıhtılaşma tamamlandıktan sonra yeşilimsi sarı renkte peyniraltı suyu kalıncaya dek teleme toplanarak delikli sepetlere alınmıştır. Üç yada dört sepet üst üste konularak baskı uygulanmıştır. Yaklaşık beş dakika sonra şekillenen peynir, sepetlerin içerisinde alt üst edilmiştir. Peynirler soğuduktan sonra 20-25 dk süre ile çevrilerek aktarılmıştır. Üretilen Çerkez peyniri örnekleri beş guruba ayrılmıştır. Daha önce yapılan ön denemeler dikkate alınarak Çizelge 3.1’e göre hazırlanan %14’lük salamuralarla tuzlama yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Hazırlanan salamuralarda kullanılan tuz oranları

Örnek	Tuz İçeriği
A	NaCl
B	%25 CaCl ₂ / %75 NaCl
C	%25 KCl / %75 NaCl
D	%50 KCl / %50 NaCl
E	%25 MgCl ₂ / %75 NaCl



Şekil 3.1. Çerkez peyniri üretim akım şeması

Tuzlama işleminin ardından peynirler vakum ambalajlama tekniği ile ambalajlanarak +4°C’de depolanmıştır. Peynir üretimi üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş, süt ve peyniraltı suyunun bileşimi saptanmış, depolamanın 1., 15., 45, ve 90. günlerinde Çerkez peynirlerinin analizleri yapılmıştır.

3.2.2. . Çiğ Süt ve Peyniraltı suyu Analizleri ve Peynir Randımanı

3.2.2.1. pH Değeri

pH değerleri süt ve peyniraltı suyu örneklerinde doğrudan dijital pH metre (Inolab pH 720, WTW GmbH, Weilheim, Almanya) kullanılarak saptanmıştır (Metin, 2012).

3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri

Titrasyon asitliği çiğ süt ve peyniraltı suyu örneklerinde alkali titrasyon yöntemi ile saptanmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anonymous, 2000).

3.2.2.3. Kurumadde Oranı

Çiğ süt örneklerinde kurumadde oranı 3-5 mL örneğin 100 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 2000). Peyniraltı suyu örneklerinde kurumadde oranı Mettler Toledo (HB43-S) marka nem ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.4. Yağ ve Yağsız Kurumadde Oranı

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

3.2.2.5. Protein Oranı

Protein oranları, yağ yakmaya (Buchi, SpeedDigester K-425,Flawil, İsviçre)

tabi tutulan örneklerin mikro-Kjeldahl (Buchi, Distillation Unit, K-350, Flawil, İsviçre) 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, 2014).

3.2.2.6. Peynir Randımanı

Peynir randımanları, elde edilen peynir miktarının kullanılan süt miktarına oranlanıp 100 ile çarpılmasıyla saptanmıştır. Sonuçlar, 100 kg süttten elde edilen kg peynir olarak ifade edilmiştir (Koçak, 2007).

3.2.3. Peynir Analizleri

Peynirlerin fiziksel, kimyasal, ve duyusal analizleri depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.3.1. Kimyasal Analizler

3.2.3.1.(1). pH Değeri

10 g rendelenmiş peynir ile 10 mL saf su karıştırılarak Ultra Turrax blenderde homojenize edilmiştir. Hazırlanan karışımın pH'sı, dijital pH metre (Inolab pH 720, WTW GmbH, Weilheim, Almanya) ile ölçülmüştür (Hannon ve ark, 2003).

3.2.3.1.(2). Titrasyon Asitliği Değeri

10 g peynir örneği havanda ezilip üzerine 10 mL saf su ilave edilerek Ultra Turrax blenderde homojenize edilmiştir. Elde edilen homojen karışımın asitliği, ayarlı 0.1 N NaOH ile titre edilerek sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Anonymous, 2015).

3.2.3.1.(3). Kurumadde Oranı

Peynir örneklerinde kurumadde oranları, 3-5 g örneğin 100°C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik (%w/w) olarak belirlenmiştir (IDF, 2004).

3.2.3.1.(4). Yağ ve Kurumaddede Yağ Oranı

Peynirlerin yağ oranları, 0-40 taksimatlı özel peynir bütirometreleri ile Gerber yöntemine göre yapılmıştır (IDF, 2008). Kurumaddede yağ;

$$\% \text{ Kurumaddede yağ} = \% \text{ Yağ} \times 100 / \% \text{ Kurumadde}$$

formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.1.(5). Protein ve Kurumaddede Protein Oranı

Protein oranları, yaş yakmaya (Buchi, SpeedDigester K-425, Flawil, İsviçre) tabi tutulan örneklerin Mikro Kjeldahl (Buchi, Distillation Unit, K-350, Flawil, İsviçre) yöntemi ile bulunan azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (IDF, 2014). Kurumaddede protein oranları ise;

$$\% \text{ Kurumaddede protein} = \% \text{ Protein} \times 100 / \% \text{ Kurumadde}$$

formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.1.(6). Tuz ve Kurumaddede Tuz Oranı

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

$$\% \text{ Kurumaddede tuz} = \% \text{ Tuz} \times 100 / \% \text{ Kurumadde}$$

formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3.1.(7). Kül Tayini

Peynir örneklerinde kül oranları, örneklerin kül fırınında 525±25°C’de yakılması ile gravimetrik (%w/w) olarak belirlenmiştir (Anonymous, 2015).

3.2.3.1.(8). Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum Tayini

Peynir örneklerinin sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarları ICP-OES tekniği ile Bakırcıoğlu ve ark. (2011) tarafından belirtilen metoda göre yapılmış ve sonuçlar ppm olarak verilmiştir. Analizlerde Spectro Arcos model ICP-OES cihazı kullanılmıştır. Peynir örnekleri kül fırınında 450-500 °C’de 16 saat yakılmıştır. Beyaz renkte kül eldesi için üzerine 1 mL konsantre HNO₃ (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilmiş ve örneklerin nitrik asit içerisinde çözünmesi sağlandıktan sonra karışımın 6 h daha yakılması sağlanmıştır. Örnekler kül fırınından alındıktan sonra 1-2 mL konsantre HNO₃ (Merck, Darmstadt, Almanya) içerisinde çözünmeleri sağlanmış ve Whatman 42 filtre kağıdından süzülmüştür. Uygun oranda seyreltme yapıldıktan sonra ICP-OES cihazı ile okuma yapılmıştır.

3.2.3.1.(9). Toplam Serbest Yağ Asitleri

Peynirlerde yağ ekstraksiyonu Nunez ve ark, (1986) ve Öztürk (1993) tarafından belirtilen şekilde 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 (Merck, Darmstadt, Almanya) 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 dakika 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 üç kez çözündürülmüş ve şilifli-kapaklı erlende toplanmıştır. Erlende toplanan dietileter-yağ karışımından, dietileter 50°C de bir rotari evaporatör (Heidolph Rotary Evaporator, Hei-VAP, 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.

$$\% \text{ Oleik asit (g/100 g yağ) } = [\text{mL KOH (V1-V0)} \times 282 \times F \times 0.5] / \text{Örnek (g)} \times 100$$

V1 : Örnek için harcanan KOH, mL

V0 : Şahit denemede harcanan KOH, mL

282 : Oleik asitin molekül ağırlığı, g/mol

F : 0.05 N KOH çözeltisinin faktörü

3.2.3.1.(10). Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı ve Olgunlaşma Derecesi

Kuchroo ve Fox (1982) tarafından belirtilen yöntemle göre suda çözünen azotlu maddelerin ayrılması sağlanmıştır. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 mL su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40°C'deki su banyosunda tutulmuş ve ardından 3000 dev/dk'da ve +4°C'de 30 dakika santrifüj (Eppendorf Marka, 5810 R Model sanrifüj, Hamburg, Germany) edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım Whatman No.42 beyaz bant filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattan 10 mL alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu ile (IDF, 2014) SÇA içeriği saptanmıştır. Kalan süzöntü diğer analizlerde kullanılmıştır.

$$\% \text{ Suda çözünen azot (w/w)} = [1.4 \times (V1-V0) \times N \times F] / m$$

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

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

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

3.2.3.1.(11). Toplam Serbest Aminoasit Miktarı

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

Reaktifler: Cadmium Ninhydrin reaktifi: 0.8 g ninhydrin, 80 mL ethanol (%99.5) ve 10 mL asetik asit karışımında çözündürülmüş ve elde edilen karışıma 1 mL suda çözündürülmüş 1 gram CdCl₂ ilave edilmiştir.

Yöntem: Suda çözünür azot tayininde elde edilen sulu ekstraktan 10-100 µL alınmış ve 1 mL suda çözündürülüp üzerine 2 mL Cd-ninhydrin reaktifi eklenmiştir. Karışım 84°C'ye ısıtılıp 5 dakika tutulduktan sonra soğutulmuş ve 507 nm'deki absorbansı UV-spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1201, Japan) okunmuştur. Hesaplamalar oluşturulan standart eğriye göre yapılmış sonuçlar mg Leu/g peynir cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.3.1.(12). Nükleik Magnetik Rezonans Spektroskopisi (¹H-NMR)

¹H NMR spektrumları VARIAN marka Infinity Plus model 300 MHz'lik NMR cihazı ile elde edilmiştir. Peynir örneklerinin Nükleik Magnetik Rezonans Spektroskopisi (¹H-NMR) Consonni ve Cagliani (2008) tarafından belirtilen metot modifiye edilerek uygulanmıştır. 1, 15, 45 ve 90 gün depolanan Çerkez peyniri örnekleri analizler yapılincaya kadar -18 °C' de depolanmıştır. Bazı metabolitlerin pH'a bağlı sinyal varyasyonunu önlemek için pH'ı 6,70 e stabilize eden 1M pH 7 fosfat tamponu kullanılmıştır. 61 mg NaH₂PO₄ ve 82 mg Na₂HPO₄ 1 mL D₂O içerisinde çözündürülerek fosfat tamponu hazırlanmıştır. 460 mg peynir örneği eppendorf tüpüne tartılmış üzerine 1 mL fosfat tamponu eklenmiştir. 2 dakika vortekste karıştırıldıktan sonra +4 °C 10000 rpm devirde 30 dakika santrifüj edilmiştir. Alınan örnekler analizler yapılincaya kadar +4°C'de depolanmıştır. Peynir örneklerinde aminoasitler ve organik asitler saptanmıştır.

3.2.3.1.(13). Tekstür Analizi

Peynir örneklerinin tekstür özellikleri bilgisayar kontrollü TexturePro CT V1.4 Build 17 (Brookfield Engineering Labs, Inc., USA) marka tekstür analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler itina ile 5x5 cm çapında bloklar halinde kesilmiştir. 30 mm çapında 45° konik silindir prob (Acrylic 13g., 40mm L)

(TA15/1000) kullanılmıştır. Load cell 4500 g., target 20 mm, trigger load 4,0 g, test speed 1 mm/sn, return speed 1 mm/sn, cycle 2, pretest speed 2 mm/sn, fixture TA-RT-KI olarak ayarlanmıştır. Peynir örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kırılgenlik, lifli yapı, esneklik ve deformasyon özellikleri belirlenmiştir (Dagostin ve ark., 2013).

3.2.3.2. Duyusal Analizler

Peynirlerinin duyusal analizleri, 7 kişilik panelist grubu tarafından puanlama yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Depolamanın 1., 15., 45. ve 90. günlerinde duyusal değerlendirmeler yapılmış ve panelistlere Çizelge 3.2’de görülen duyusal değerlendirme formu sunulmuştur. Çizelge 3.2’deki formda, sayısal değerlendirme yapılmış ve “20 Tam Puan Değerlendirme Sistemi”ne göre uygulanan analizlerde “Renk ve Görünüş” 5 tam puan, “Kitle ve Yapı” 5 tam puan ve “Tat ve Koku” 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca panelistlerden peynirleri beğenilerine göre sıralamaları istenmiştir ve bu amaçla 5 ifadeli hedonik skala yanıt formu kullanılmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011).

Çizelge 3.2. Düşük Sodyumlu Çerkez Peynirinin Duyusal Değerlendirme Formu

Panelistin Adı :	Tarih:....../....../201..				
Özellikler	Peynirler				
	A	B	C	D	E
Renk ve Görünüş (1-5)					
Kitle ve Yapı (1-5)					
Koku (1-5)					
Tat (1-5) Acı, ekşi,...					
Toplam					
Tercih Sırası:	1	2	3	4	5

3.2.3.3. İstatistiksel Analizler

Araştırma dört farklı uygulama (A,B,C ve D peynirleri) ve üç tekerrür olarak yürütülmüş ve “Tesadüf Parselleri Deneme Planı”na uygun olarak düzenlenmiştir. İstatistik analizler “SPSS 15.0 Paket Programı” kullanılarak yapılmıştır. Peynirlerin bileşim analizleri, toplam yağ asitleri, azot fraksiyonları, toplam serbest aminoasit, ve tekstür analizi sonrasında elde edilen dansitometrik değerler üzerine farklı tuz oranları ve depolama süresinin etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizinde önemli olan farklılıklar “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi”ne tabi tutularak peynirler gruplandırılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarının istatistiksel analizinde ise Nonparametrik testlerden “Kruskal-Wallis H Testi” kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, peynir üretiminde kullanılan çiğ sütün, üretimde kullanılan ve üretimden elde edilen peyniraltı sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretilen peynirlerin randımanları, farklı tuz çeşidi ve ikame oranlarında yapılan Çerkez peynirlerinin 90 günlük depolama sürecinde meydana gelen fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyusal özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Farklı tuz ikame oranlarının ve depolama 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 hammadde olarak kullanılan çiğ inek sütünün bileşimine ait ortalama değerler standart hataları ile birlikte Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi (n=3)

Özellikler	Çiğ Süt
pH	6.69 ± 0.02
Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	0.20 ± 0.02
Yağ(%)	3.77 ± 0.29
Toplam Kurumadde(%)	11.77 ± 0.29
Süt Yağsız Kurumadde (%)	8.00 ± 0.20
Protein (%)	2.48 ± 0.17
Yoğunluk (m/v)	1.026 ± 0.011

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne göre; çiğ inek sütünde titrasyon asitliğinin % 0.135 ile % 0.20 arasında, yoğunluğunun en az 1.028, yağ oranı en az % 3.5, toplam protein oranının en az % 2.8 ve yağsız kurumadde oranının ise en az % 8.5 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonymous, 2000).

Çerkez peyniri üretiminde kullanılan çiğ sütün yoğunluğunun, protein ve yağsız kurumadde içeriğinin tebliğde belirtilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin peynir üretimlerinin sütün yağsız kurumadde içeriğinin daha düşük olduğu ilkbahar aylarında yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Peyniraltı Sularının Bileşimi

Çerkez peyniri üretiminde pıhtılaştırıcı olarak peyniraltı suyu kullanılmış ve bileşiminde yer alan laktik asitten pıhtılaştırıcı ajan olarak yararlanılmıştır. Laktik asit yardımıyla sütün pıhtılaşması sağlandığı için elde edilen peyniraltı suyu asidik peyniraltı suyudur. Çerkez peyniri üretimde kullanılan ve üretimden sonra ayrılan peynir altı sularının bileşimi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Peyniraltı suyunun bileşimi

Özellikler	Pıhtılaştırıcı Peyniraltı Suyu	Üretimde Ayrılan Peyniraltı Suyu
pH	3.47±0.21	5.91±0.17
Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	0.72±0.11	0.10±0.01
Yağ (%)	< 0.1	< 0.1
Toplam Kurumadde (%)	3.51±0.23	4.45±0.23

Çizelge 4.2’den izleneceği üzere üretimden kalan peyniraltı suyunun pH değeri 5.91, titrasyon asitliği değeri laktik asit cinsinden % 0.10 bulunmuşken pıhtılaştırıcı peyniraltı suyunun pH değeri 3.47, titrasyon asitliği % 0.72 olarak tespit edilmiştir. Asit peyniraltı sularının laktik asit içeriği ortalama % 0.4 düzeyindedir (Tan ve Ertürk, 2002). Taze peynir altı suyunun laktik asit içeriği ortalama değerden daha düşük, pıhtılaştırıcı peyniraltı sularının bileşimi ise daha yüksek bulunmuştur. pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılığın peyniraltı suyunun bekletilme sürecinde asitliğin artmaya devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toplam kurumadde içeriği pıhtılaştırıcı peyniraltı suyunda $\%3.51 \pm 0.23$, üretimden kalan peyniraltı suyunda ortalama $\%4.45 \pm 0.23$ olarak tespit edilmiştir. Asit peyniraltı sularının bileşiminde yağ içeriği ortalama $\% 0.04$ toplam kurumadde içeriği $\%6.5$ olarak verilmiştir (Tan ve Ertürk, 2002). Peynir altı sularının yağ içeriği $\%0.1$ den daha az bulunmuştur. Sütte bulunan yağın tamamına yakını peynire geçmiştir.

4.3.Çerkez Peynirinde Randıman

Peynir yapım işleminin ekonomik varlığının tespiti ve etkinliğinin ölçülmesi açısından önemli olan peynir randımanı her tekerrürde ayrı olarak belirlenmiştir. Peynir randımanı Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Peynir randımanı

	I.Tekerrür	II.Tekerrür	III. Tekerrür	Ortalama
Randıman,%	12.64	11.80	11.95	12.13 ± 0.45

Peynirde randıman üzerine sütün bileşimi, laktasyon dönemi, mevsimsel farklılıklar, ısıtma işlemi, homojenizasyon, kullanılan starter kültürün tipi ve özellikleri, CaCl_2 ilavesi, kullanılan peynir mayasının tipi, pıhtı işleme teknikleri gibi faktörler etkilidir. Çerkez peynirlerinde randıman $\%11.80$ ile $\%12.64$ arasında bulunmuştur. Tekerrürler arası farklılığın sütün bileşimi ve mevsimsel değişimlerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

4.4. Çerkez Peynirlerinin Özellikleri

4.4.1.Çerkez Peynirlerinin pH Değerleri

Farklı tuz çeşidi ve ikame oranlarında yapılan Çerkez peynirlerinin pH değerlerine ait tek yönlü varyans analiz sonuçları ve 90 günlük depolama sürecinde meydana gelen değişimleri Çizelge 4.4’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

İkame tuz kullanımının peynir örneklerinin pH değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 1., 15. ve 45. günlerinde örneklerin pH değerleri farklılık göstermiş, depolama sonunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Farklı ikame tuzlar kullanılarak tuzlanan peynir grupları arasında %25 CaCl_2 / %75 NaCl ile tuzlanan peynir örneklerinin pH değerleri tüm depolama dönemlerinde diğer peynir gruplarından daha düşük olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan pH değerleri (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	6.26±0.05a ^{KL}	6.10±0.08b ^K	6.07±0.05b ^K	5.75±0.09c ^K
B	5.93±0.10a ^M	5.86±0.01a ^L	5.76±0.08a ^L	5.46±0.14b ^K
C	6.29±0.11a ^{KL}	6.10±0.14ab ^K	5.89±0.26bc ^{KL}	5.63±0.15c ^K
D	6.41±0.18a ^K	6.16±0.02ab ^K	6.08±0.07ab ^K	5.81±0.40b ^K
E	6.17±0.07a ^L	6.11±0.08a ^K	6.05±0.05a ^K	5.77±0.42a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl_2 / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl_2 / %75 NaCl

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

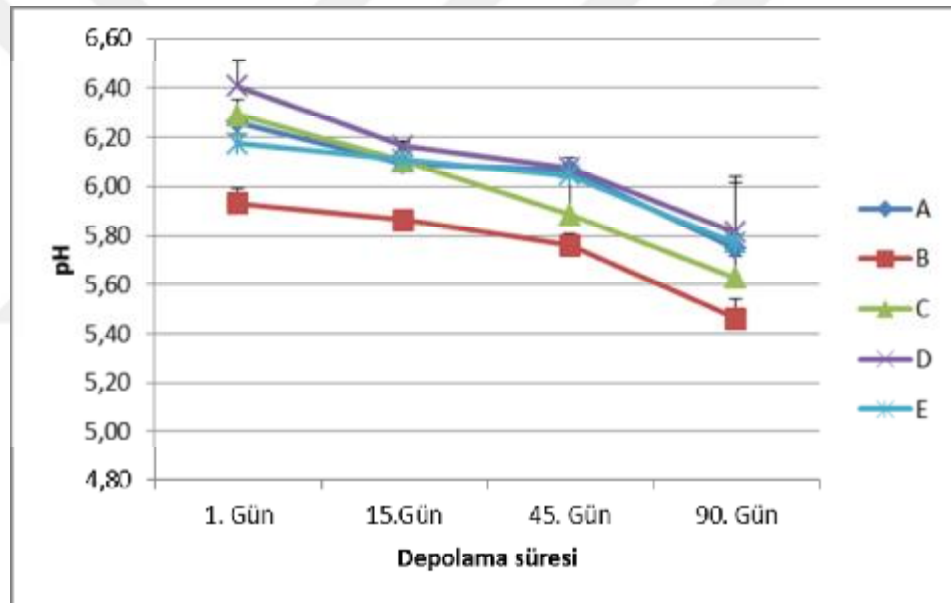
K, L, M: Aynı sütunda büyük farklı üstel harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Kalsiyum ve fosforun kalıntı laktoz ve tuz nem oranı gibi kritik bileşim parametrelerini etkilediği bilinmektedir. Kalsiyum ve fosfor peynirin tamponlama kapasitesini etkilediği için peynirin pH değerlerini de etkilemektedir (Upreti ve ark., 2006). Kalsiyumun heterofermentatif laktik asit bakterilerinin artmasına neden olarak laktoz heterofermentasyonuna yol açtığı ve bu nedenle CaCl_2 içeren salamurayla tuzlanan peynirlerin pH değerlerinde daha fazla azalma olduğu düşünülmüştür.

Çerkez peyniri örneklerinin pH değerleri Doğan ve Göksel (2010) ile benzer bulunmuştur. Lindsay ve ark. (1982) tarafından yürütülen çalışmada Cheddar peyniri farklı oranlarda KCl ile NaCl'ün ikame edilmesi ile tuzlanmış ve pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlenmemiştir. Fitzgerald ve Buckley (1985) tarafından Cheddar peyniri CaCl_2 , MgCl_2 , KCl ile tek başına ve 1:1 oranında NaCl ile ikame edilmesi ile tuzlanmıştır. Sadece KCl kullanarak tuzlanan peynirler

farklı, diğer peynir örneklerinin pH değerleri birbiriyle benzer tespit edilmiştir. KCl ile NaCl kombinasyonunun 1:1 olduğu Çerkez peyniri örneklerinin pH değerleri diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Özenen (1988) tarafından hipertansif hastalar için Beyaz peynir üretilmiş ve NaCl 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 oranlarında KCl ile ikame edildiğinde pH değerleri arasında farklılığın önemli olmadığı görülmüştür. Düşük sodyum içerikli Kefalograviera peyniri üretiminde KCl ile NaCl ikame edilmiş ve pH değerleri kontrol örnekleri ile benzer bulunmuştur (Katsiari ve ark,1998). Aly (1995), Katsiari ve ark. (2000) Cheddar ve Feta peynirlerinde benzer sonuçları bulmuşlardır.



Şekil 4.1. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan pH değerleri

Şekil 4.1'den de izlenebileceği üzere pH depolamanın ilerleyen günlerinde giderek azalmıştır. Depolamanın farklı günlerinde elde edilen değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın birinci ve 90. günlerinde elde edilen pH değerleri 15. ve 45. gün elde edilen değerlerden önemli derecede farklı bulunmuştur. Depolama süresinin pH değerleri üzerine olan etkisi tüm peynir gruplarında önemli bulunmuştur. En düşük pH değerlerine B grubu örnekleri sahip olmuştur.

Çerkez peyniri üretiminde starter kültür kullanılmamasına rağmen peynirde mevcut laktik asit bakterileri tarafından meydana getirilen laktoz fermentasyonu, proteoliz ve lipoliz sonucunda oluşan serbest amino asitlerle yağ asitlerine bağlı olarak pH değerlerinin depolama süresince azaldığı düşünülmektedir.

Aly (1995) tarafından düşük sodyumlu Feta tipi peynir üzerine yürütülen çalışmada benzer şekilde peynir örneklerinin pH değerleri depolama süresince düşmüştür. Ayyash ve ark. (2011) tarafından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin pH değerleri üzerine ikame tuz çeşitleri ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Tuz çeşidi x depolama süresi interaksyonunun pH üzerine istatistiksel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Çerkez peynirlerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.226	7.860	0.000**
Depolama süresi	3	0.748	26.048	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.010	0.337	0.977
Hata	40	0.029		

**: $p<0.01$ düzeyinde önemli

4.4.2.Çerkez Peynirlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri

Peynirlerde asitlik, önemli ölçüde peynirin işlendiği sütün gelen süt şekerinin mikroorganizmalar tarafından süt asidine çevrilmesiyle oluşmaktadır. Asitlik mikroorganizmaların çoğalmaları, fizyolojik aktiviteleri ve ortamda canlı kalmaları üzerine etki eden faktörlerin başında gelmektedir. Olgunlaşma esnasında cereyan eden biyokimyasal olaylar belli asidik ortamda vuku bulduğundan, peynirlerin iyi veya kötü kaliteli oluşunda asitlik önemli ölçüde etkilidir (Akyüz, 1981).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’de verilmiştir.

Çizelge 4.6’da izlendiği üzere farklı ikame tuz çeşitleri kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık 0.05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Depolama süresinin sonunda en yüksek titrasyon asitliği değerlerine B gurubu (%25 CaCl_2 / %75 NaCl) peynirleri sahip olmuştur. Ca^{+2} iyonları laktik asit bakterilerinin gelişimini olumlu etkilemektedir. Ayrıca bakteri hücrelerinin yeniden büyüme lag sürelerini kısaltarak ve hayatta kalma düzeylerini arttırarak laktik asit bakterilerinin ısıya karşı dirençlerini de arttırmaktadır (Huang ve Chen, 2013). Kalsiyumun peynirlerde tamponlama kapasitesini etkilemesi ve laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmesine bağlı olarak laktik asit içeriğinin arttığı düşünülmüştür.

Depolama süresi boyunca elde edilen değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 90. günde elde edilen titrasyon asitliği değerleri diğer günlerle istatistiksel olarak karşılaştırıldığında aralarında önemli farklılık bulunmuştur. Depolama süresinin başında % 0.43-0.56 arasında değişim gösteren titrasyon asitlikleri depolama süresinin sonunda % 1.13-1.57’ye yükselmiştir.

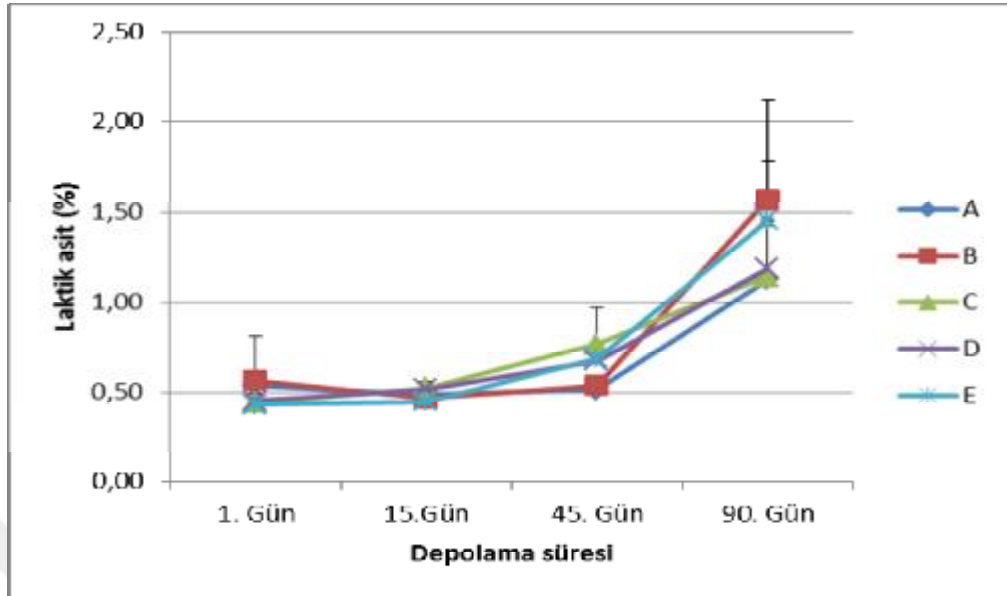
Çizelge 4.6. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan laktik asit değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	0.54±0.01a ^K	0.49±0.09a ^K	0.51±0.01a ^K	1.13±0.56b ^K
B	0.56±0.25a ^K	0.46±0.02a ^K	0.53±0.03a ^K	1.57±0.95b ^K
C	0.44±0.07a ^K	0.52±0.06a ^K	0.76±0.04ab ^K	1.14±0.48b ^K
D	0.45±0.03a ^K	0.52±0.06a ^K	0.67±0.15a ^K	1.19±0.48b ^K
E	0.43±0.06a ^K	0.45±0.03a ^K	0.68±0.14a ^K	1.45±0.56b ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl_2 / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl_2 / %75 NaCl

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

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.2. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan titrasyon asitliği değerleri

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere titrasyon asitliği değerleri birbirlerine yakın bulunmuş, depolama süresi boyunca titrasyon asitliği artış göstermiştir. Özellikle depolamanın 90. gününde tüm Çerkez peyniri örneklerinde titrasyon asitliği önemli derecede artmıştır. Peynirde asitlik, üretimde kullanılan sütün tipine, mikrobiyolojik kalitesine, starter kültür kullanılıp kullanılmamasına, uygulanan teknolojiye, depolama sıcaklığı ve süresine bağlıdır (Güzeler ve Parlak, 2010a). Pastörizasyon sıcaklığına dirençli laktik asit bakterilerinin peynirde kalarak laktozu fermente etmesine bağlı olarak laktik asit içeriğinin depolama süresince artış gösterdiği düşünülmüştür.

Çizelge 4.7. Çerkez peynirlerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.024	0.214	0.929
Depolama süresi	3	2.244	19.790	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.049	0.429	0.942
Hata	40	0.113		

**: p<0.01 düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin titrasyon asitliği üzerine ikame tuz çeşitleri ve tuz çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolama süresinin titrasyon asitliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (Çizelge 4.7).

4.4.3.Çerkez Peynirlerinin Kurumadde Değerleri

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait kurumadde değerlerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.3’de verilmiştir.

Farklı ikame tuz ve oranları kullanımı Çerkez peyniri örnek gruplarının kurumadde değerleri arasında önemli bir farklılık meydana getirmemiştir ($p<0.05$). Katsiari ve ark. (1998; 2000) Kefalograviera ve Feta peynirlerinde benzer sonuçları bulmuşlardır. Aynı depolama dönemlerinde peynir örneklerinin kurumadde değerleri birbirine yakın tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	47.05±1.48a ^K	46.23±1.38a ^K	46.43±0.74a ^K	47.53±1.94a ^K
B	45.42±1.35a ^K	47.65±1.15ab ^K	47.72±1.88ab ^K	49.39±2.05b ^K
C	46.20±1.52a ^K	48.00±1.94a ^K	48.87±2.86a ^K	48.90±0.11a ^K
D	44.51±2.18a ^K	46.58±3.31a ^K	47.08±2.98a ^K	47.43±3.32a ^K
E	47.76±2.05a ^K	48.16±1.14a ^K	47.57±1.08a ^K	47.98±2.28a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

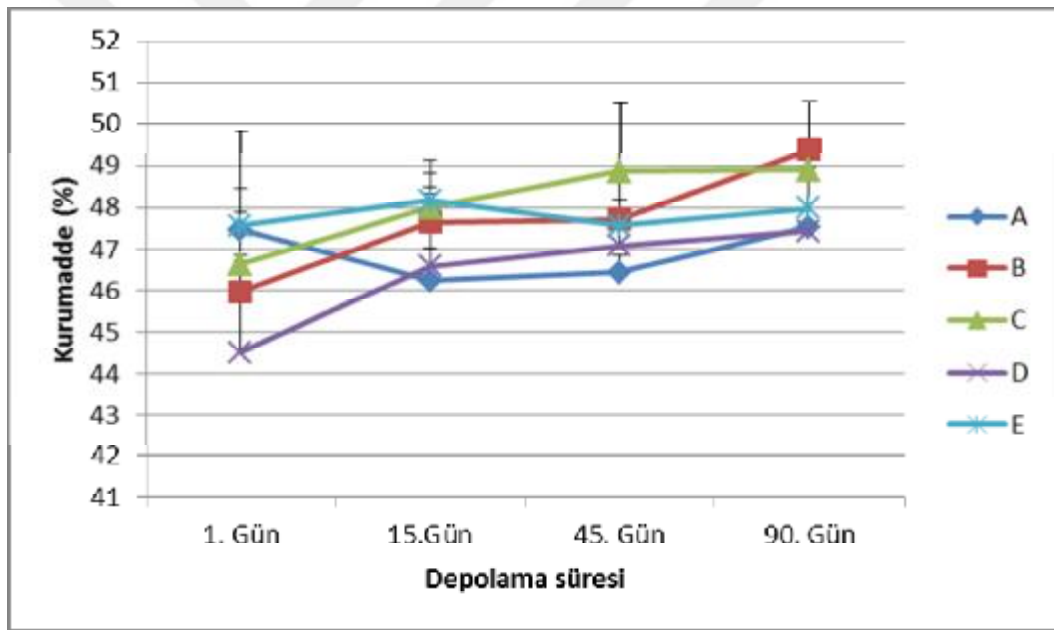
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Kurumadde değerindeki değişimin istatistiksel yönden incelenmesi sonucunda, peynirlerin kurumadde oranları üzerine depolama süresinin etkisinin NaCl’ün %25 oranında CaCl₂ ile ikame edildiği örneklerde önemli olduğu

belirlenmiştir ($p<0.05$). B gurubu Çerkez peyniri örneklerinin kurumadde değerleri 15. ve 45. günlerde benzer depolamanın diğer dönemlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur. Ca iyonu içeren Çerkez peyniri örneklerinde depolama süresince pH değerinin azalmasına bağlı olarak sinerezin arttığı ve buna paralel kurumadde içeriğinin daha yüksek bulunduğu düşünülmüştür.

Peynir örneklerinin kurumadde içeriği depolama süresinin başında %44.51-47.76 arasında değişim göstermiş, depolama süresinin sonunda %47.43-49.39 olarak tespit edilmiştir. Çerkez peynirlerinin kurumadde içerikleri Çerkez peyniri üzerine yapılan çalışmalarda belirtilen değerlere benzer bulunmuştur (Uysal ve ark,1998; Doğan ve Göksel, 2010; Güzeler ve Parlak,2010b).



Şekil 4.3. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde değerleri

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kurumadde içeriği üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Çerkez peynirlerinin kurumadde değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	5.937	1.114	0.363
Depolama süresi	3	8.373	1.571	0.211
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	1.910	0.358	0.971
Hata	40	5.328		

4.4.4.Çerkez Peynirlerinin Yağ ve Kurumadde de Yağ Değerleri

Süt yağı enerji kaynağı olmasının yanı sıra, peynirin doku, lezzet, fonksiyonel özellikleri ve görünüşünde de önemli rolü vardır. Süt yağı, tam yağlı peynirde toplam kurumaddenin yaklaşık yarısını oluşturduğu için peynir randımanını arttırmaktadır. Ağızda yağlılık hissi yaratır ve doyumluk hissinin artırır (Üçüncü, 2004).

Farklı ikame tuz karışımları ile tuzlanan Çerkez peyniri örneklerinin 90 günlük depolama süresince sahip olduğu yağ ve kurumadede yağ değerleri ve tek yönlü varyans analiz tablosu Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çerkez peynirlerinin yağ oranları %22.00 ile 25.83 arasında değişim göstermiştir. Çerkez peyniri üretiminden arta kalan peynir altı sularının yağ içeriği %0.1' den daha düşük bulunmuştur. Çiğ sütte bulunan yağın hemen hemen tamamı peynirde kalmıştır.

Çizelge 4.10. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan yağ değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	23.33±0.58a ^{KL}	23.50±0.87a ^K	24.50±0.86a ^K	25.50±2.29a ^K
B	25.50±1.32a ^{KL}	23.83±1.26a ^K	25.17±1.89a ^K	25.42±1.51a ^K
C	23.75±3.26a ^{KL}	25.33±1.04a ^K	25.83±1.59a ^K	24.67±1.15a ^K
D	22.50±0.50a ^L	23.67±1.15a ^K	24.50±1.80a ^K	23.67±1.53a ^K
E	25.92±0.88a ^K	25.08±0.63a ^K	25.83±0.76a ^K	25.17±1.15a ^K

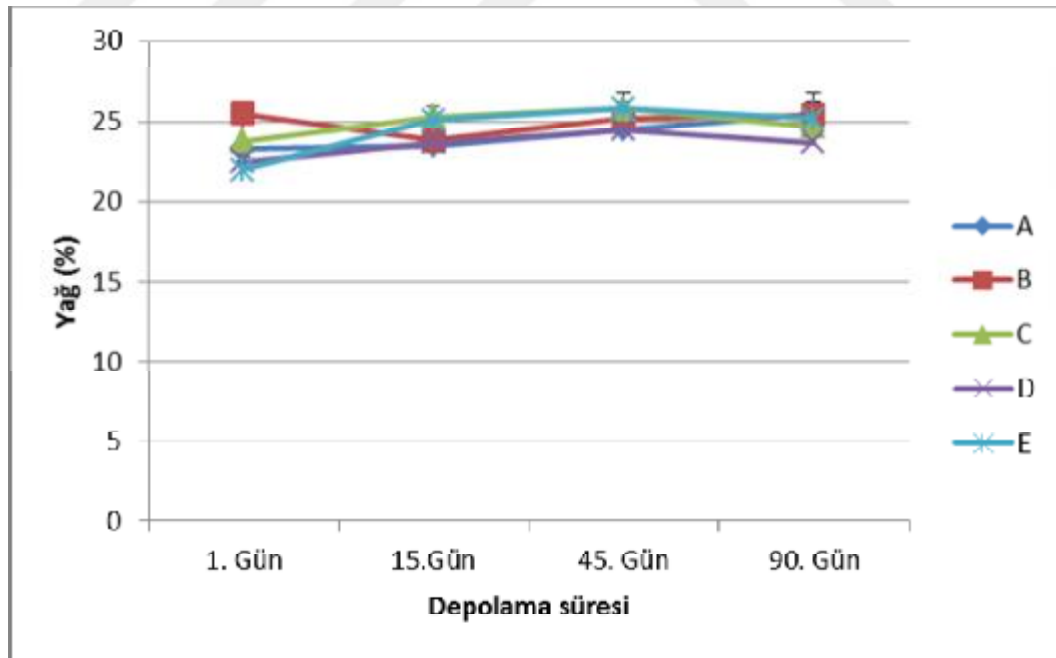
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

Çerkez peyniri örneklerinin yağ içerikleri üzerine, farklı ikame tuz kullanımı depolamanın 15, 45 ve 90. günlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmamıştır ($p>0.05$) ancak depolamanın ilk gününde ikame tuz kullanımı peynirlerin yağ içeriğini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir. İkame tuz kullanımına bağlı olarak depolamanın ilk gününde peynir örneklerinin depolamanın diğer günlerine göre daha yüksek ve birbirlerinden farklı oranda nem içermesinden dolayı yağ içeriğinin değiştiği düşünülmüştür. Aynı depolama döneminde peynir örneklerinin yağ içerikleri birbirine yakın bulunmuştur. Katsiari ve ark. (1998) Kefalograviera peynirinde benzer sonuçları bulmuşlardır.

Düşük nem içerikli Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri ve NaCl'ün KCl ile ikamesinin etkisinin incelendiği çalışmada da farklı ikame tuz oranları kullanımının yağ içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Ayyash ve Shah, 2011b). Ayyash ve Shah (2011a) ve Aly (1995) tarafından benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan yağ değerleri

90 günlük depolama sürecinde elde edilen değerlere ait grafik Şekil 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.10 ve Şekil 4.4'de izlendiği üzere depolama süresinin peynir

örneklerinin yağ içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Depolama süresinin sonunda en yüksek yağ içeriğine %25.50 oranında yağ içeren kontrol gurubu örnekleri sahip olmuştur.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin yağ oranları üzerine ikame tuz kullanımının etkisi önemli bulunmuş ($p<0.05$), depolama süresi ve ikame tuz farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Çerkez peynirlerinin yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	6.668	3.164	0.024*
Depolama süresi	3	3.286	1.559	0.214
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	1.645	0.780	0.667
Hata	40	2.107		

* : $p<0.05$ düzeyinde önemli

Peynirlerin içermiş oldukları yağ miktarı rutubet miktarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden, daha az değişken olan kuru maddede yağ olarak ifade edilmektedir.

Çerkez peyniri örneklerine ait kurumaddede yağ oranları hesaplanarak tek yönlü varyans analiz sonuçları ile birlikte Çizelge 4.12’de bu değerlerin depolama süresindeki değişimi ise Şekil 4.5’de verilmiştir. Türk gıda kodeksi peynir tebliğine göre tüm Çerkez peyniri örneklerinin kurumaddede yağ içeriği %45’in üzerinde yer aldığından dolayı tam yağlı peynir sınıfında yer almaktadırlar (Anonymous, 2015).

Peynir çeşitlerinin çoğunda tipik aroma, kurumadde de yağ oranı en az %40-50 olduğu zaman yeterince gelişebilmektedir. Çünkü aroma, büyük ölçüde peynirin olgunlaşması sürecinde yağın bileşenlerine parçalanması (lipoliz) sonucunda açığa çıkan ürünlerden kaynaklanır (Üçüncü,2004).

Çizelge 4.12. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde de yağ değerleri (%) (n=3)

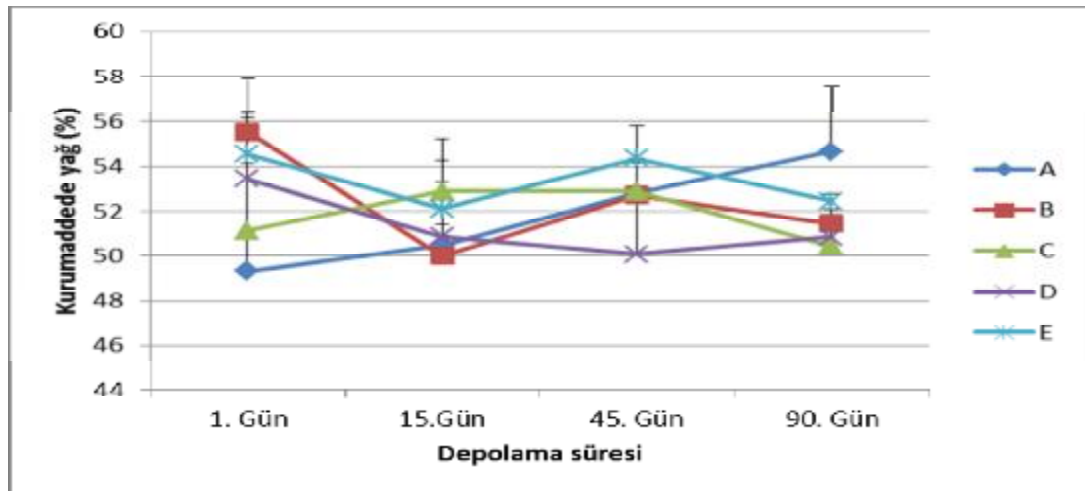
Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	49.32±3.04a ^K	50.45±3.04a ^K	52.79±2.73a ^K	53.68±4.91a ^K
B	55.54±4.11a ^K	49.99±1.58b ^K	52.70±2.57ab ^K	51.44±1.13ab ^K
C	51.14±8.73a ^K	52.88±4.07a ^K	52.89±2.26a ^K	50.44±2.24a ^K
D	53.44±1.19a ^K	50.88±5.88a ^K	50.07±4.14a ^K	50.85±1.59a ^K
E	54.54±3.22a ^K	52.11±2.05a ^K	54.34±2.57a ^K	52.45±0.54a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, farklı ikame tuz kullanımının düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin kurumaddede yağ oranları üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı bulunmuştur (p>0.05). Aynı depolama dönemlerinde peynir örneklerinin kurumaddede yağ içerikleri birbirine yakın değerlere sahip olmuştur. Ayyash ve ark. (2011) Hellim peynirinin tuzlanması NaCl'ü KCl ile ikame etmişler ve ikame oranlarının yağ içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edildiği düşük sodyumlu Kefalograviera peyniri üretiminde de ikame tuz kullanımının yağ ve kurumaddede yağ içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Katsiari ve ark, 1998).



Şekil 4.5. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumadde de yağ değerleri

Depolama süresi B grup örneklerin kurumaddede yağ oranlarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir ($p<0.05$). CaCl_2 ile ikame edilerek tuzlanan peynirlerin kurumadde içeriğinin artmasına bağlı olarak kurumaddede yağ oranının arttığı düşünülmektedir. Çerkez peynirlerinin kurumaddede yağ oranları % 49.32-55.54 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.13. Çerkez peynirlerinin kurumadde de yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	9.966	0.773	0.549
Depolama süresi	3	8.207	0.636	0.596
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	8.080	0.626	0.807
Hata	40	12.898		

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kurumaddede yağ oranları üzerine tuz konsantrasyonu farklılığı, depolama süresi ve tuz konsantrasyonu farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.13).

4.4.5.Çerkez Peynirlerinin Protein ve Kurumadde de Protein Değerleri

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerinin protein içeriklerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.6’da verilmiştir. Çerkez peynirlerinin protein içerikleri % 18.04-21.47 arasında değişim göstermiştir. Biyolojik yönden değerli proteinleri yüksek oranda içeren peynirlerin protein miktarları peynir çeşidine göre %4 ile %40 arasında değişmektedir (Akalın, 2011).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, farklı ikame tuz kullanımının düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin protein içeriği üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Aynı depolama dönemlerinde tüm peynir grupları birbirine yakın protein değerlerine sahip olmuştur. Benzer şekilde düşük nem içerikli

Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri ve NaCl'ün KCl ile ikamesinin etkisinin incelendiği çalışmada aynı depolama döneminde peynir örnekleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Ayyash ve Shah, 2011b). Elde edilen bulgular Aly (1995), Katsiari ve ark. (1998; 2000) ve Ayyash ve ark. (2011) ile benzerdir.

Çizelge 4.14. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan protein değerleri (%) (n=3)

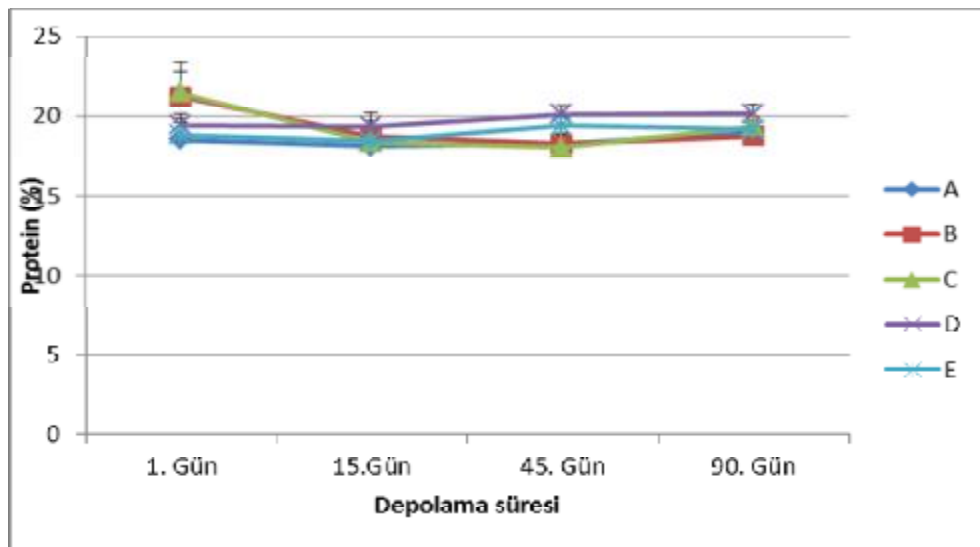
Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	18.51±1.89a ^K	18.12±0.66a ^K	18.27±0.39a ^K	18.94±1.19a ^K
B	21.22±2.69a ^K	18.74±1.58a ^K	18.26±1.78a ^K	18.73±2.11a ^K
C	21.47±3.33a ^K	18.36±1.23a ^K	18.04±1.49a ^K	19.35±0.70a ^K
D	19.41±1.26a ^K	19.35±1.47a ^K	20.12±0.88a ^K	20.16±1.04a ^K
E	18.81±1.74a ^K	18.39±0.68a ^K	19.39±0.83a ^K	19.57±0.37a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.14'den görüldüğü gibi Çerkez peynirlerinin protein değerlerinin depolama süresince birbirine yakın değerler aldığı ve depolama süresinin peynirlerin protein içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05).



Şekil 4.6. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan protein değerleri

NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin depolama süresince Hellim peyniri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada protein içeriği depolama süresince azalmış kontrol grubu ile ikame tuz oranlarının denendiği gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz olarak tespit edilmiştir (Ayyash ve Shah, 2010).

Çizelge 4.15. Çerkez peynirlerinin protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	2.778	1.151	0.347
Depolama süresi	3	4.874	2.020	0.127
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	2.307	0.956	0.504
Hata	40	2.413		

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin protein oranları üzerine ikame tuz çeşidi, depolama süresi ve ikame tuz çeşidi x depolama süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin kurumaddede protein oranlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da ve oluşturduğu grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede protein değerleri (%) (n=3)

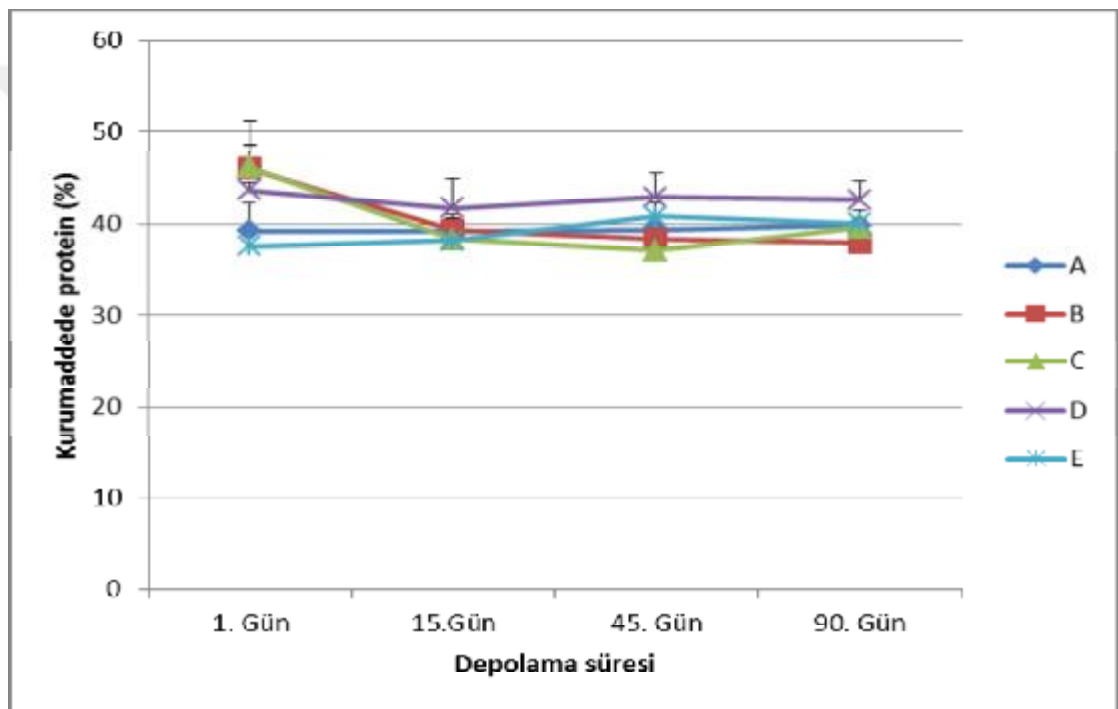
Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	39.20±5.41a ^K	39.24±2.54a ^K	39.36±1.21a ^K	39.83±1.18a ^K
B	46.07±4.24a ^K	39.32±3.02ab ^K	38.34±4.50ab ^K	37.92±3.85b ^K
C	46.23±8.50a ^K	38.30±3.09a ^K	37.05±4.18a ^K	39.57±1.34a ^K
D	43.68±1.43a ^K	41.75±5.48a ^K	42.93±4.49a ^K	42.64±3.61a ^K
E	37.55±1.94a ^K	38.18±0.54a ^K	40.81±2.69a ^K	40.03±2.55a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.16'dan ve Şekil 4.7'den görüldüğü gibi CaCl_2 ile ikame edilen peynirlerin depolama süresince kurumaddede protein içeriği farklılıklarının önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). B peynirlerinin kurumadde içeriğindeki değişime bağlı olarak kurumaddede protein içeriğinin farklılık gösterdiği düşünülmüştür. Farklı ikame tuz ve oranları kullanımı peynirlerin kurumaddede protein değerlerini etkilememiş, depolamanın aynı dönemlerinde tüm peynirlerin kurumaddede protein değerleri benzer bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 4.7. Çerkez süresince peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede protein değerleri

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kurumaddede protein oranları üzerine ikame tuz çeşidi, depolama süresi ve ikame tuz çeşidi farklılığı x depolama süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Çerkez peynirlerinin kurumaddede protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	24,275	1,703	0.168
Depolama süresi	3	31,693	2,223	0.100
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	17,869	1,253	0.283
Hata	40	14,258		

4.4.6.Çerkez Peynirlerinin Tuz ve Kurumadde de Tuz Oranları

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerinin tuz içeriklerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.8’de verilmiştir.

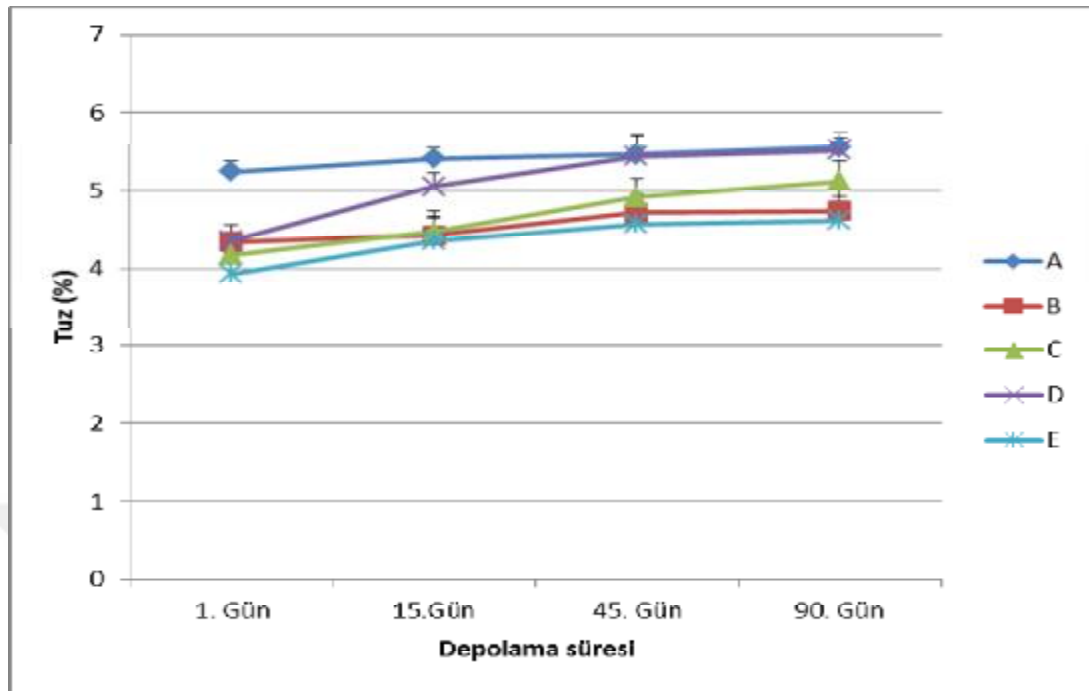
Çizelge 4.18. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuz değerleri (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	5.24±0.26a ^K	5.41±0.25a ^K	5.47±0.17a ^K	5.56±0.20a ^K
B	4.34±0.07a ^L	4.43±0.55a ^L	4.72±0.41a ^L	4.74±0.50a ^{KL}
C	4.17±0.07a ^L	4.47±0.31ab ^L	4.92±0.41b ^{KL}	5.12±0.45b ^{KL}
D	4.36±0.34a ^L	5.05±0.32ab ^{KL}	5.45±0.44b ^K	5.52±0.38b ^K
E	3.93±0.28a ^L	4.35±0.54a ^L	4.57±0.26a ^L	4.62±0.53a ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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



Şekil 4.8. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuz içerikleri

Farklı ikame tuz karışımları kullanımının Çerkez peynirlerinin tuz içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Aynı depolama günlerinde farklı ikame tuzlar kullanılarak tuzlanan peynirlerin hepsinde tuz içerikleri birbirlerinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Tüm depolama dönemlerinde en düşük tuz içeriği E grup örneklerde (%3.93-4.62), en yüksek kontrol örneklerinde (%5.24-5.56) tespit edilmiştir. Mohr yöntemi peynirden suya geçen klorür miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Salamura ile tuzlama sırasında NaCl'ün diğer tuzlara kıyasla peynire geçişinin daha fazla olmasından dolayı kontrol örneklerinde tuz (klorür) içeriğinin diğer Çerkez peyniri örneklerinden daha yüksek tespit edildiği düşünülmüştür.

Peynirde salamuradan tuz geçiş oranını peynirin su oranı, yağ oranı, asitliği, şekli ve büyüklüğü gibi faktörler etkilemektedir. İkame tuzlarla tuzlanan peynirlerin tuz içeriğindeki farklılığın peynirlerin su içeriğine bağlı olarak diffüzyon hızının değişmesinden ve kurumadde içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Depolama süresi NaCl'ün KCl ile ikame edildiği Çerkez peynirlerinde tuz içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Şekil 4.8'den izleneceği üzere depolamanın ilerleyen günlerde tuz içeriklerinde tüm örnek gruplarında az miktarda artış olmuştur. Depolama süresi boyunca peynirde

kurumadde artışına paralel olarak tuz içeriğinin az miktarda da olsa artış gösterdiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Çerkez peynirlerinin tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	2.195	16.347	0.000**
Depolama süresi	3	1.510	11.245	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.092	0.682	0.758
Hata	40	0.134		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin tuz içerikleri üzerine farklı ikame tuz karışımları kullanımının ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$.) İkame tuz farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun ise etkili olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.19).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin kurumaddede tuz oranlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20’de ve oluşturduğu grafik ise Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.20. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede tuz değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	11.09±0.93a ^K	11.71±0.79a ^K	11.78±0.27a ^K	11.69±0.23a ^K
B	9.44±0.17a ^{LM}	9.31±1.37a ^L	9.90±1.08a ^M	9.59±1.15a ^L
C	8.96±0.47a ^{LM}	9.34±0.91a ^L	10.12±1.40a ^{LM}	10.48±0.95a ^{KL}
D	9.83±1.00a ^L	10.90±1.31ab ^{KL}	11.56±0.32b ^{KL}	11.64±0.23b ^K
E	8.25±0.32a ^M	9.05±1.28a ^L	9.61±0.52a ^M	9.61±0.74a ^L

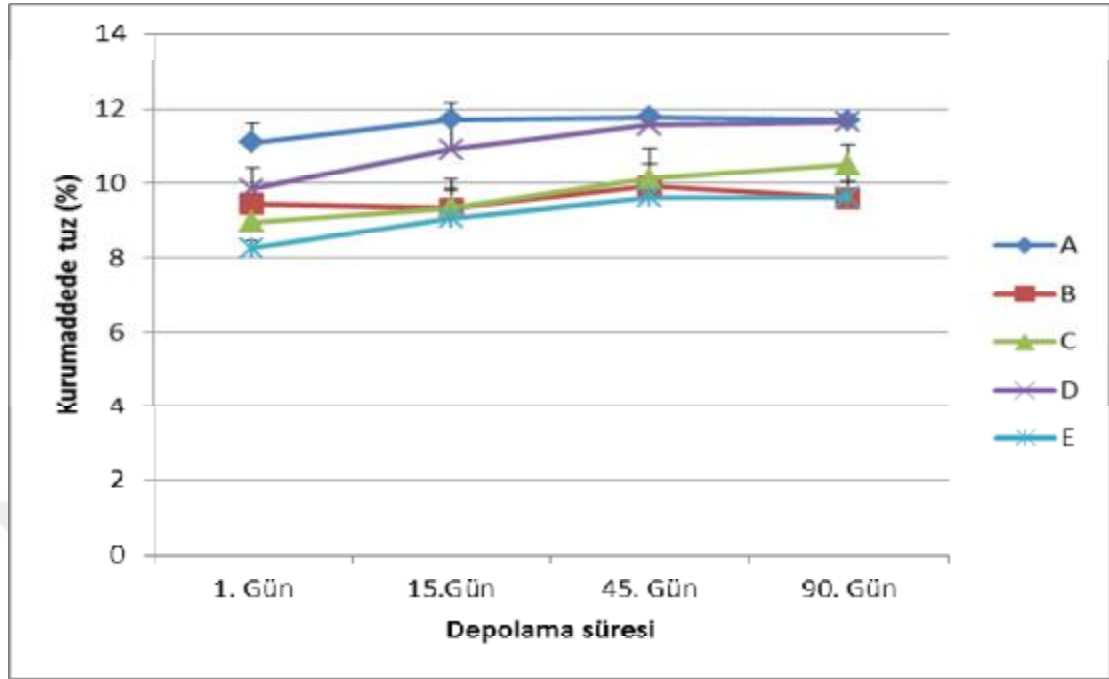
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

K, L, M: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.20’de görüldüğü üzere farklı ikame tuz karışımları kullanımının, Çerkez peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol örneklerinin (A) kurumaddede tuz içerikleri diğer örneklerden farklı ve yüksek bulunmuştur. Depolamanın ilk günü %11.09 oranında kurumadde tuz içeren kontrol gurubu örneklerinin kurumaddede tuz içeriği depolamanın sonunda %11.69 olarak tespit edilmiştir.

%25 $MgCl_2$ / %75 NaCl ve %25 $CaCl_2$ / %75 NaCl ikamesi ile tuzlanan Çerkez peynirlerine ait kurumaddede tuz içerikleri diğer grup peynir örneklerinden daha düşük tespit edilmiştir. Sırasıyla %9.44 ve % 8.25 oranında kurumaddede tuz içeren B ve E grup örneklerinin kurumaddede tuz içeriği depolamanın 90. gününde %9.59 ve % 9.61 olarak bulunmuştur. B ve E gurup peynirlerinin yüzeyinde ortamda kalsiyum ve magnezyum iyonları fazla olmasına bağlı olarak kalsiyum fosfat, kalsiyum laktat, kalsiyum sitrat, magnezyum fosfat ve magnezyum sitrat kristalleri oluşmuş olabileceği ve bu kristallerin tuz difüzyonunu azaltmış olabileceği düşünülmüştür. Serum fazında kalsiyum, fosfor ve laktik asit fazlalığı peynirin yüzeyinde kalsiyum fosfat yada kalsiyum laktat yada her ikisinin kristalizasyonuna yol açabilir (Conochie ve Sutherland, 1965; Upreti ve Metzger, 2006). Magnezyum kalsiyuma benzer davranış gösterir ve kalsiyum tuzları gibi magnezyum tuzlarının da çözünürlüğü düşüktür. Amonyak atmosferinde depolama ve salamura süresince peynirin dış yüzeyi ve merkezinde nem ve çeşitli tuz konsantrasyonlarının incelendiği çalışmada magnezyum ve kalsiyum iyonlarının salamuraya difüzyon oranları potasyuma göre daha az tespit edilmiştir. Kalsiyum ve magnezyum iyonları depolama sırasında peynirin merkezinden dış yüzeye göç etmiştir (Gaucheron ve ark., 1999). Sodyum ve potasyum tuzlarının difüzyon oranlarının yüksek, kalsiyum ve magnezyum tuzlarının difüzyon oranlarının düşük olmasının da bu duruma neden olabileceği tahmin edilmiştir.



Şekil 4.9. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kurumaddede tuz içerikleri

Depolama süresinin Çerkez peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). %50 oranında KCl ile NaCl'ün ikame edilmesi ile tuzlanan peynirlerin tuz içeriği tüm depolama dönemlerinde istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiştir. Çizelge 4.20 ve Şekil 4.9'da görüldüğü gibi tüm peynir örneklerinin kurumaddede tuz içerikleri depolama süresi boyunca az miktarda artış göstermiştir. Kurumaddede tuz oranı depolamanın ilk gününde %8.25-11.09 arasında değişim göstermiş, depolama süresinin sonunda kurumaddede tuz oranı %9.59-11.69 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Çerkez peynirlerinin tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	12.793	16.608	0.000**
Depolama süresi	3	4.028	5.230	0.004**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.321	0.417	0.948
Hata	40	0.770		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kurumaddede tuz içerikleri üzerine farklı ikame tuz karışımları kullanımının ve depolama süresinin önemli düzeyde etkili olduğu ($p<0.01$), ikame tuz farklılığı x depolama süresi interaksyonunun ise önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.21).

4.4.7.Çerkez Peynirlerinin Kül Değerleri

Farklı ikame tuz ve oranları kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin kül değerleri ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri ve tek yönlü varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de ve bu oranların oluşturduğu grafik Şekil 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.22. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kül değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	5.53±0.90a ^K	5.12±0.17ab ^K	4.42±0.04b ^K	5.20±0.12ab ^L
B	4.82±0.43ac ^K	4.48±0.18ab ^L	4.03±0.32b ^K	5.26±0.54c ^L
C	4.91±0.21a ^K	4.16±0.36a ^L	4.47±0.90a ^K	6.42±0.39b ^K
D	4.87±0.67a ^K	5.08±0.18a ^K	4.74±0.63a ^K	5.61±0.27a ^{KL}
E	4.49±0.77ab ^K	5.38±0.47a ^K	4.00±0.64b ^K	4.94±0.71ab ^L

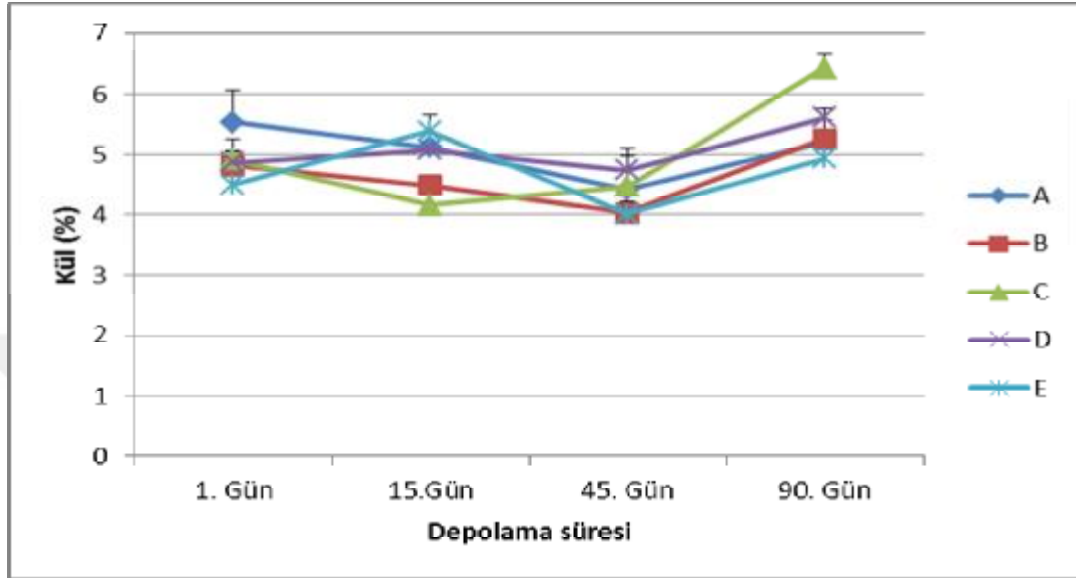
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz karışımları kullanımının ve depolama süresinin kül içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çerkez peynirlerinin kül içerikleri 4.16-6.42 arasında değişim göstermiştir. Çerkez peynirlerinin kül içerikleri Güzeler ve Parlak (2010b) ile Güneşer ve Yüceer (2011) ile benzer bulunmuştur. Peynirlerin tuz içerikleri ve

mineral madde kompozisyonlarının peynirlerin kül içeriği üzerine etkili olması nedeniyle kül içeriklerinin değişim göstermiş olabileceği tahmin edilmiştir.



Şekil 4.10. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kül içerikleri

Çizelge 4.22 ve Şekil 4.10'da görüleceği üzere depolama süresinin düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin kül değerleri üzerine etkisi B ve E gruplarında istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Depolama sırasında kurumadde içeriğinde meydana gelen değişimin peynirlerin kül içeriklerini etkilediği düşünülmüştür. Peynir örneklerinin tamamında depolama süresi boyunca kül değerlerinde artış meydana gelmiştir. Düşük nem içerikli Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri ve NaCl'ün KCl ile ikamesinin etkisinin incelendiği çalışmada aynı depolama döneminde peynir örneklerinin kül içeriği arasındaki farklılık önemsiz olarak tespit edilmiştir (Ayyash ve Shah, 2011b). Ayyash ve ark. (2011) tarafından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin depolama süresince Hellim peyniri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada kül içeriği depolama süresince artmıştır (Ayyash ve Shah, 2010).

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kül içerikleri üzerine farklı ikame tuz karışımları kullanımının etkisi önemsiz ($p > 0.05$), depolama süresinin ($p < 0.01$) ve ikame tuz

farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Çerkez peynirlerinin kül içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.505	1.907	0.128
Depolama süresi	3	3.356	12.669	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.658	2.484	0.016*
Hata	40	0.265		

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

4.4.8.Çerkez Peynirlerinin Sodyum Değerleri

Besin bileşeni olarak ihtiyaç duyulan sodyum tüketimi hipertansiyon, böbrek taşı oluşumu, osteoporoz gibi fizyolojik rahatsızlıkları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle sodyumu indirgenmiş gıdaların tüketilmesi, gıdaların sodyum seviyesine göre sınıflandırılması, gıdaların etiketleri üzerinde sodyum seviyesinin belirtilmesi gerekliliği ortaya çıkmış ve düşük sodyum içerikli gıdalara talep artmıştır (Demott, 1985; Schroeder ve ark, 1988; Üçüncü, 2004).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerinin sodyum içeriklerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.24’de görüldüğü üzere Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı, peynir örneklerinin sodyum değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$). %100 NaCl ile tuzlanan A gurubuna ait peynir örneklerinin sodyum içeriği tüm depolama dönemlerinde diğer örnek gruplarından farklı ve yüksek bulunmuştur. Salamura sadece NaCl ile hazırlanmasına ve peynire tuz geçiş oranı ikame tuz çeşidine bağlı olarak değiştiği için kontrol örneklerinde sodyum içeriğinin daha yüksek olduğu tahmin edilmiştir (Conochie ve Sutherland, 1965; Gaucheron ve ark., 1999; Upreti ve Metzger, 2006). Kontrol gurubu peynir örneklerinin sodyum içerikleri 546.8-556.9 $\mu\text{g/g}$ arasında tespit edilmiştir. D grubuna

ait (%50 KCl / %50 NaCl) peynirler en düşük düzeyde sodyum içeren Çerkez peyniri örnekleri olmuştur. %50 oranında KCl içeren peynir örneklerinin sodyum içerikleri 244.4-383.4µg/g arasında belirlenmiştir. Günde 100 gram kontrol örneği olan Çerkez peyniri tüketildiğinde 54.68 mg-55.69 mg sodyum alınmış olmakta ve günlük izin verilen 6 gram sodyumun yaklaşık %1'i sadece peynirle tüketilmiş olacaktır. Yerine %50 oranında KCl ile NaCl ikame edilmesi ile hazırlanan peynirler tüketildiğinde alınan sodyum miktarı 24.44-38.34 mg seviyesine düşürülmüş olacak 100 gram peynirle alınan sodyum miktarı yaklaşık %50 oranında azaltılmış olacaktır.

Çizelge 4.24. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sodyum değerleri (µg/g) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	546.8±8.79a ^K	565.0±51.72a ^K	540.3±47.19a ^K	556.9±56.49a ^K
B	468.1±24.97a ^L	458.5±37.12a ^L	496.2±18.28a ^K	459.7±19.57a ^L
C	377.0±16.29b ^M	286.0±40.81a ^M	342.7±47.53ab ^L	452.9±34.63c ^L
D	244.4±58.86a ^N	278.4±28.90a ^M	369.4±29.12b ^L	383.4±25.58b ^M
E	370.6±52.68a ^M	339.8±30.40a ^M	355.6±39.85a ^L	449.2±31.63b ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

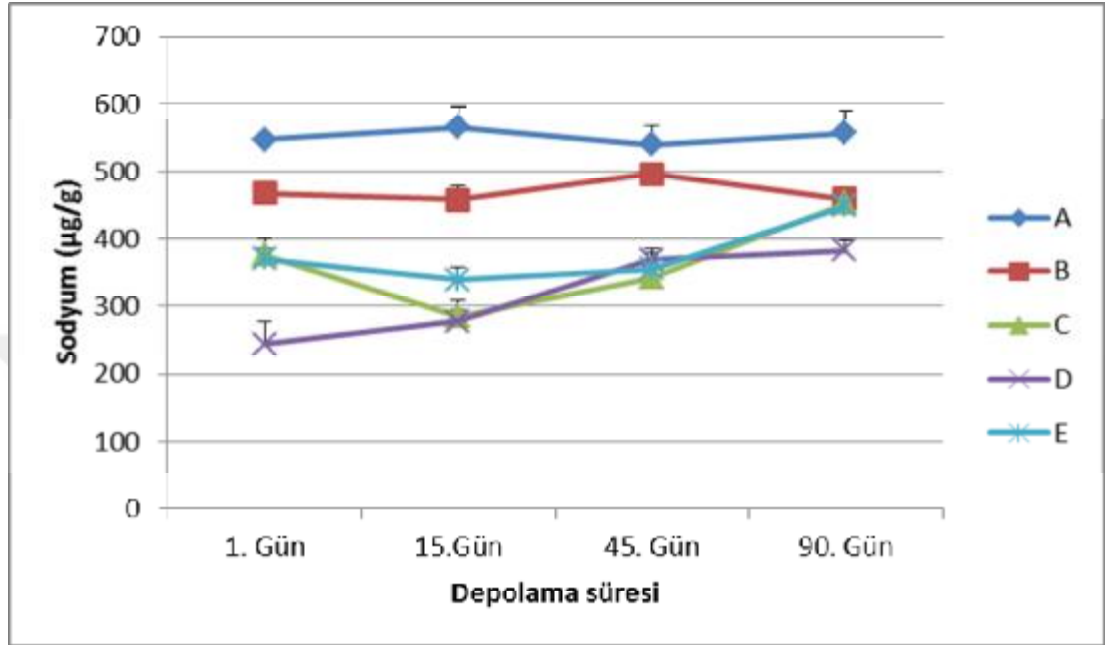
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

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

NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin depolama süresince Hellim peyniri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada da farklı ikame tuz oranları kullanımının peynirlerin sodyum içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuş, KCl ile ikame edilen salamuralarda tuzlanan peynir örneklerinde benzer şekilde sodyum içeriği daha düşük olmuştur (Ayyash ve Shah, 2010).

Peynir örneklerinin sodyum içerikleri üzerine depolama süresinin etkisi kontrol ve CaCl₂ ikamesi ile tuzlanan peynir örneklerinde önemsiz (p<0.05), diğer peynir örneklerinde ise önemli olarak belirlenmiştir (p<0.05). C, D ve E grup peynirlerinin sodyum düzeylerinde depolama süresi boyunca artış gözlenmiştir.

Depolama süresince kurumadde içeriğinde meydana gelen değişimin sodyum içeriklerinde artışa neden olduğu düşünülmüştür.



Şekil 4.11. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sodyum değerleri

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin sodyum içeriği üzerine depolama süresi, ikame tuz kullanımı ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$) (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Çerkez peynirlerinin sodyum değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	104976.7	74.008	0.000**
Depolama süresi	3	15656.8	11.038	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	5300.5	3.737	0.001**
Hata	40	1418.4		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

4.4.9.Çerkez Peynirlerinin Potasyum Değerleri

Potasyum iyonu, peynir üretiminde sodyum iyonu ile aynı etkileri göstermektedir. Yapılan çalışmalarda potasyum klorür ile tuzlanarak üretilen peynirlerin fizikokimyasal niteliklerinin, sodyum klorür ile tuzlanarak üretilen peynirlerle aynı olması bunun kanıtıdır (Taylor, 1983; Katsiari ve ark, 1998).

Vucuda alınan sodyum miktarı kadar diyetteki potasyum/sodyum oranı da önemlidir. Diyetle alınan potasyum/sodyum oranı yüksek olduğunda sodyumun vücuttan atılımı daha kolay olmakta ve hipertansiyon tedavisi kolaylaşmaktadır (Özenen,1988).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait 90 günlük potasyum içeriği değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26’da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.12’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan potasyum değerleri ($\mu\text{g/g}$) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	525.0 $\pm$ 37.9a ^L	450.1 $\pm$ 15.7a ^M	406.0 $\pm$ 31.8a ^L	572.1 $\pm$ 19.1a ^L
B	324.8 $\pm$ 12.5a ^M	299.8 $\pm$ 37.5a ^N	416.0 $\pm$ 55.2b ^L	576.1 $\pm$ 22.3c ^L
C	652.5 $\pm$ 18.9a ^K	643.2 $\pm$ 22.0a ^L	729.3 $\pm$ 61.7a ^L	876.0 $\pm$ 41.3b ^L
D	692.3 $\pm$ 40.2a ^K	754.7 $\pm$ 53.8a ^K	809.8 $\pm$ 50.1a ^K	811.6 $\pm$ 47.3a ^K
E	425.9 $\pm$ 58.7a ^L	453.3 $\pm$ 42.2a ^M	478.9 $\pm$ 27.0a ^L	563.3 $\pm$ 6.4b ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

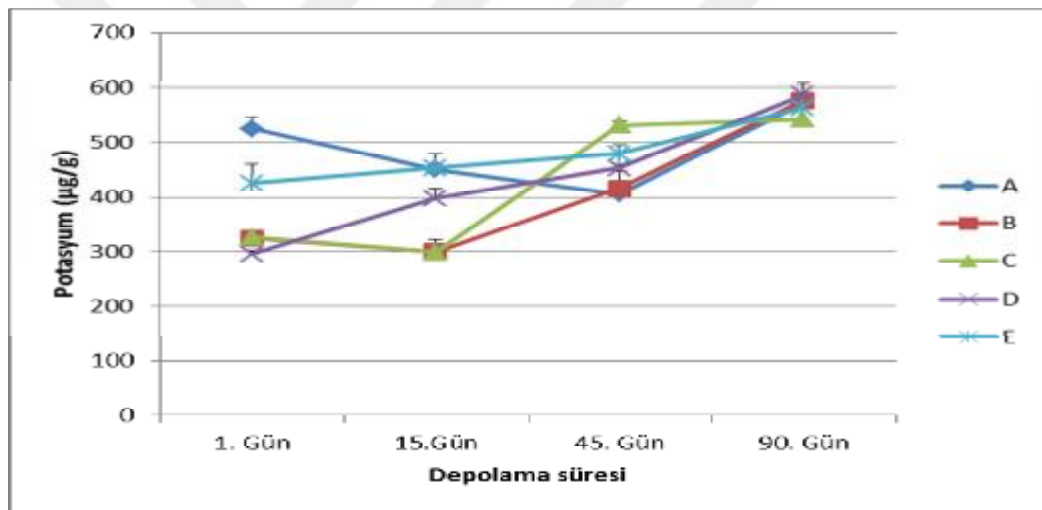
K, L, M: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.26’da görüldüğü gibi Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımının peynirlerin potasyum içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Sodyum klorürün KCl ile ikame edildiği Çerkez peynirlerinin (C ve D) potasyum içerikleri diğer gruplardan yüksek ve farklı bulunmuştur.

NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesinin depolama süresince Hellim peyniri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada KCl ilave edilen örnek gruplarında potasyum miktarları daha yüksek tespit edilmiştir (Ayyash ve Shah, 2010).

Düşük nem içerikli Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri ve NaCl'ün KCl ile ikamesinin etkisinin incelendiği çalışmada aynı depolama döneminde peynir örneklerinin potasyum içerikleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Ayyash ve Shah, 2011b).

NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edildiği düşük sodyumlu Kefalograviera peyniri üretiminde ikame tuz kullanımının potasyum içerikleri ticari olarak üretilen Kefalograviera peyniriyle benzer bulunmuştur (Katsiari ve ark, 1998).



Şekil 4.12. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan potasyum değerleri

Şekil 4.12'de izlendiği gibi depolama süresinin peynirlerin potasyum içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuş ($p < 0.05$), depolamanın 90. gününde elde edilen potasyum içerikleri diğer günlerden farklı ve yüksek tespit edilmiştir. Bu farklılığın depolama süresince kurumadde içeriğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, Çerkez peynirlerinin potasyum içerikleri üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Çerkez peynirlerinin potasyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	315359.5	115.5	0.000**
Depolama süresi	3	83106.2	30.4	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	8830.6	3.2	0.003**
Hata	40	2729.6		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

4.4.10.Çerkez Peynirlerinin Kalsiyum Değerleri

Kalsiyum, peynir matriksini oluşturan protein ağ yapısında yer aldığından doğrudan peynirin tekstürünü etkilemektedir. Bundan dolayı yüksek kalsiyum içeren peynirler az kalsiyum içeren peynirlere göre daha sıkı ve daha az eriyebilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, kalsiyum peynirin tamponlama kapasitesine de katkıda bulunduğundan olgunlaşma esnasındaki pH değişimleri üzerine etkilidir (Lucey ve Fox, 1993; Guinee ve ark, 2002; Upreti ve Metzger, 2006; Hayaloğlu ve Özer, 2011).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerinin kalsiyum içeriklerine ait 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kalsiyum değerleri ($\mu\text{g/g}$) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	312.9 $\pm$ 37.3a ^M	299.5 $\pm$ 26.9ac ^M	493.0 $\pm$ 40.9b ^L	241.1 $\pm$ 18.5c ^M
B	520.6 $\pm$ 21.0a ^K	462.6 $\pm$ 28.3a ^L	665.8 $\pm$ 51.6b ^K	851.8 $\pm$ 25.6c ^K
C	427.2 $\pm$ 27.8a ^L	548.0 $\pm$ 27.9b ^K	438.5 $\pm$ 42.8a ^L	341.7 $\pm$ 37.3c ^L
D	320.2 $\pm$ 27.8a ^M	407.8 $\pm$ 53.8b ^L	484.8 $\pm$ 47.7b ^L	225.4 $\pm$ 50.1c ^M
E	448.5 $\pm$ 55.1a ^L	322.9 $\pm$ 63.6bc ^M	344.2 $\pm$ 15.9b ^M	251.7 $\pm$ 21.6c ^M

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

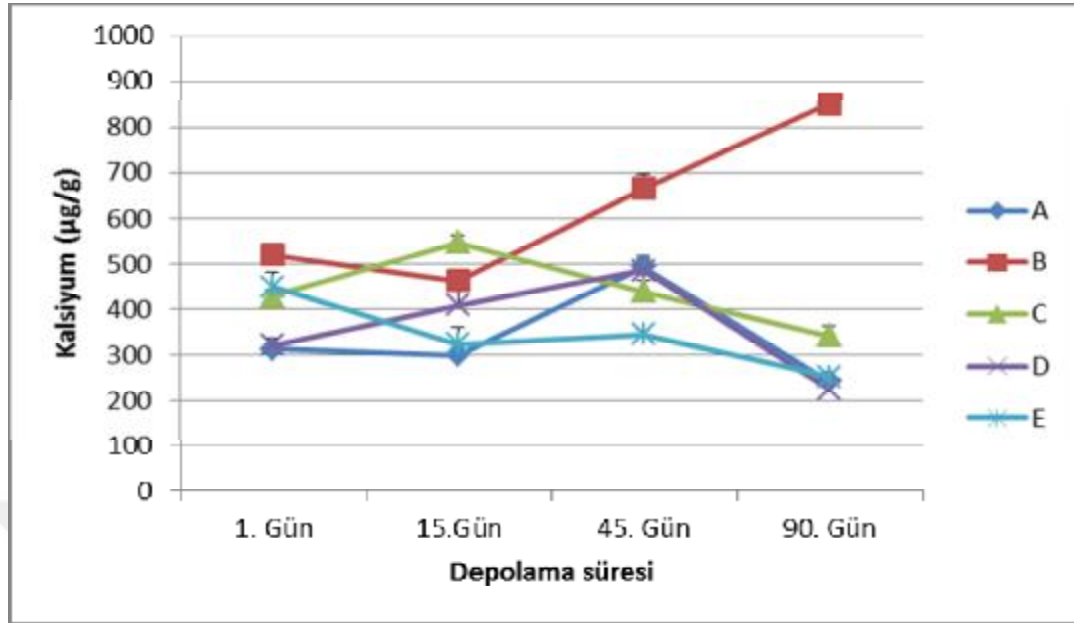
K, L, M: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.28’de izlendiği üzere Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz kullanımının ve depolama süresinin peynir örneklerinin kalsiyum değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). B gurubu örneklerinin tuzlanması CaCl_2 kullanılmış, B gurubu peynirlerinin kalsiyum içeriği diğer gruplardan farklı ve yüksek bulunmuştur. Depolamanın ilk ve 15. günlerinde B grup örneklerin kalsiyum içeriği benzer bulunmuş, depolamanın devam eden sürecinde ise artmıştır. Bu durumun depolama süresince kurumadde içeriğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Katsiari ve ark. (1998; 2000) tarafından Kefalograviera ve Feta peynirleri üzerine yürütülen çalışmada ikame tuz kullanımının peynir örneklerinin kalsiyum içerikleri üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Düşük nem içerikli Mozzarella peynirinin fonksiyonel özellikleri ve NaCl’ün KCl ile ikamesinin etkisinin incelendiği çalışmada da aynı depolama döneminde peynir örneklerinin kalsiyum içerikleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı görülmüştür (Ayyash ve Shah, 2011b).

Şekil 4.13’de görüleceği üzere tüm Çerkez peyniri örneklerinin kalsiyum değerleri depolama süresince değişim göstermiştir. %25 oranında kalsiyum klorür ikamesi (B) ile hazırlanan salamuralarla tuzlanan peynirler hariç peynir örneklerinin kalsiyum içeriklerinde depolama süresince azalma görülmüştür. Asitliğin depolama süresince artmasına bağlı olarak kalsiyumun misellerden serum fazına geçmesinin bu duruma neden olduğu düşünülmüştür. Sütün veya kazein miseli süspansiyonlarının asitlendirilmesinin kalsiyumun misellerden çözünüp serum fazına geçmesine neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sütün direk asitlendirilmesi ile elde edilen peynirlerin kalsiyum içeriği daha düşüktür (Pastorino ve ark., 2003). B grup peynirlerde kalsiyum klorür ikamesi ile tuzlama yapıldığı için asitlik artışına bağlı olarak yapıdan dissosiyeye olan kalsiyum miktarının gözlenemediği düşünülmüştür.

Depolamanın ilk gününde B grup örneklerin kalsiyum içerikleri 462.6-851.8 $\mu\text{g/g}$ arasında değişirken, diğer grup Çerkez peynirlerinin kalsiyum içeriği 225.4-548.0 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Yetişkinler için günlük önerilen kalsiyum miktarı 1000-1300 mg/gün’dür (FAO/WHO, 2001) .



Şekil 4.13. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kalsiyum değerleri

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin kalsiyum içeriği üzerine tuz, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$) (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Çerkez peynirlerinin kalsiyum değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	177506.3	119.45	0.000**
Depolama süresi	3	30095.1	20.246	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	48684.2	29.388	0.000**
Hata	40	1486.5		

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

4.4.11.Çerkez Peynirlerinin Magnezyum Değerleri

İnsan vücudunda ATP yapısından DNA-RNA yapısına kadar oldukça önemli yapılarda yer alan magnezyuma olan günlük ihtiyaç 200-300 mg kadardır. Ancak gerek çevre kirliliği gerekse artmış rafine ürünlerin tüketimi nedeniyle günümüzde

magnezyumun doğal yollardan alınımında ciddi sorunlar bulunmaktadır (Karaman ve ark, 2014). Vücut bu minerali dışardan yeteri kadar alamadığı takdirde kemiklerde depolanmış olan magnezyumu tüketmeye başlar (Solak Görmüş ve Ergene, 2004). Fakat peynirdeki kalsiyum, fosfor ve magnezyumun vücut tarafından kullanım oranı yüksektir (Üçüncü, 2004).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait 90 günlük magnezyum değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan magnezyum değerleri ($\mu\text{g/g}$) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	20.14 $\pm$ 5.04a ^M	24.15 $\pm$ 4.88a ^L	26.61 $\pm$ 3.20a ^M	21.72 $\pm$ 3.46b ^K
B	37.62 $\pm$ 5.01a ^L	23.71 $\pm$ 5.44ab ^L	28.92 $\pm$ 6.74b ^M	19.31 $\pm$ 8.16b ^K
C	27.35 $\pm$ 7.35a ^M	29.74 $\pm$ 3.02a ^L	28.70 $\pm$ 9.32a ^M	25.23 $\pm$ 6.76b ^K
D	26.46 $\pm$ 2.01a ^M	26.64 $\pm$ 10.81a ^L	48.29 $\pm$ 7.09b ^L	14.67 $\pm$ 3.55a ^K
E	92.32 $\pm$ 6.49a ^K	118.64 $\pm$ 11.30b ^K	162.89 $\pm$ 14.11c ^K	53.19 $\pm$ 12.52d ^L

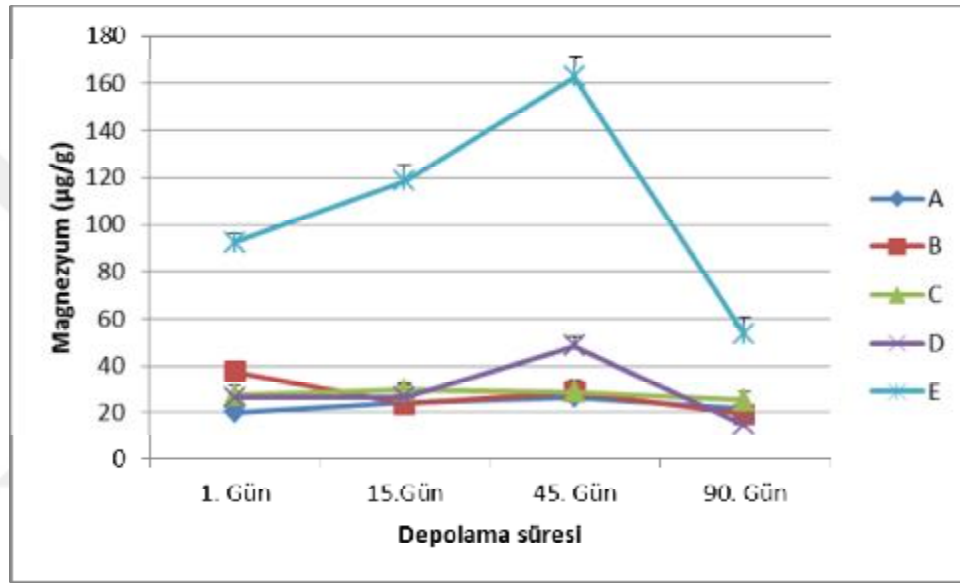
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı peynir örneklerinin magnezyum içeriklerini önemli düzeyde etkilemiştir (p<0.05). E (%25 MgCl₂ / %75 NaCl) gurubuna ait peynir örneklerinin magnezyum içeriği MgCl₂ ile ikame edildiği için aynı depolama dönemlerinde tüm örnek gruplarından farklı ve yüksek bulunmuştur. Diğer gruplarda (A, B, C, D) yer alan Çerkez peyniri örneklerinin magnezyum içeriği 14.67-48.29 $\mu\text{g/g}$ arasında değişim gösterirken MgCl₂ içeren salamuralarda tuzlanan peynir örneklerinin magnezyum içeriği 53.19-162.89 $\mu\text{g/g}$ arasında değişmiştir. Mendil (2006) tarafından Ordu Çerkez peynirinde magnezyum miktarı 48.0 $\pm$ 4.5 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir.

Peynir örneklerinin magnezyum içerikleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Örneklerin 90. gün magnezyum içerikleri depolama süresinin sonunda daha düşük tespit edilmiştir. Depolama süresince asitliğin artmasına bağlı olarak peynirin yapısından magnezyumun çözünerek ayrılmasından dolayı depolama süresinin sonunda magnezyum içeriğinde azalma olduğu düşünülmüştür (Pastorino ve ark., 2003).



Şekil 4.14. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan magnezyum değerleri

Şekilden 4.14'den izlendiği gibi E gurubu dışındaki peynir örneklerinin magnezyum içerikleri birbirine benzer bulunmasına karşılık E gurubuna ait örneklerin magnezyum içerikleri farklı ve daha yüksek tespit edilmiştir. Peynirlerin magnezyum içeriği 8-44 mg arasında değişmesine karşın %25 $MgCl_2$ / %75 NaCl içeren salamuralarla tuzlanan Çerkez peynirlerinin magnezyum içerikleri 53.19-162.89 µg arasında değişim göstermiştir (Üçüncü,2004).

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin magnezyum içerikleri üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Çerkez peynirlerinin magnezyum içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	15391.4	269.2	0.000**
Depolama süresi	3	2638.0	46.1	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	1135.7	19.9	0.000**
Hata	40	57.2		

**: p<0.01 düzeyinde önemli

4.4.12.Çerkez Peynirlerinin Toplam Serbest Yağ Asitleri Oranları

Süt yağı lipaz enziminin etkinliği ile yağ asidi ve gliserole parçalanır. Lipolitik aktivite sonucu oluşan serbest yağ asitleri, karakteristik peynir aromasını oluşturmaya yardımcı olur ve peynirin olgunlaşmasında tat ve tekstür oluşumunda etkilidir. Serbest yağ asitleri alkol, ester, aldehit, keton ve laktonlar gibi diğer aroma bileşenlerinin oluşumuna da öncülük ederler (Oluk ve Güven, 2015).

Çizelge 4.32. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan toplam serbest yağ asitleri oranları (% Oleik Asit) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	0.21±0.07a ^K	0.25±0.10a ^K	0.26±0.09a ^K	0.38±0.10a ^K
B	0.18±0.05a ^{KL}	0.23±0.09a ^K	0.27±0.07ab ^K	0.41±0.10b ^K
C	0.15±0.02a ^{KL}	0.19±0.05a ^K	0.23±0.05a ^K	0.46±0.10b ^K
D	0.11±0.00a ^L	0.15±0.03a ^K	0.21±0.09a ^K	0.44±0.10b ^K
E	0.22±0.05a ^K	0.24±0.05a ^K	0.29±0.06ab ^K	0.46±0.19b ^K

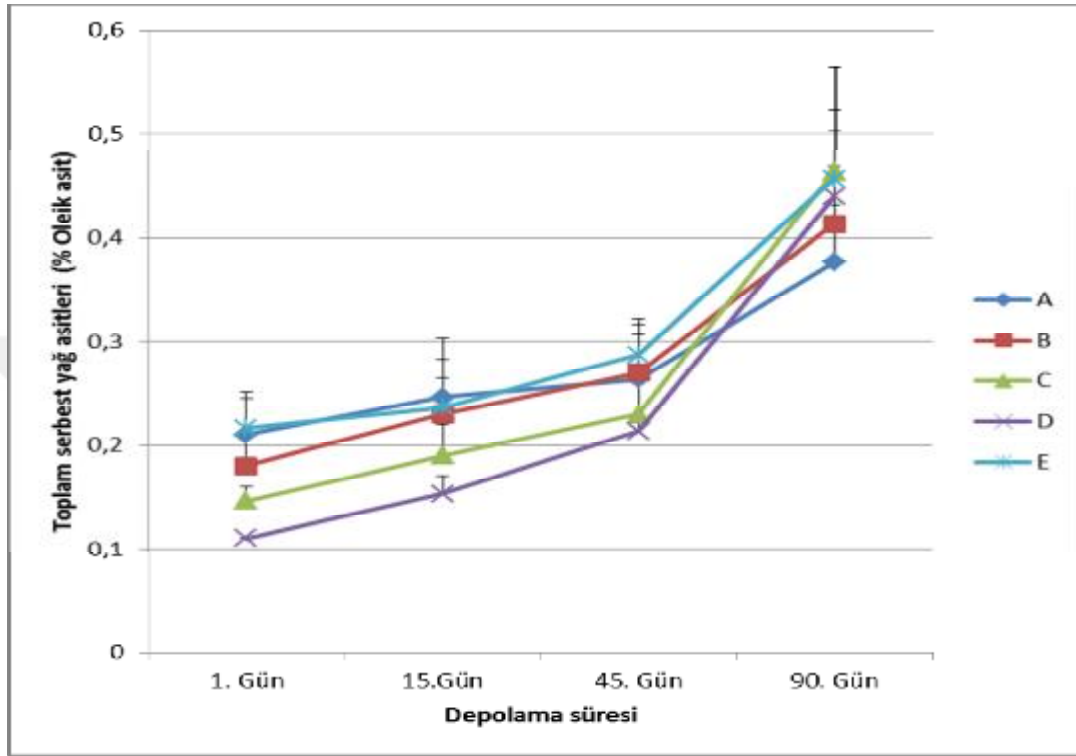
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerinin toplam serbest yağ asitleri oranlarına ait değerlerin 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi

sonuçları Çizelge 4.32’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan toplam serbest yağ asidi oranları

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz ve oranları kullanımı peynir örneklerinin toplam serbest yağ asitleri değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir ($p < 0.05$). Depolamanın ilk günü kontrol ve E grubu Çerkez peyniri örneklerinin toplam serbest yağ içeriği birbiri ile benzer diğer peynir örneklerinden ise daha yüksek bulunmuştur. Bazı iz elementler kısmen metaller enzim komponentleri için gereklidir ve magnezyum ile potasyum iyonları lipaz aktivitesini stimüle etmektedir (Maia ve ark., 2001; Ire ve Ike, 2014). Magnezyumun ve potasyumun lipaz enzimini indükleyici etkiye sahip olmasına bağlı olarak tüm depolama dönemlerinde toplam serbest yağ asidi miktarının $MgCl_2$ ve KCl içeren örneklerde daha yüksek olduğu düşünülmüştür. Ancak starter kültür kullanılmamasına bağlı olarak sadece pastörizasyonla inaktif hale getirilemeyen

lipolitik enzimler mevcut olduğu için örnekler arasında önemli bir farklılık meydana gelmediği tahmin edilmiştir.

Kontrol ve %25 $MgCl_2$ / %75 NaCl içeren salamuralarla tuzlanan peynir örneklerinin toplam serbest yağ içeriği sırasıyla 0.21-0.38 ve 0.22-0.46 (% Oleik Asit) arasında tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda ise tüm örneklerin toplam serbest yağ içeriği benzer bulunmuştur.

Depolama süresinin Çerkez peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri oranına etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Depolama süresinin 45. ve 90. günlerinde toplam serbest yağ asitleri oranı artmıştır.

Şekil 4.15'den de izleneceği üzere tüm Çerkez peyniri örneklerinin toplam serbest yağ asitleri oranı depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Depolama süresince pastörizasyondan etkilenmeyerek sütte kalan lipolitik enzimlerin lipolize neden olduğu ve buna bağımlı olarak toplam serbest yağ asitleri içeriğinin arttığı düşünülmüştür. Depolama süresi boyunca en az toplam serbest yağ asitleri oranı D gurubu Çerkez peyniri örneklerinde tespit edilmiştir. 1:1 oranda NaCl'ün KCl ile ikame edildiği D gurubu örneklerinin toplam serbest yağ asidi içeriği 0.11-0.34 (% Oleik Asit) arasında değişim göstermiştir. Değişik yöntemlerle üretilen Çerkez peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin incelendiği çalışmada tespit edilen toplam serbest yağ asitleri oranının depolama süresi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir (Sıçramaz,2014).

Çizelge 4.33. Çerkez peynirlerinin toplam serbest yağ asitleri oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.015	2.276	0.078
Depolama süresi	3	0.163	24.576	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.002	0.326	0.980
Hata	40	0.007		

** $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin toplam serbest yağ asitleri oranı üzerine ikame tuz kullanımı ve ikame tuz x depolama süresi interaksyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir

($p>0.05$). Depolama süresinin toplam serbest yağ asitleri oranı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$) (Çizelge 4.33).

4.4.13.Çerkez Peynirlerinin Suda Çözünen Azot İçeriği

Peynirlerde olgunlaşmanın takibinde kullanılan parametrelerden biri olan suda çözünen azot proteoliz ve olgunlaşmanın takibinde gösterge olarak kabul edilmektedir (Fitzgerald ve Buckley,1985). Suda çözünen azot oranı kazeinin hidroliziyle oluşan düşük molekül ağırlıklı azot fraksiyonlarının düzeyini açıklayan bir değerdir (Koçak ve ark, 1997).

Peynirlerde olgunlaşma sırasında kazeinin hidrolizi sonucu oluşan peptidler olgunlaşmanın ilerleyen aşamalarında rennin, sütün doğal mikroflorası, starter ve starter olmayan bakterilerin proteaz ve peptidazları ile suda çözünür formdaki küçük molekül ağırlıklı peptidler, serbest amino asitler ve azotlu bileşiklere parçalanırlar. Dolayısıyla azotlu bileşiklerin suda çözünür forma geçmesiyle olgunlaşma derecesi arasında doğrusal bir ilişki vardır (Gürsoy, 2005; Dinkçi ve ark, 2012).

Farklı ikame tuzlarla NaCl'ün kısmen ikame edildiği salamuralarda tuzlanarak üretilen Çerkez peynirlerinin suda çözünen azot değerleri, 90 günlük depolama süresindeki değişimleri ile tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.34'de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.34. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan suda çözünen azot değerleri (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	0.08±0.02a ^K	0.56±0.09b ^K	0.71±0.05c ^K	1.14±0.06d ^K
B	0.05±0.01a ^L	0.57±0.03b ^K	0.66±0.03bc ^K	0.75±0.17c ^K
C	0.05±0.01a ^L	0.63±0.27b ^K	0.90±0.34b ^K	0.96±0.37b ^K
D	0.05±0.02a ^L	0.65±0.16b ^K	0.84±0.12b ^K	1.01±0.32b ^K
E	0.05±0.01a ^L	0.71±0.06b ^K	0.86±0.05b ^K	2.08±0.68c ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

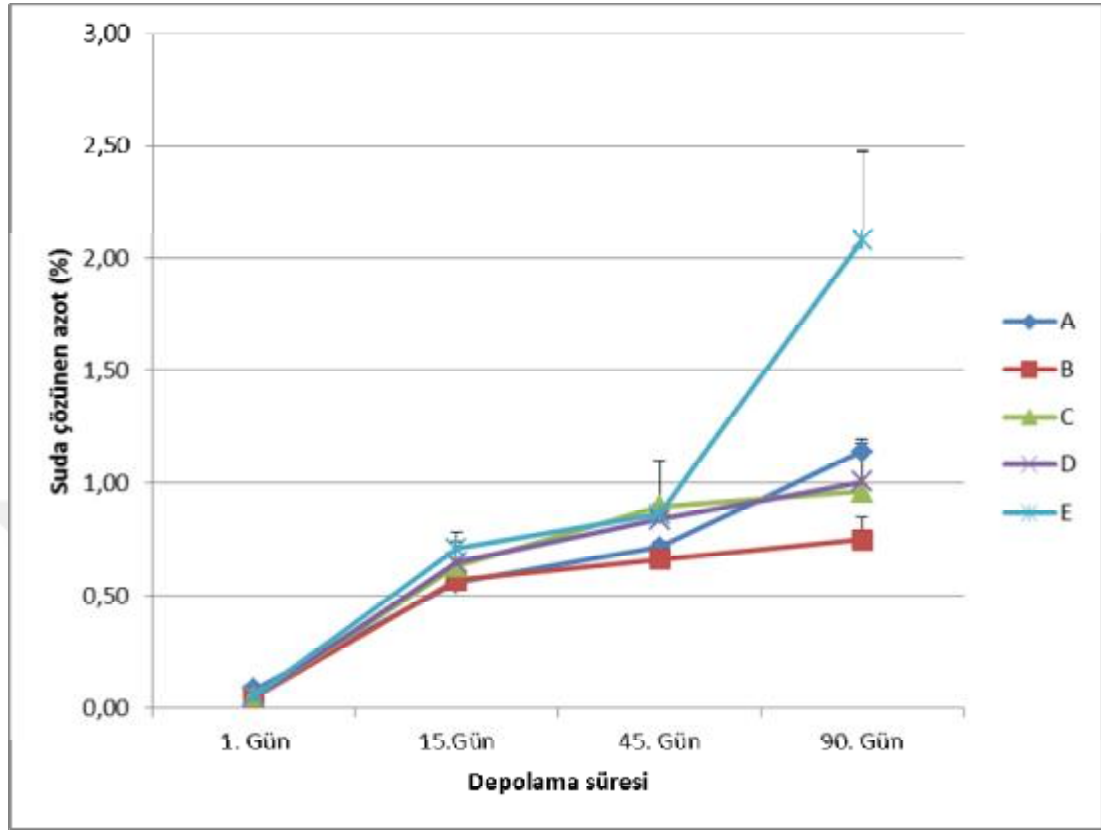
a, b, c, d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

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

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz karışımları kullanımının suda çözünen azot içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın başlangıcında en yüksek suda çözünen azot içeriğine kontrol örnekleri sahipken depolamanın sonunda E grup örnekler sahip olmuştur. % 25 $MgCl_2$ ve % 75 NaCl ilave edilen E gurubuna ait peynir örneklerinin suda çözünen azot içeriği depolama sonunda diğer peynir örneklerinin hepsinden farklı ve yüksek bulunmuştur. E gurubu örneklerinin depolamanın ilk gününde suda çözünen azot oranı %0.05 iken depolama süresinin sonunda %2.08'e yükselmiştir. Depolama süresinin sonunda %25 $CaCl_2$ / %75 NaCl (B) içeren salamuralarda tuzlanan peynir örnekleri en az, % 25 $MgCl_2$ ve % 75 NaCl (E) içeren salamuralarda tuzlanan örnekler ise en fazla seviyede suda çözünen azot içeriğine sahip olmuştur. $CaCl_2$ ile ikame edilen peynir örneklerinin depolamanın ilk gününde suda çözünen azot oranı %0.16 olmuş, depolama süresinin sonunda %0.75'e yükselmiştir. Camambert peynirinde $MgCl_2$ kullanım oranlarının araştırıldığı bir çalışmada magnezyumun proteolizi hızlandırdığı sodyumun ise inhibe ettiği tespit edilmiştir (Lesage ve ark, 1993; Üçüncü, 2004). $MgCl_2$ içeren örneklerin suda çözünen azot içeriğinin yüksek olmasının nedeninin magnezyumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Düşük kalsiyum içeren peynirler yüksek kalsiyum içeren peynirlere göre daha yüksek proteoliz olma eğilimindedir. Bu kazeinden kalsiyumun ayrılmasının proteolitik enzimlere duyarlılığı arttırmasına bağlanır (Upreti ve Metzger, 2006). Depolama süresinin sonunda $CaCl_2$ ile ikame edilen peynirlerin daha az suda çözünen azot içeriğine sahip olmasının nedeni olarak kalsiyum iyonlarının proteolizi azaltma eğilimine sahip olması tahmin edilmiştir.

Depolama süresinin düşük sodyum içerikli Çerkez peynirlerinin suda çözünen azot içeriği üzerine etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 1. gün ve 90. güne ait örnekler birbirlerinden ve 15 ve 45. güne ait örneklerden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca örneklerin suda çözünen azot içerikleri artmış 90. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Tüm peynir örneklerinde depolama süresince proteoliz artmıştır. Fitzgerald ve Buckley (1985) tarafından Cheddar peynirinde benzer etkiler gözlemlenmiştir.



Şekil 4.16. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan suda çözünen azot içerikleri

Çizelge 4.35. Çerkez peynirlerinin suda çözünen azot içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.289	5.852	0.001**
Depolama süresi	3	3.304	66.830	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.186	3.768	0.001**
Hata	40	0.049		

**, p<0.01 düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin suda çözünen azot içerikleri üzerine farklı ikame tuz karışımları kullanımının, depolama süresinin ve ikame tuz farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.35).

4.4.14. Çerkez Peynirlerinin Olgunlaşma Derecesi

Peynir teknolojisinde suda çözünen azotlu maddelerin oranı olgunlaşmanın ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Ancak peynirler protein ve nem içeriğine bağlı olarak farklı düzeyler gösterdiğinden suda çözünen azotlu maddeler genellikle toplam azota oranlanarak (olgunlaşma oranları) ifade edilmekte ve böylece değerlendirmeler daha objektif olarak yapılabilmektedir (Say, 2008).

Düşük sodyumlu Çerkez peynirlerinin olgunlaşma derecelerinin 90 günlük depolama süresindeki değişimleri ile tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36’da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan olgunlaşma derecesi (%) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	2.87±0.74a ^K	19.35±4.03b ^K	25.54±4.818c ^K	37.70±3.70d ^K
B	1.44±0.40a ^L	21.71±3.91b ^K	22.90±3.494b ^K	25.71±9.23b ^K
C	1.55±0.51a ^L	21.17±7.57b ^K	30.69±13.595b ^K	30.87±10.64b ^K
D	1.59±0.55a ^L	21.25±6.46b ^K	26.08±3.466b ^K	31.02±8.78b ^K
E	1.67±0.26a ^L	24.13±1.78b ^K	27.77±1.898b ^K	66.23±21.00c ^L

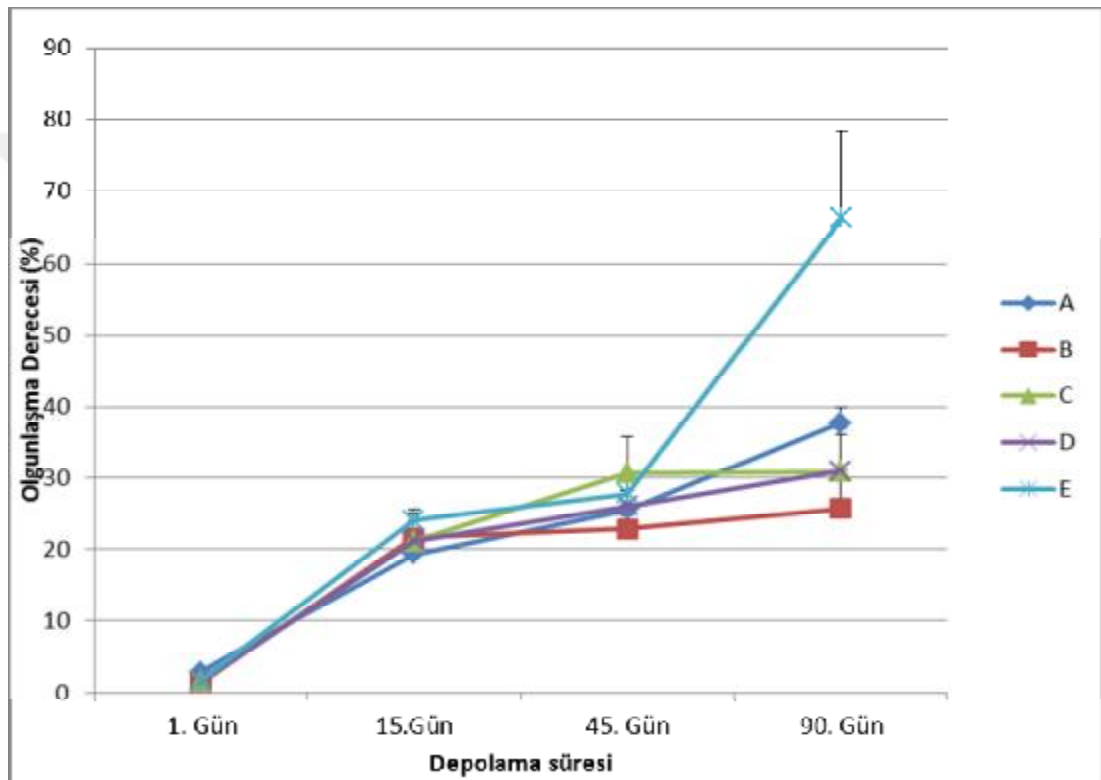
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

İkame tuz kullanımının ve depolama süresinin tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre Çerkez peyniri örneklerinin olgunlaşma derecesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 4.35’den de görüleceği gibi en yüksek olgunlaşma indeksi katsayısı oranına depolama süresinin sonunda %66.23 ile %25 MgCl₂ / %75 NaCl içeren salamura ile tuzlanan Çerkez peyniri örnekleri, en düşük orana ise %25.71 ile %25 CaCl₂ / %75 NaCl içeren salamura ile tuzlanan Çerkez peyniri örnekleri sahip olmuştur Lesage ve ark. (1993) tarafından Camambert peynirinin olgunlaşması üzerine NaCl ve MgCl₂’ün etkisinin incelendiği çalışmada

MgCl₂ varlığında proteolizin arttığı tespit edilmiştir. MgCl₂ proteolizi artırdığı için olgunlaşma derecesinin tüm örneklerden farklı ve yüksek olduğu düşünülmüştür. KCl içeren örneklerin olgunlaşma dereceleri tüm depolama dönemlerinde benzer bulunmuştur. Kalsiyum iyonlarının proteolizi yavaşlatma potansiyeline sahip olması nedeniyle CaCl₂ ile ikame edilerek tuzlanan peynirlerin olgunlaşma derecelerinin daha düşük olduğu tahmin edilmiştir.



Şekil 4.17. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan olgunlaşma dereceleri

Depolamanın 15. ve 45. günlerine ait olgunlaşma derecesi değerleri birbirleri ile benzer, 1. gün değerleri en düşük 90. günlere ait değerler en yüksek bulunmuştur. Depolama süresi boyunca Çerkez peynirlerinin olgunlaşma dereceleri artış göstermiştir. Tüm örneklerin olgunlaşma indeksi katsayısı oranı 90. gününde en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Sıçramaz (2014), değişik yöntemlerle üretilen Çerkez peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin tespiti üzerine yürüttüğü çalışmada benzer şekilde olgunlaşma

derecesinin depolama süresi boyunca Çerkez peynirlerinde artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Çizelge 4.37. Çerkez peynirlerinin olgunlaşma derecesine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	251.853	4.388	0.005**
Depolama süresi	3	3500.525	60.995	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	189.844	3.308	0.002**
Hata	40	57.391		

**: $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, Çerkez peynirlerinin olgunlaşma dereceleri üzerine ikame tuz karışımları kullanımının, depolama süresinin ve ikame tuz farklılığı x depolama süresi interaksiyonunun etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$) (Çizelge 4.37).

4.4.15.Çerkez Peynirlerinin Serbest Aminoasit İçeriği

Peynirdeki serbest amino gruplarının artması proteolizin bir sonucudur (Uysal ve ark, 1996). Serbest aminoasitler proteolizin son ürünleridir. Peynir çeşidine ve olgunlaşma indeksine bağımlı olarak konsantrasyonları değişmektedir. Peynirde olgunlaşmanın herhangi bir aşamasında serbest aminoasitlerin miktarı, kazeinden aminoasitlerin serbest bırakılmasına ve onların katabolik ürünlerine dönüşümüne bağlıdır (Ertekin ve ark, 2009).

Üretilen peynirlerin serbest amino asit miktarları 90 günlük depolama süresince incelenmiştir. Bu süreçteki değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiş ve Şekil 4.18’de grafikte gösterilmiştir. Toplam serbest amino asit miktarları, spektrofotometrik olarak 507 nm’de saptanmış ve absorbans değerleri, standart eğriye göre mg Leu/g peynir’e dönüştürülerek değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.38. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan serbest aminoasit içeriği (mg Leu/g) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	0.60±0.08a ^K	0.84±0.11ab ^K	1.04±0.09b ^{KL}	1.36±0.20c ^K
B	0.41±0.10a ^K	0.63±0.09ab ^K	1.21±0.38bc ^{KL}	1.42±0.63c ^{KL}
C	0.57±0.19a ^K	0.87±0.07ab ^K	1.03±0.13b ^{KL}	1.59±0.26c ^{KL}
D	0.44±0.19a ^K	0.62±0.30a ^K	0.85±0.13a ^K	1.33±0.26b ^K
E	0.59±0.05a ^K	0.77±0.15a ^K	1.32±0.13b ^L	2.04±0.08c ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

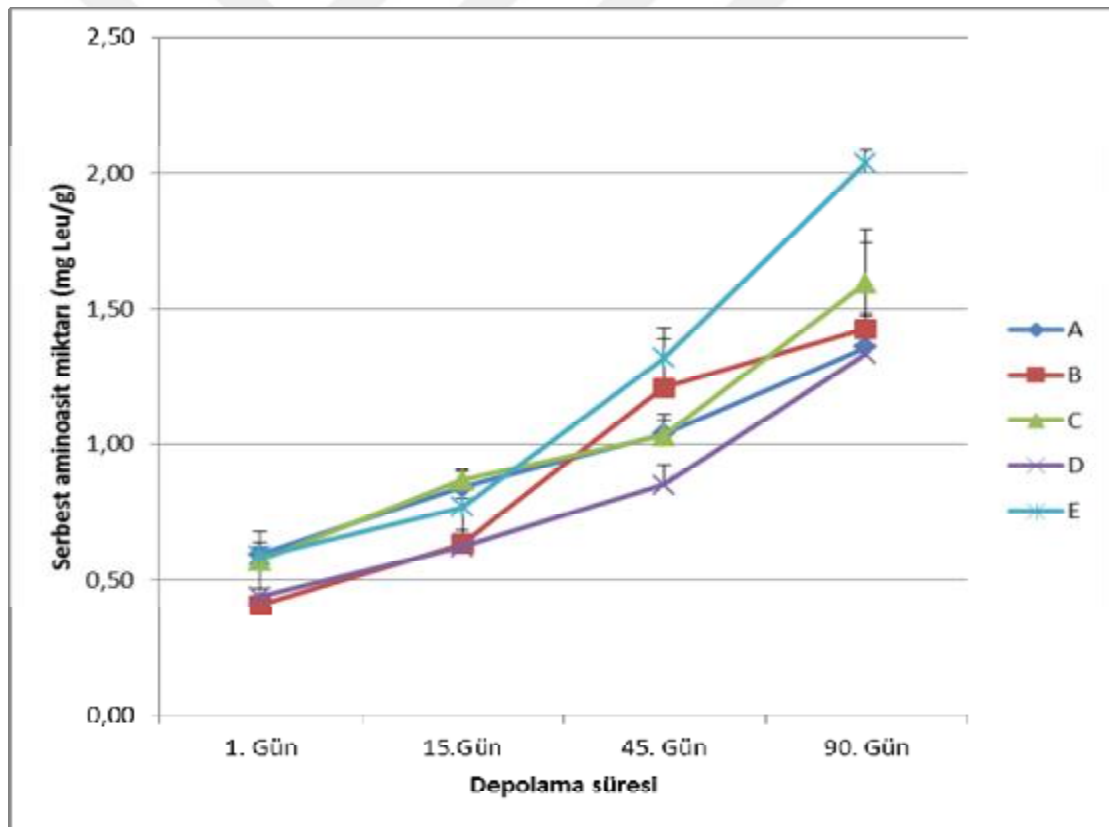
K, L: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz ve oranları kullanımının peynir örneklerinin serbest aminoasit içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olarak tespit edilmiştir (p<0.05). Duncan testi sonucunda depolama süresinin 45. ve 90. gününde örneklerin serbest aminoasit içerikleri birbirinden farklı bulunmuştur (p<0.05). Kontrol ve D grup peynirlerin serbest aminosit içeriği birbiri ile benzer tespit edilmiştir. E örneğinin serbest aminoasit içeriği depolamanın 45. ve 90. günlerinde diğer peynir örneklerine kıyasla daha yüksektir. Depolama sürecinin ilerlemesi ile birlikte tüm örneklerin serbest amino asit içerikleri artış göstermiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek serbest amino asit içeriğine 2.04 mg Leu/g ile %25 MgCl₂ / %75 NaCl ile tuzlanan örnekler olmuştur. Proteoliz, magnezyumun teşvik edici etkisine bağlı olarak en fazla E grup örneklerde meydana geldiği tahmin edilmiştir.

C ve D peynirlerinin her ikisi de KCl içermesine rağmen depolamanın 45. gününden sonra %50 oranında KCl içeren örneğin serbest aminoasit içeriği kontrol peyniri ile benzer C örneğinden ise daha düşük tespit edilmiştir. KCl konsantrasyonun belirli seviyeyi aştıktan sonra proteolitik enzimleri inaktive etmesine yaratmasına bağlı olarak bu sonuçla karşılaşıldığı tahmin edilmiştir. KCl varlığının proteolitik enzimler üzerinde kısmen aktivasyon yada inaktivasyon etkisi

yarattığı hipotezi başka araştırmacılar tarafından da öne sürülmüştür (Armenteros ve ark., 2009; Ayyash ve Shah, 2011a; Ayyash ve Shah, 2011b; Ayyash ve ark., 2012).

NaCl'ün KCl ile ikame edilmesi ile üretilen düşük sodyum içerikli Feta peynirlerinde proteolizin incelendiği çalışmada da tüm peynir örneklerinin serbest amino asit içeriği kontrol gurubu ile benzer bulunmuş, olgunlaşma süresi boyunca tüm örneklerin serbest amino asit içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir. Tüm peynir örneklerinde proteolizin benzer olduğu sonucuna varılmıştır (Katsiari ve ark., 2000). NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edilmesi ile elde edilen düşük sodyumlu Feta peynirlerinde proteolizin incelendiği çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Katsiari ve ark., 2000).



Şekil 4.18. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan serbest aminoasit miktarları

Şekil 4.18'den de izleneceği üzere tüm Çerkez peyniri örneklerinin serbest aminoasit içeriği depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Çerkez peyniri örneklerinin serbest aminoasit içerikleri değişik yöntemlerle üretilen Çerkez

peynirlerinin biyojen amin içeriklerinin incelendiği çalışmada tespit edilen serbest aminoasit içerikleri benzer bulunmuş ve bu çalışmada da benzer şekilde serbest aminoasit içeriklerinin depolama süresi boyunca arttığı görülmüştür (Sıçramaz, 2014).

Çizelge 4.39. Çerkez peynirlerinin serbest aminoasit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.219	4.298	0.005**
Depolama süresi	3	3.007	58.910	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.066	1.287	0.264
Hata	40	0.051		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin serbest aminoasit içeriği üzerine ikame tuz kullanımının ve depolama süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). İkame tuz x depolama süresi interaksiyonunun ise etkisi önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.39).

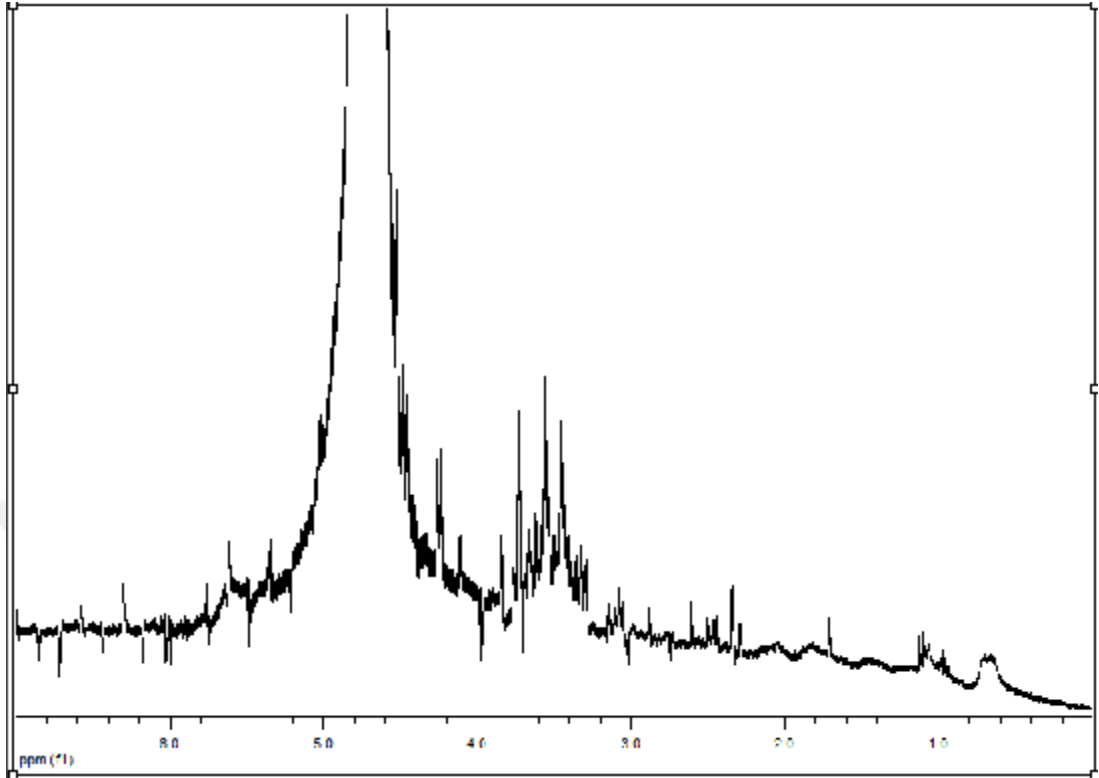
4.4.16.Çerkez Peynirlerinin Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi

Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisinin temeli, çekirdeğin manyetik özelliğine dayanır. Atom çekirdeğindeki manyetizma basit şekilde şöyle açıklanabilir. Atom çekirdeğini küre biçiminde ve merkezinden geçen eksen etrafında dönen bir cisim olarak düşünülebilir. Çekirdekte proton bulunduğundan, çekirdek pozitif yüklüdür. Çekirdek kendi etrafında döndüğünden, pozitif yük de bu eksen etrafında bulunan dairesel yörüngelerde hareket edecektir. Bu yükün belli bir yörünge üzerinde hareketi, elektrik akımıdır. Her elektrik akımı, çevresinde manyetik alan oluşturur. Ekseni etrafında dönen bir atom çekirdeği de, yüklü olması nedeniyle, çevresinde bir manyetik alan meydana getirir. Bu nedenle atom çekirdekleri bir mıknatıs gibi davranırlar. Çekirdeğin oluşturduğu manyetik alanın manyetik

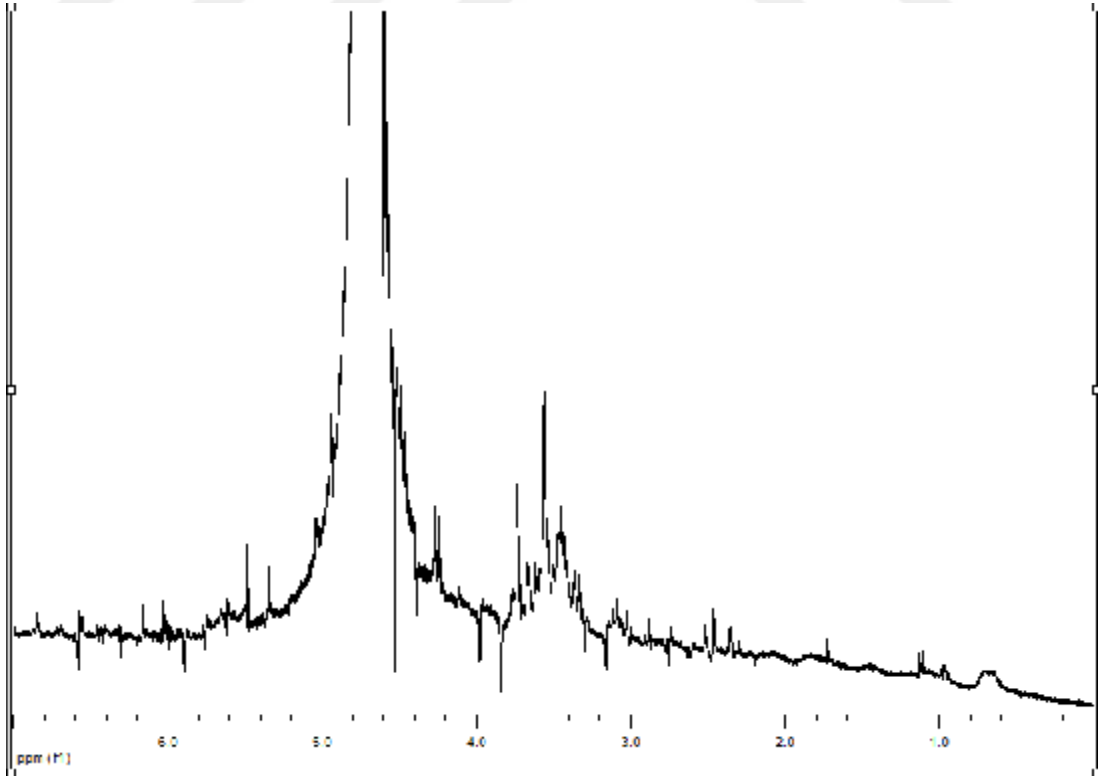
momenti vardır. Manyetik moment (μ) ile gösterilir (Balcı, 2000). Nükleer manyetik rezonans tahribatsız, çok çekirdekli, çok parametrelili ve genellikle non-invaziv tekniği ile biyokimyada başarıyla bitki ve memelilerde kullanılmaktadır (Curtis ve ark., 2000). NMR yapının aydınlatılmasında kullanılan en güçlü tekniktir. Bu yüzden kompleks gıda sistemlerinde yapının anlaşılmasına yardım eder. ^1H NMR spektroskopisi, parmak izi tekniği olarak düşünülebilir (Caligiani ve ark., 2007).

Olgunlaşma süreci peynir sütüne mayanın ilave edilmesi ile başlayıp oluşan makro moleküllerin amino asitlere kadar parçalandığı proteoliz, lipidlerin serbest yağ asitlerine kadar parçalandığı lipoliz ve kalıntı laktozun pürivik ve laktat aside dönüştüğü glikoliz olaylarını kapsayan bir biyokimyasal reaksiyonlar dizisidir. Bu üç temel ve önemli olaylar dizisinin sonunda oluşan amino asitler, serbest yağ asitleri, organik asitler ve bir kısım uçucu maddeler, peynir aromasını oluşturan veya oluşumunda öncül maddeler olarak görev alan bileşiklerin oluşumu ile son bulmaktadır (Hayaloğlu ve Özer, 2011). NMR uygulamaları peynirlerin karakteristiklerini belirlemek amacıyla kullanılan tekniklerdendir. Peynirlerde su ve aminoasit içeriğinde ki modifikasyonların değerlendirilmesinde ve olgunlaşmanın izlenmesinde nükleer manyetik rezonans başarılı bir şekilde yararlanılmaktadır (Curtis ve ark., 2000; Chaland ve ark., 2000; Shintu ve Caldarelli, 2005; Consonni ve Cagliani, 2008; Piras ve ark., 2013). NMR tekniğinin peynirlerde olgunlaşmadaki farklılıkların gözlenmesinde oldukça güvenilir, ekonomik ve başarılı bir metot olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Consonni ve Cagliani, 2008).

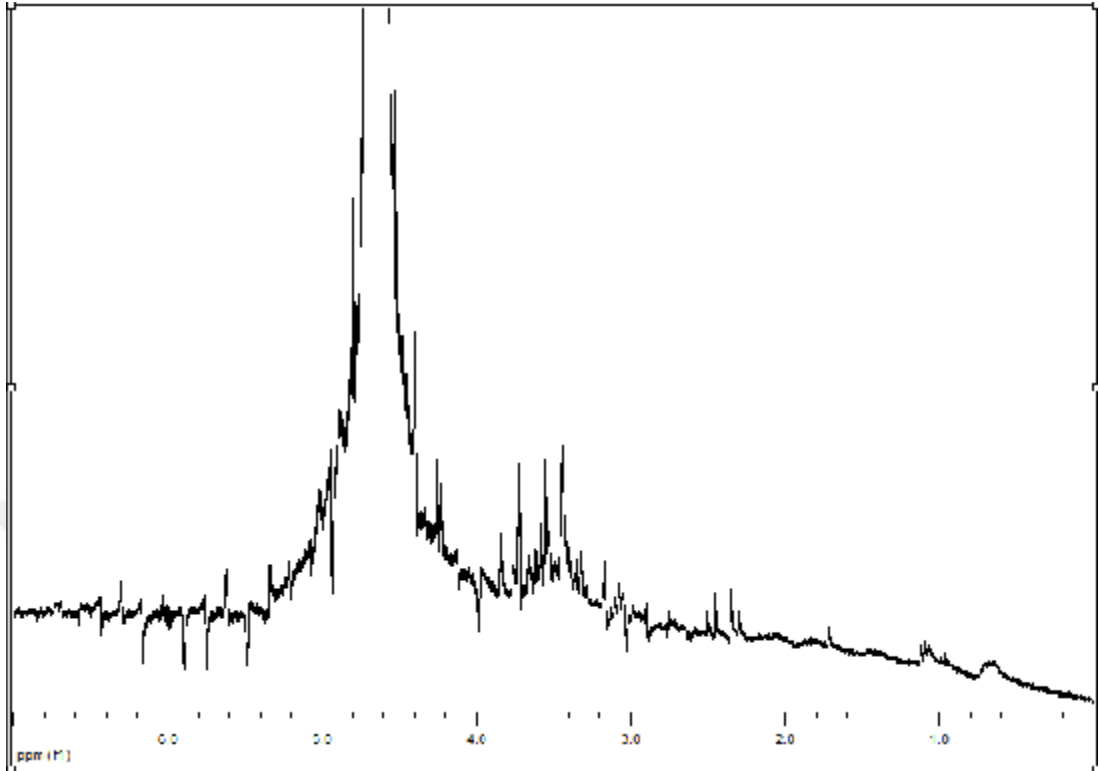
Depolama süresi boyunca Çerkez peyniri örneklerinden elde edilen spektrumlar Şekil 4.19-4.38’de verilmiştir. Bu çalışmada analizler, peynirlerin 1. 15. 45. ve 90. günlerinde alınan numuneler üzerinden gerçekleştirilmiştir.



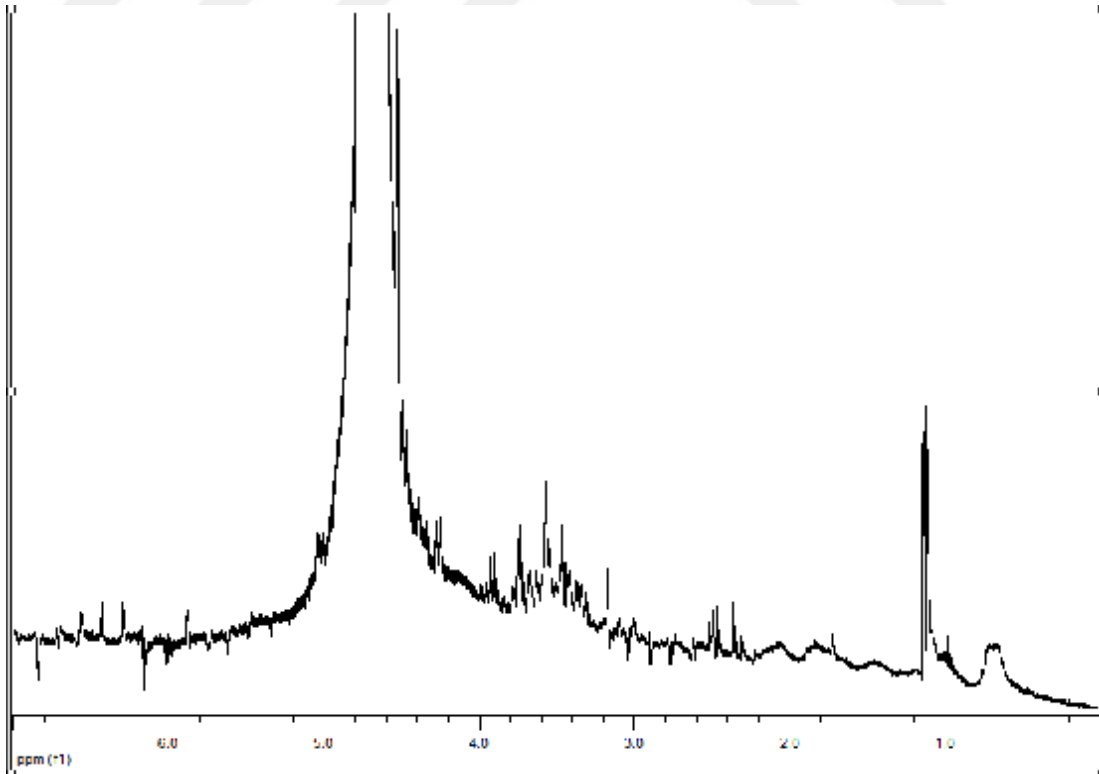
Şekil 4.19. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu



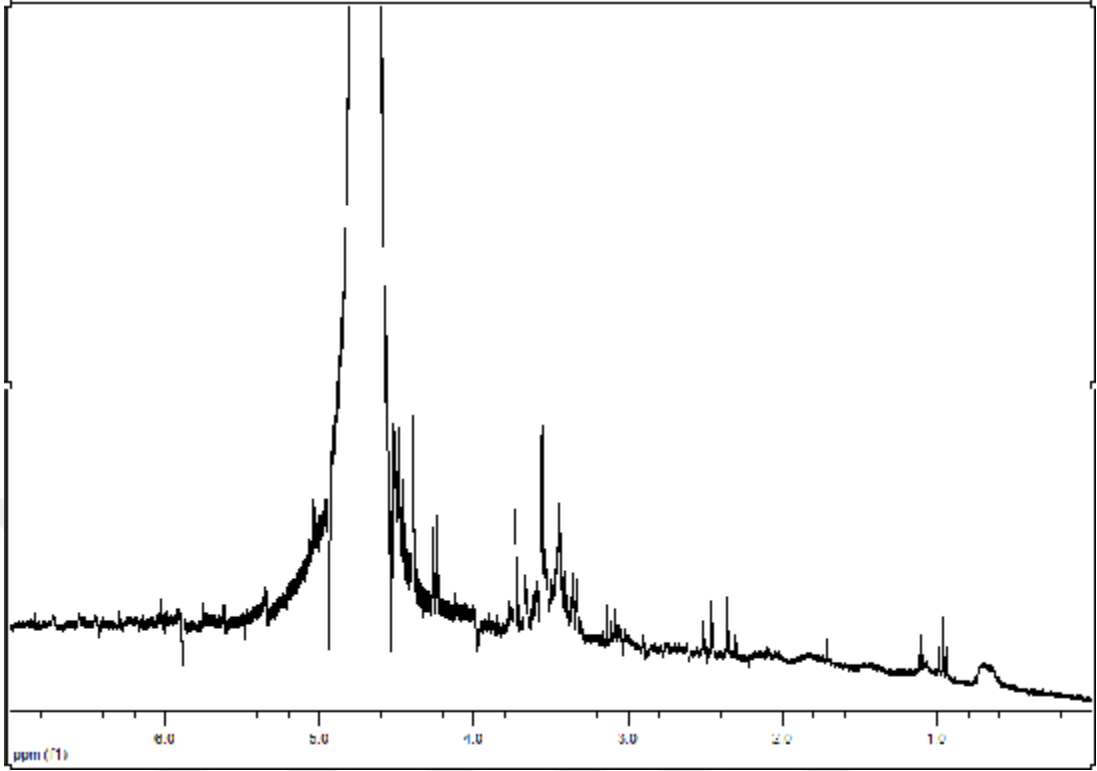
Şekil 4.20. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu



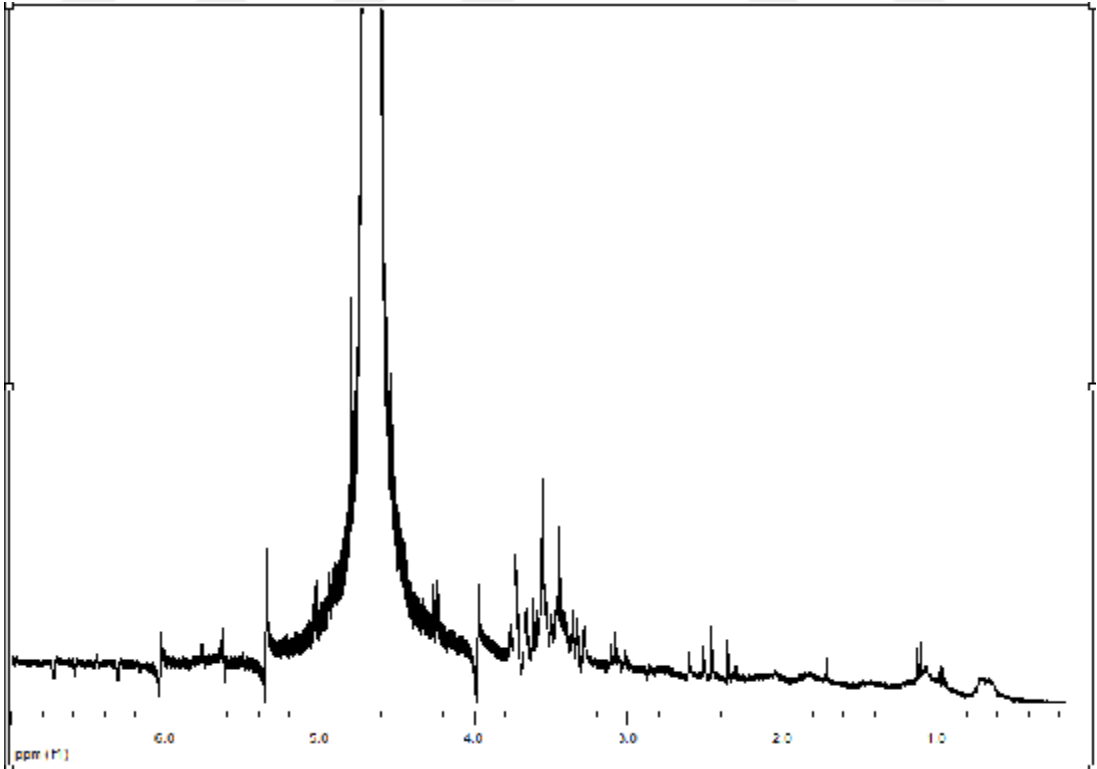
Şekil 4.21. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu



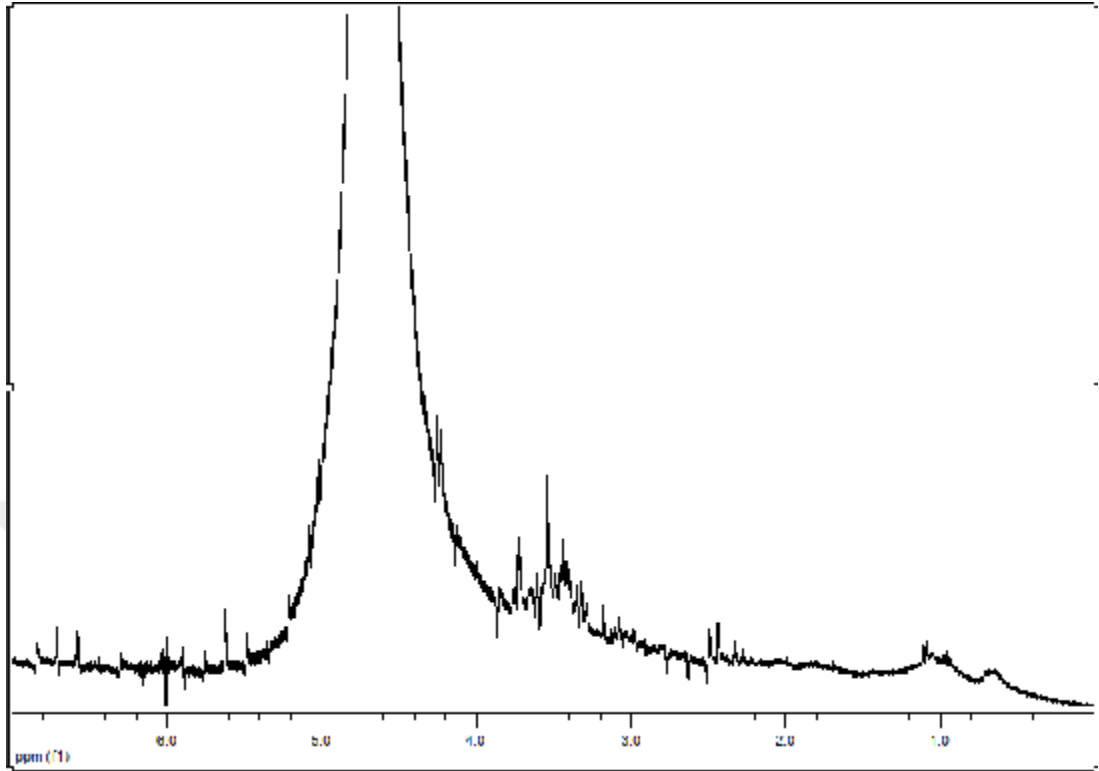
Şekil 4.22. A grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu



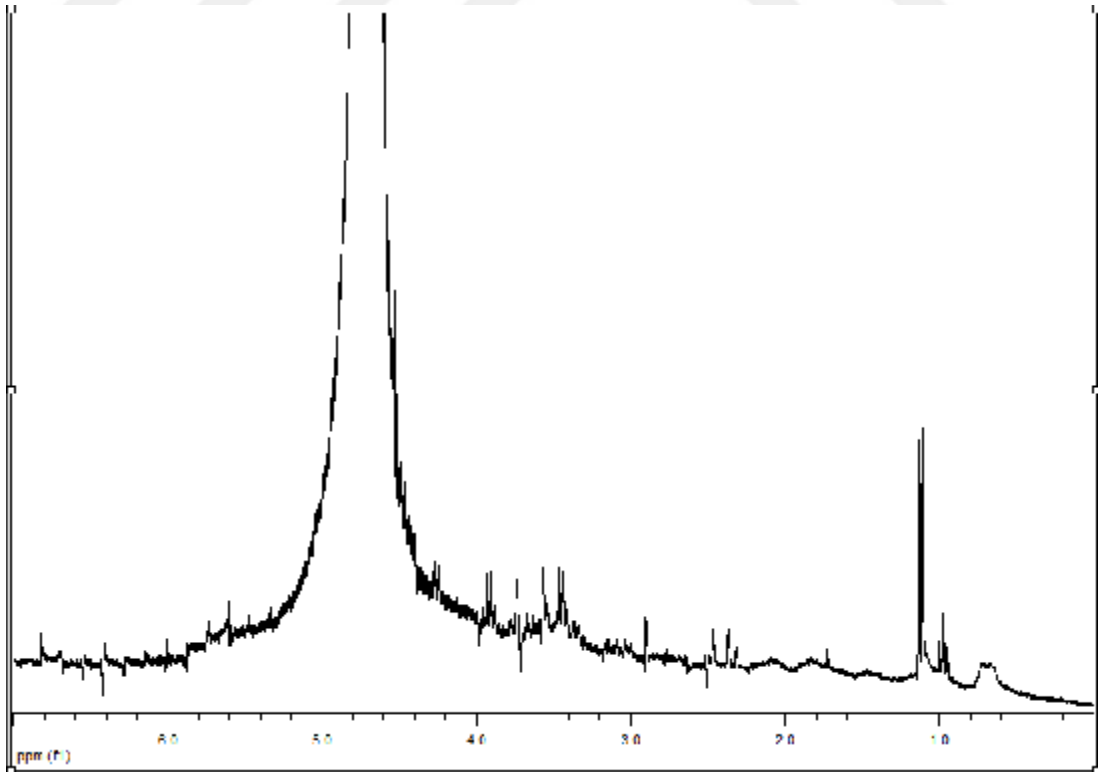
Şekil 4.23. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu



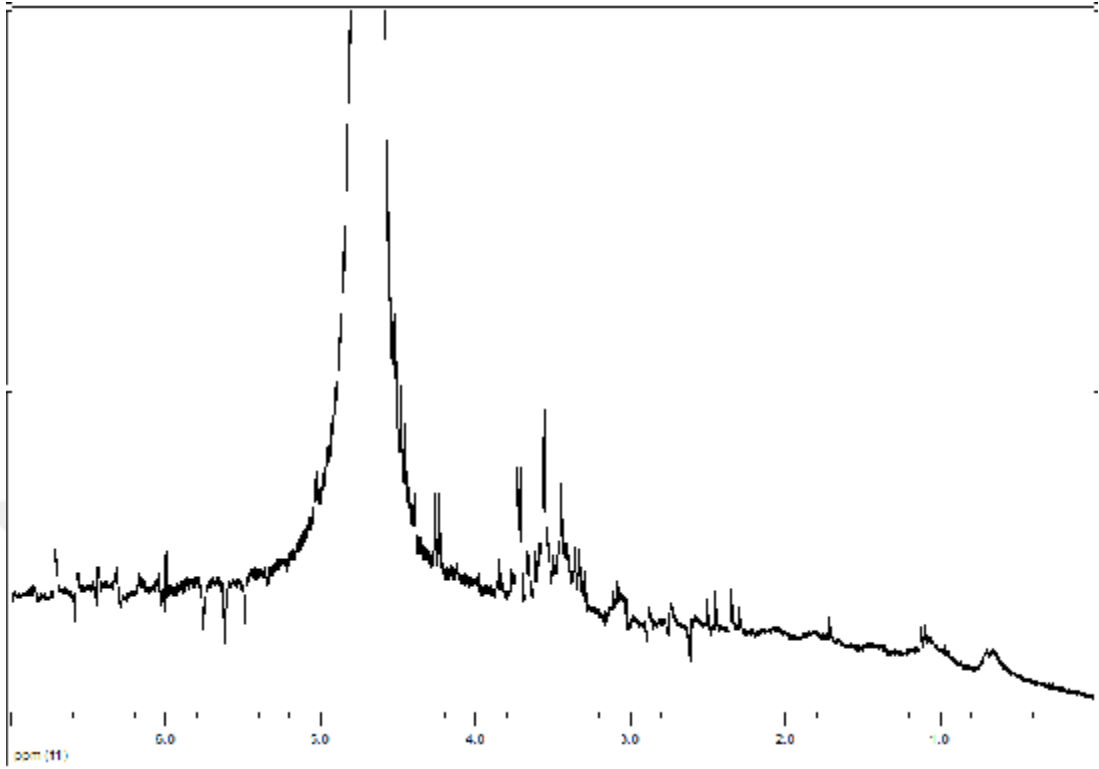
Şekil 4.24. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu



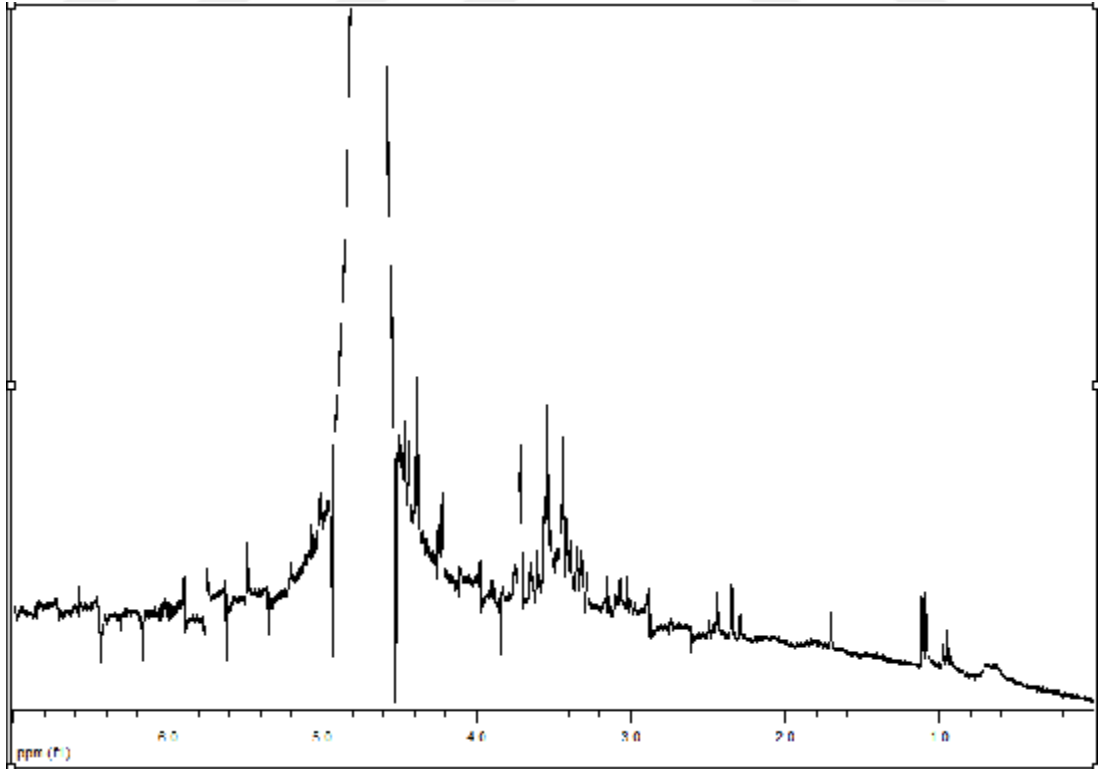
Şekil 4.25. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu



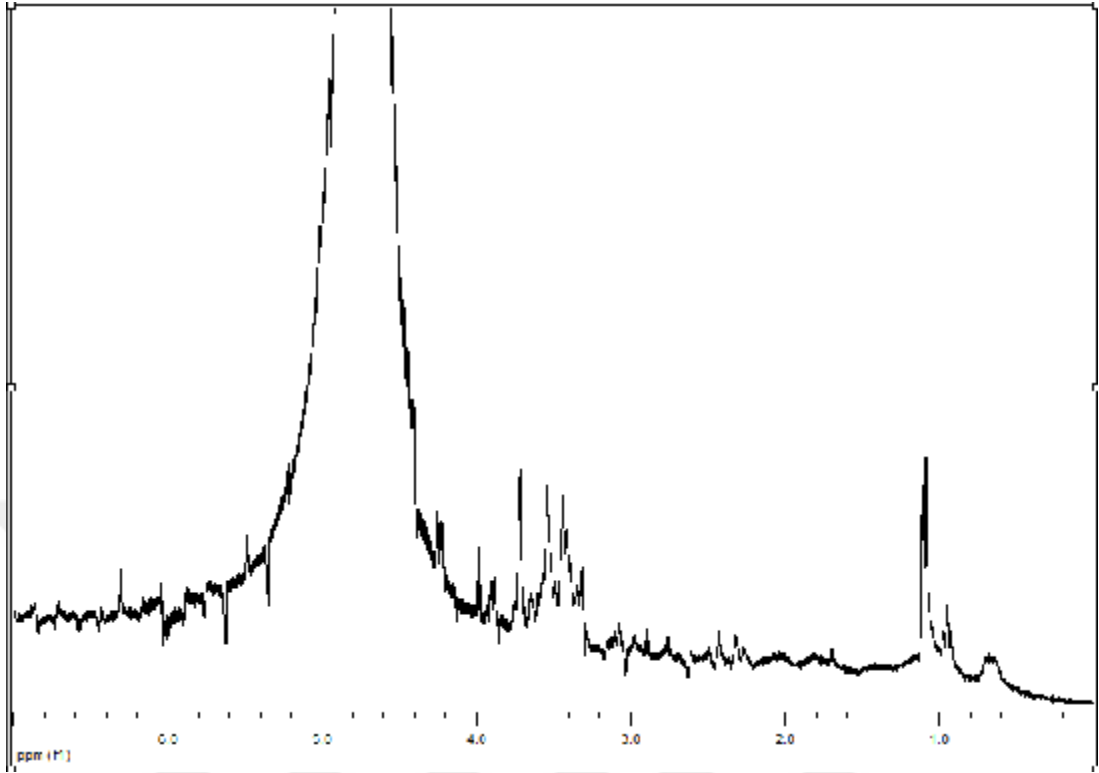
Şekil 4.26. B grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu



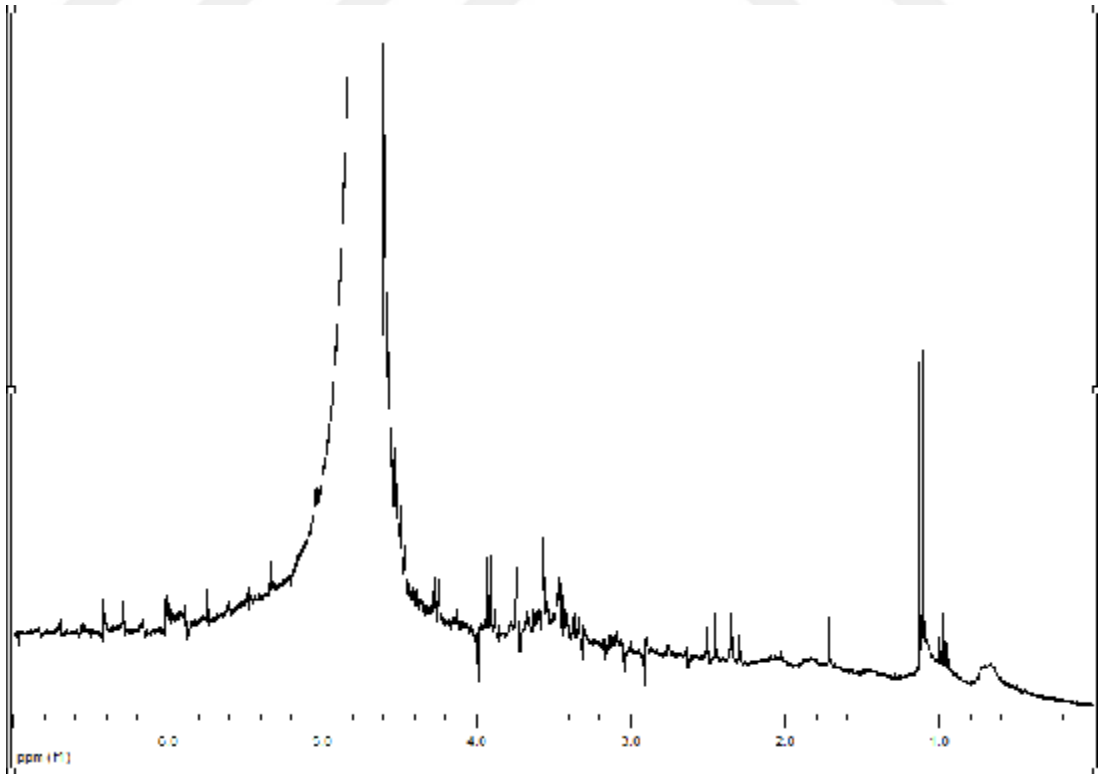
Şekil 4.27. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu



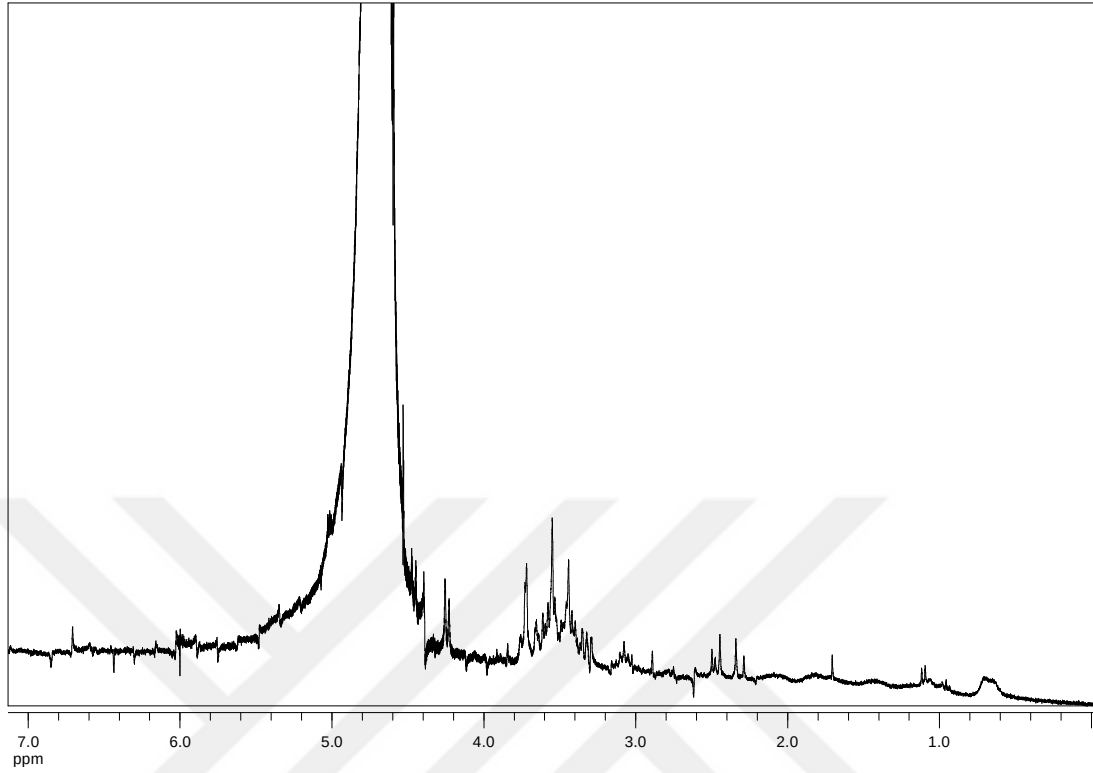
Şekil 4.28. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu



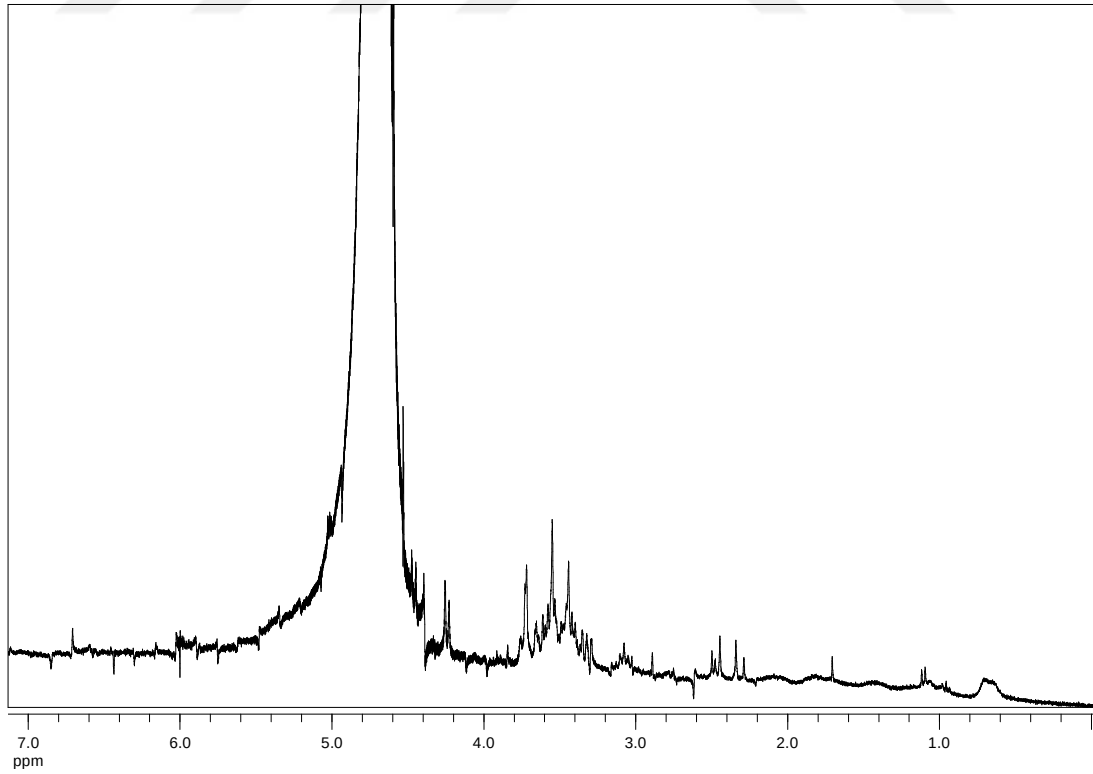
Şekil 4.29. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu



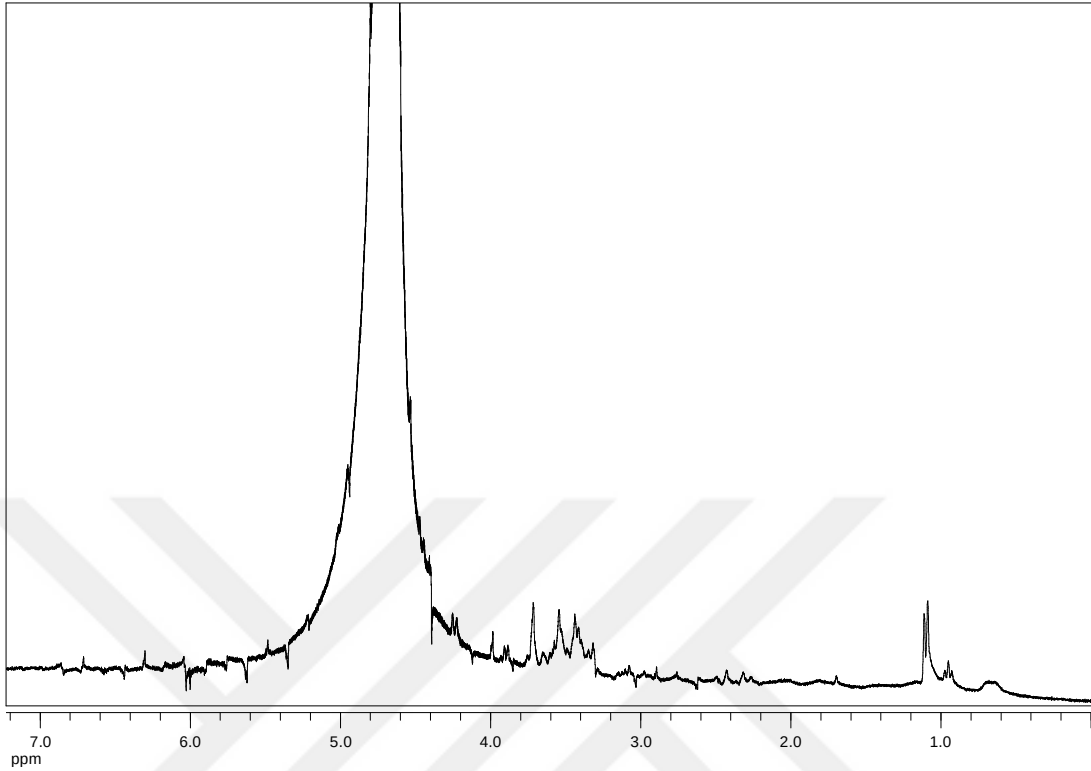
Şekil 4.30. C grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu



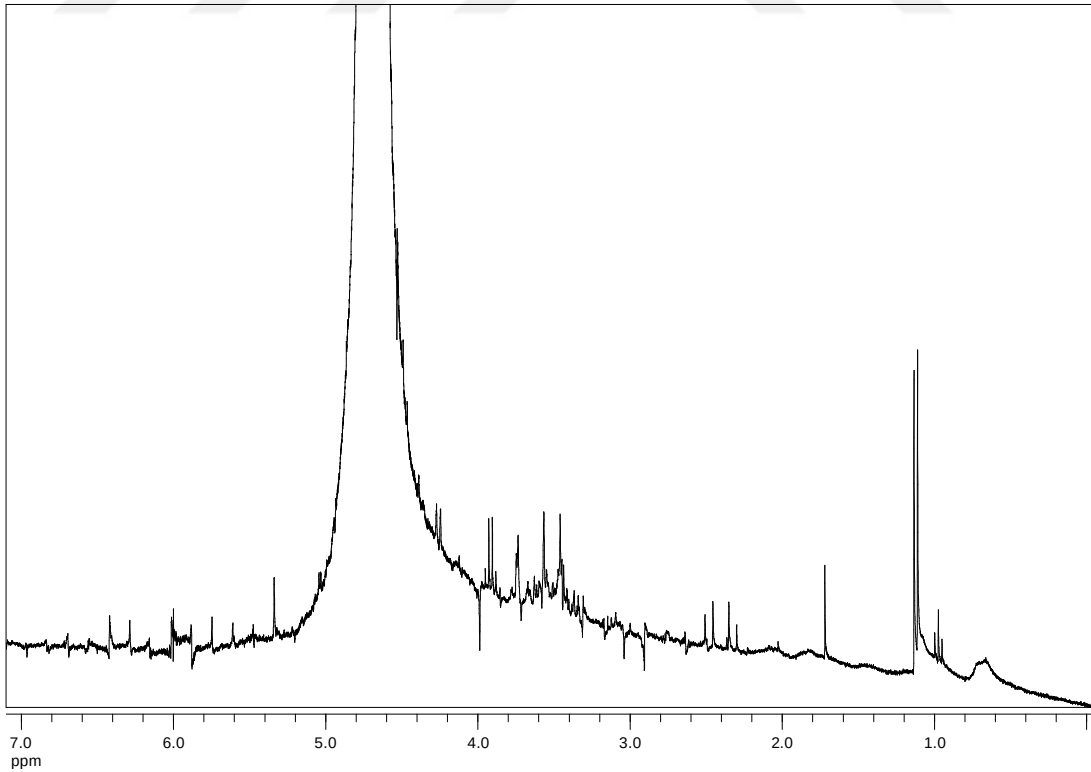
Şekil 4.31. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu



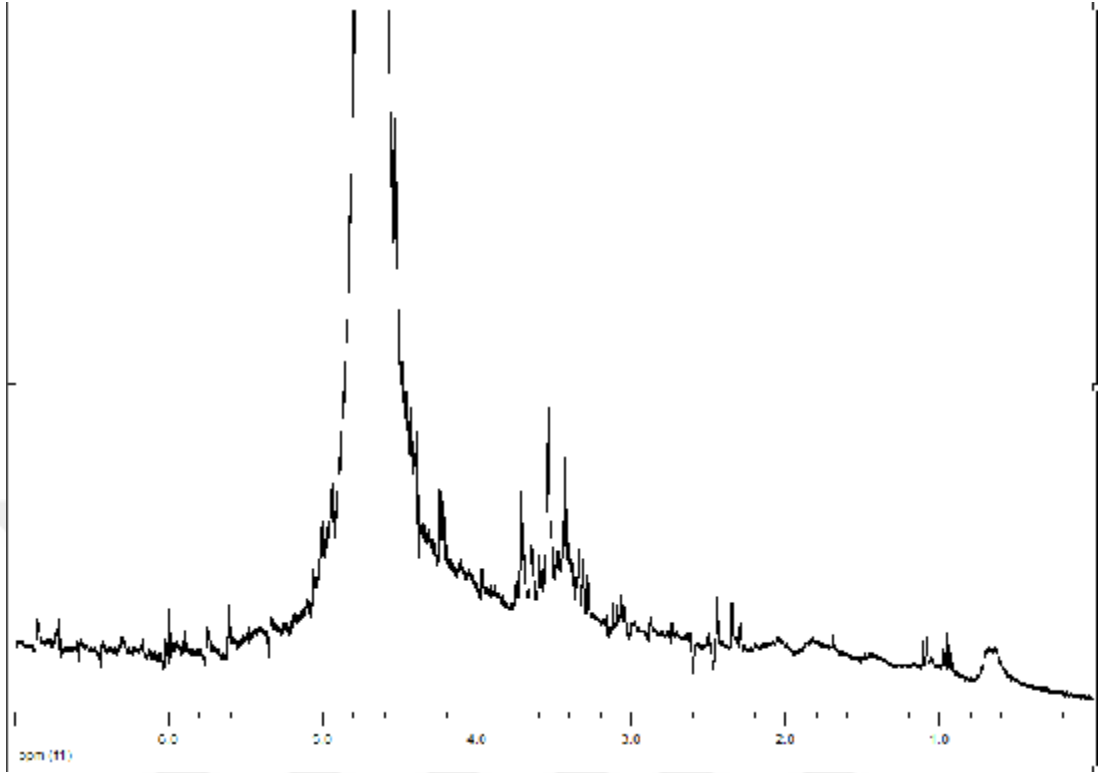
Şekil 4.32. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu



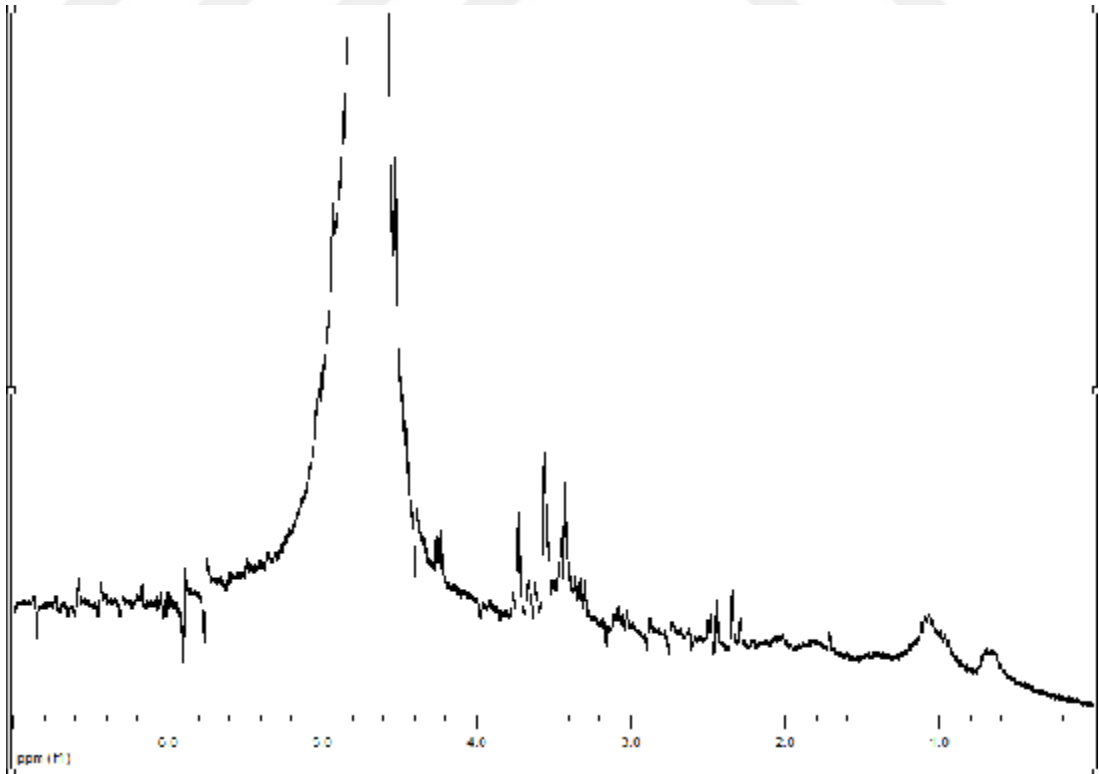
Şekil 4.33. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu



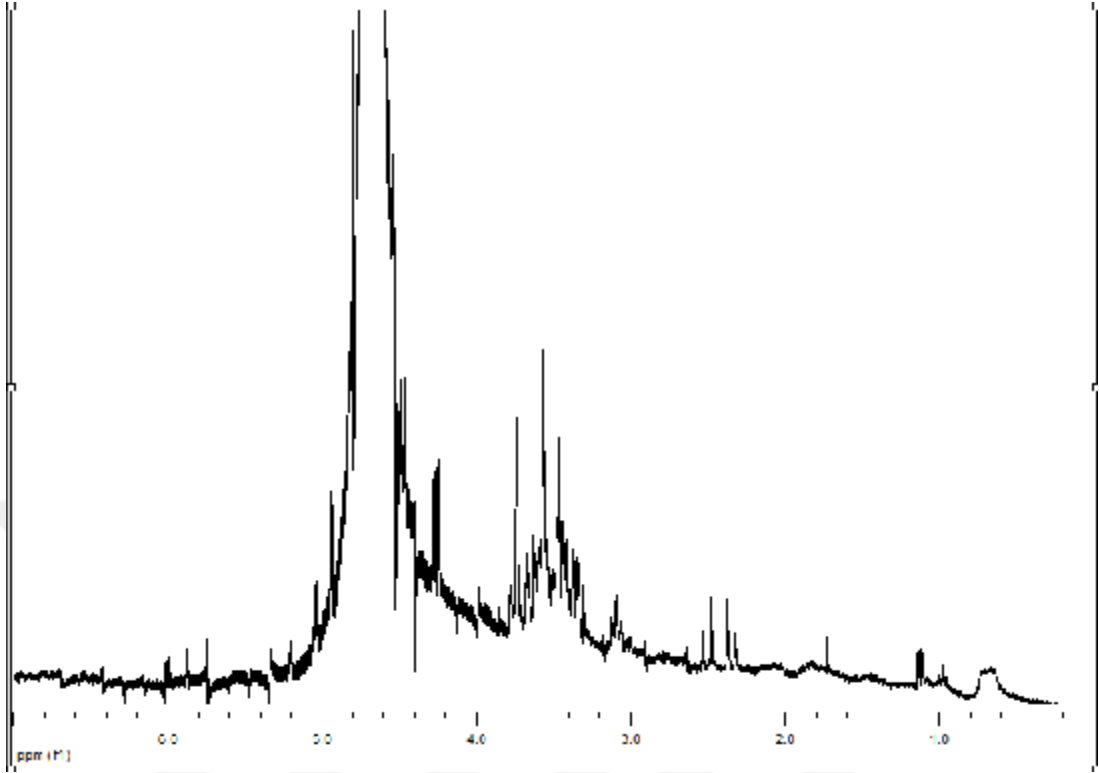
Şekil 4.34. D grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu



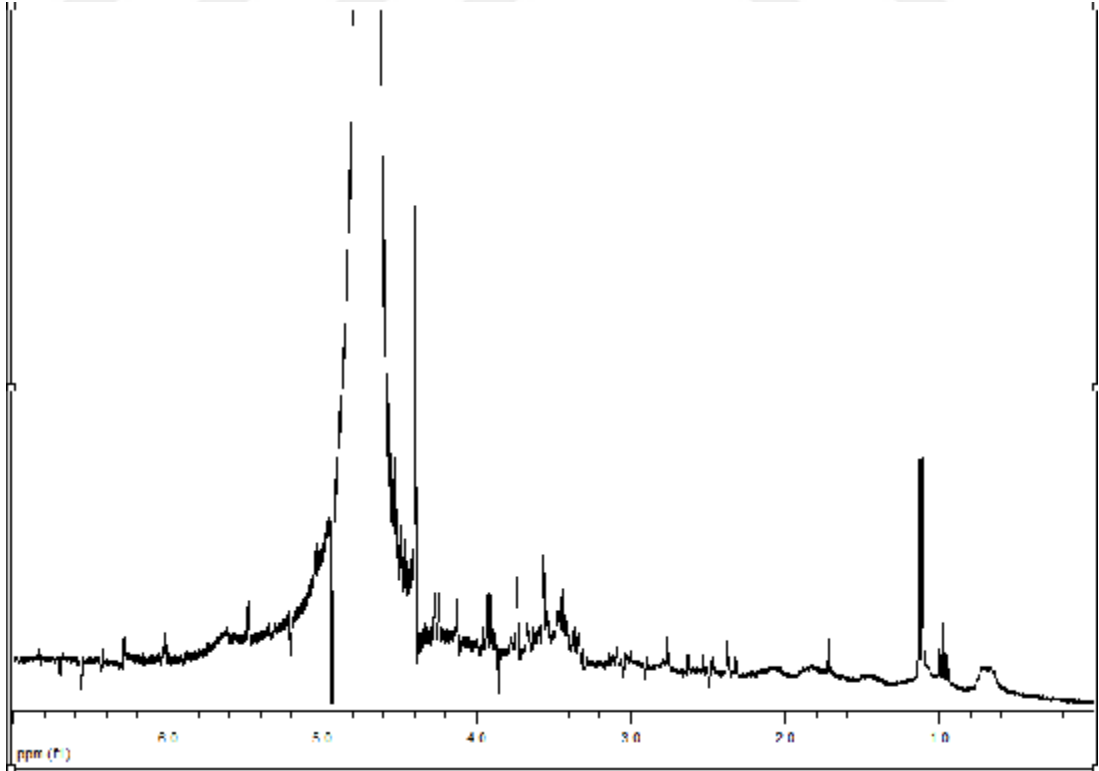
Şekil 4.35. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 1. günü spektrumu



Şekil 4.36. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 15. günü spektrumu



şekil 4.37. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 45. günü spektrumu



şekil 4.38. E grubuna ait Çerkez peynirlerinin depolamanın 90. günü spektrumu

Çalışmada kullanılan Çerkez Peynirlerinin ^1H NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) spektrumları serbest amino asitlerin, organik asitleri ve yağ asitleri ile kombinasyonu şeklinde görülmektedir. Ayrıca amino asitlerin çözelti içerisine alınmasını sağlamak için fosfat tamponu kullanılarak hazırlanmış D_2O çözeltisinin de serbest amino asitlerin rezonans olduğu bölgeye yakın ppm'de pik vermesi spektrumların yorumlanması açısından sıkıntı yaratmıştır.

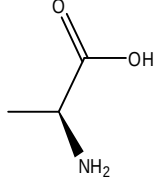
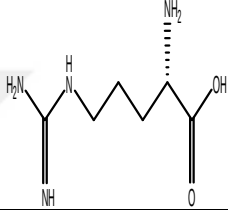
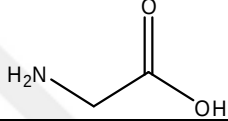
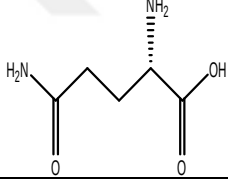
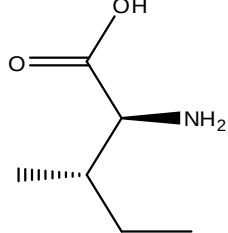
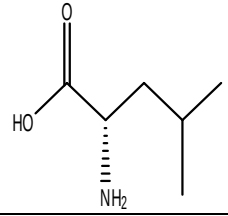
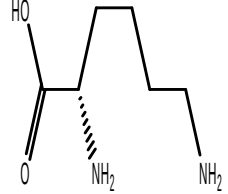
Alınan ^1H NMR spektrumları çok kompleks ve piklerin güçlü bir overlapları yani çakışması şeklinde meydana gelmektedir. Bu nedenle serbest amino asitlerin kantitatif olarak değil de kalitatif analizlerinin yapılması mümkün olmuştur.

Laktat peynirin yapım aşamasında süt şekeri olarak bildiğimiz laktozun fermentasyonunun ana ürünü olmasından dolayı NMR spektrumlarında en belirgin gözlenen bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. Spektrumlara bakıldığında ise laktatın 1.11 ppm'de dublet olarak rezonansa geldiği görülmektedir.

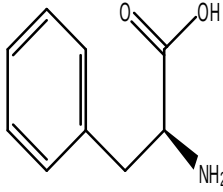
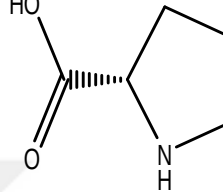
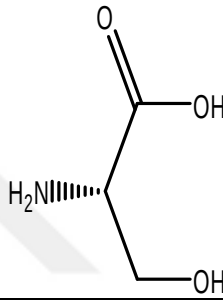
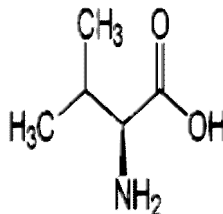
Tüm spektrumlara bakıldığında ise analizi yapılan peynirlerin laktik asit fermentasyonunun olgunlaşma aşamasında 90. günde alınan spektrumlarda en belirgin olduğu gözlenmektedir.

Proteoliz peynirlerin olgunlaşmasında anahtar bir olaydır ve tat oluşumunda önemli rol oynar. Proteoliz peynir olgunlaşmasının çeşitli aşamalarında görülür. Endopeptidazların kombinasyonu, ikincil pıhtılaşma aktivitesi, starter bakteri, ikincil mikroflora ve plasmin gibi süt proteinazları, peynir proteinlerinin parçalanmasında, yapı ve tekstütün değişmesinde rol oynarlar. Aminoasitler peynirde lezzet bileşenlerini oluşturur, bunlar uçucu tat bileşenlerinin ilk komponentleridir (Uysal ve ark., 1996). Organik asitler ester formlarında yani laktat, sitrat ve asetat olarak rezonansa gelmektedir. Gözlenebilecek serbest amino asitler Çizelge 4.40'da ve organik asitler Çizelge 4.41'de kimyasal kaymaları ve açık molekül formülleri ile birlikte verilmektedir.

Çizelge 4.40. Çerkez peynirlerinde gözlenen serbest aminoasitler

Amino Asitler	Bileşiğin Kısaltması	Kimyasal Kayma $\delta^1\text{H}$ (ppm)	Multiplicity (Yarılma)	Grup	Bileşiğin Molekül Yapısı
Alanin	Ala	1.45 3.75	<i>d</i> <i>q</i>	$\beta\text{-CH}_3$ $\alpha\text{-CH}$	 (S)-2-aminopropanoic acid
Arginin	Arg	~1.60-1.80 3.29 3.5	<i>m</i> (overlap) <i>t</i> <i>m</i>	$\beta, \beta'\text{-CH}_2$ $\delta\text{-CH}_2$ $\alpha\text{-CH}$	 Glycine
Glisin	Gly	3.54	<i>s</i>	$\alpha\text{-CH}$	
Glutamin	Glu	2.2 3.71	<i>d - t</i> <i>dd (t)</i> broad	β ve γ -CH_2 $\alpha\text{-CH}$	
Isolösin	Ile	~0.7 ~1.05 1.82 3.65	<i>t</i> (overlap) <i>m</i> (broad) <i>m</i> (overlap) <i>m</i> (overlap)	$\delta\text{-CH}_3$ $\gamma\text{-CH}_3$ $\beta\text{-CH}$ $\alpha\text{-CH}$	
Lösin	Leu	~0.7-0.8 ~1.5 ~1.8 ~3.7	<i>d</i> (overlap) <i>m</i> (broad) <i>m</i> (overlap) <i>m</i> (overlap)	$\delta, \delta'\text{-CH}_3$ $\gamma\text{-CH}$ $\beta\text{-CH}_2$ $\alpha\text{-CH}$	
Lisin	Lys	~1.9 ~3.05 ~3.75	<i>m</i> <i>t</i> <i>t</i>	$\beta\text{-CH}_2$ $\epsilon\text{-CH}_2$ $\alpha\text{-CH}$	

Çizelge 4.40. Devamı

Fenilalanin	Phe	~3.3 ~4.0 ~6.7-6.9	<i>dd</i> <i>dd(t)</i>	β -CH ₂ α -CH halka- CH	
Prolin	Pro	1.95 ~2.0 ~3.4 ~4.2-4.3	<i>m</i> <i>m</i> <i>t-m</i> <i>dd(t)</i>	γ - CH ₂ β -CH ₂ δ - CH ₂ α -CH	
Serin	Ser	~3.8 ~4.0	<i>dd</i> <i>d</i>	α -CH β -CH ₂	
Valin	Val	~0.7-0.9 ~1.5 ~1.8	<i>d</i> <i>d</i> <i>Unresolved</i> (çözümleme miş)	γ, γ' - CH ₃ α -CH β -CH	

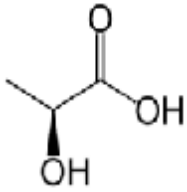
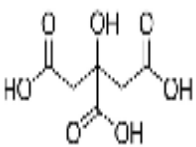
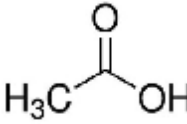
Analizi yapılan Çerkez Peynirlerinde gözlenen serbest amino asitler alanin, arginin, glisin, glutamin lösin, isolösin, lisin, fenilalanin, prolin, serin ve valin olarak çeşitlenmiştir. Katsiari ve ark. (2000) tarafından Feta peynirlerinde serbest aminoasitler olarak alanin, arjinin, glisin, glutamin, lösin, lisin, fenilalanin, serin ve valin tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda serbest aminoasitlerin miktarlarının depolamanın 40. ve 60. günlerden sonra oluştuğunu bazı aminoasitlerin ise 240. günlerde oluştuğunu göstermiştir (Katsiari ve ark.,2000). Curtis ve ark. (2000) tarafından NMR çalışması ile Grana Padano peynirinin aminoasit profilinin incelendiği çalışmada aspartik asit, glutamik asit, laktat, asparajin, fenilalanin, glisin,

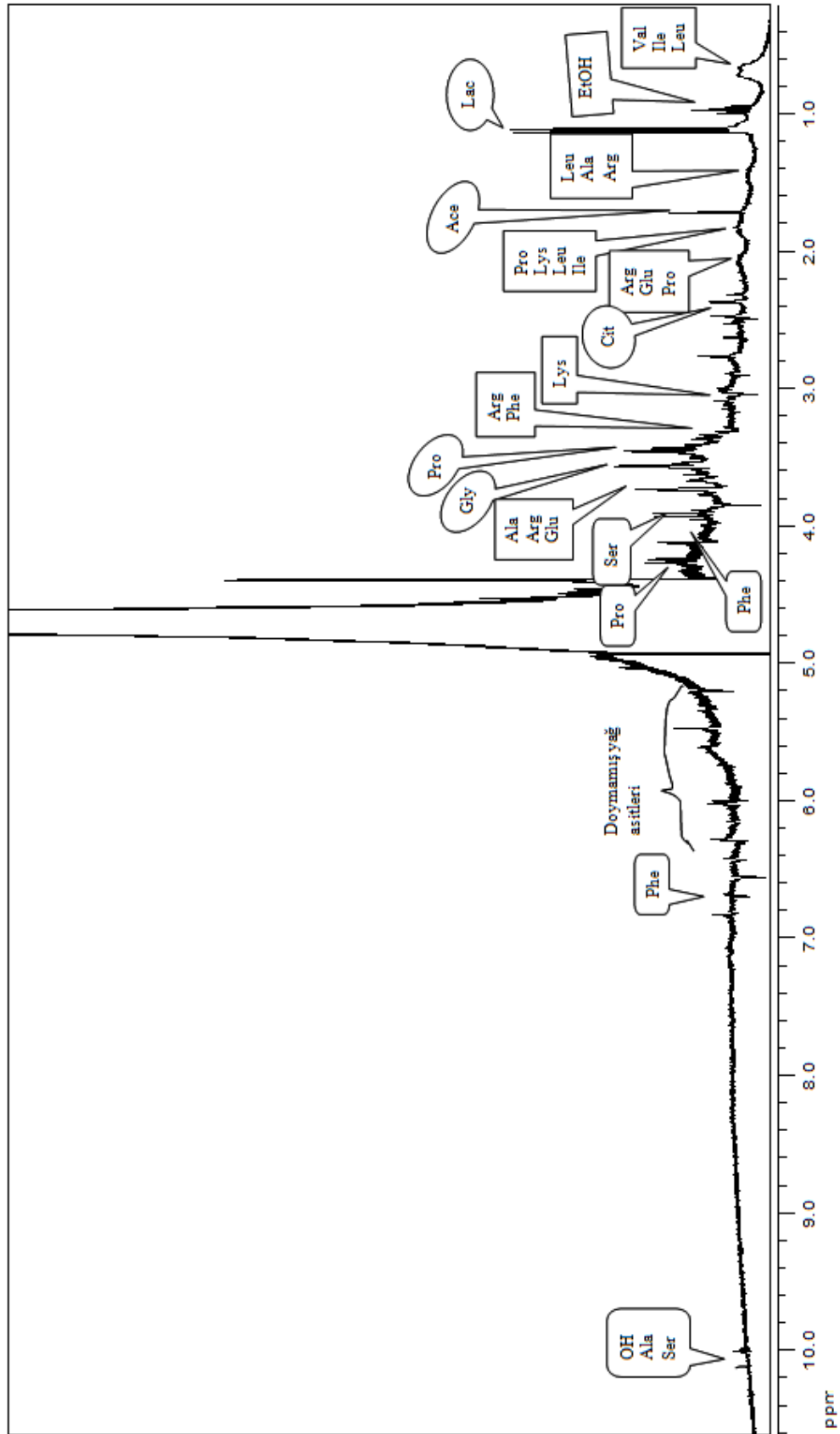
glutamin, izolösin, histidin, lösin, lisin, methionin, prolin, serin, treonin ve valin tespit edilmiştir.

Çerkez peyniri örneklerinde amino asitlerin yanı sıra peynirin asıl olgunlaşma aşamasını gösteren organik asitler olan laktik asit, sitrik asit ve asetik asit ^1H NMR spektrumlarında en çok göze çarpan pikler olarak gözlenmektedir.

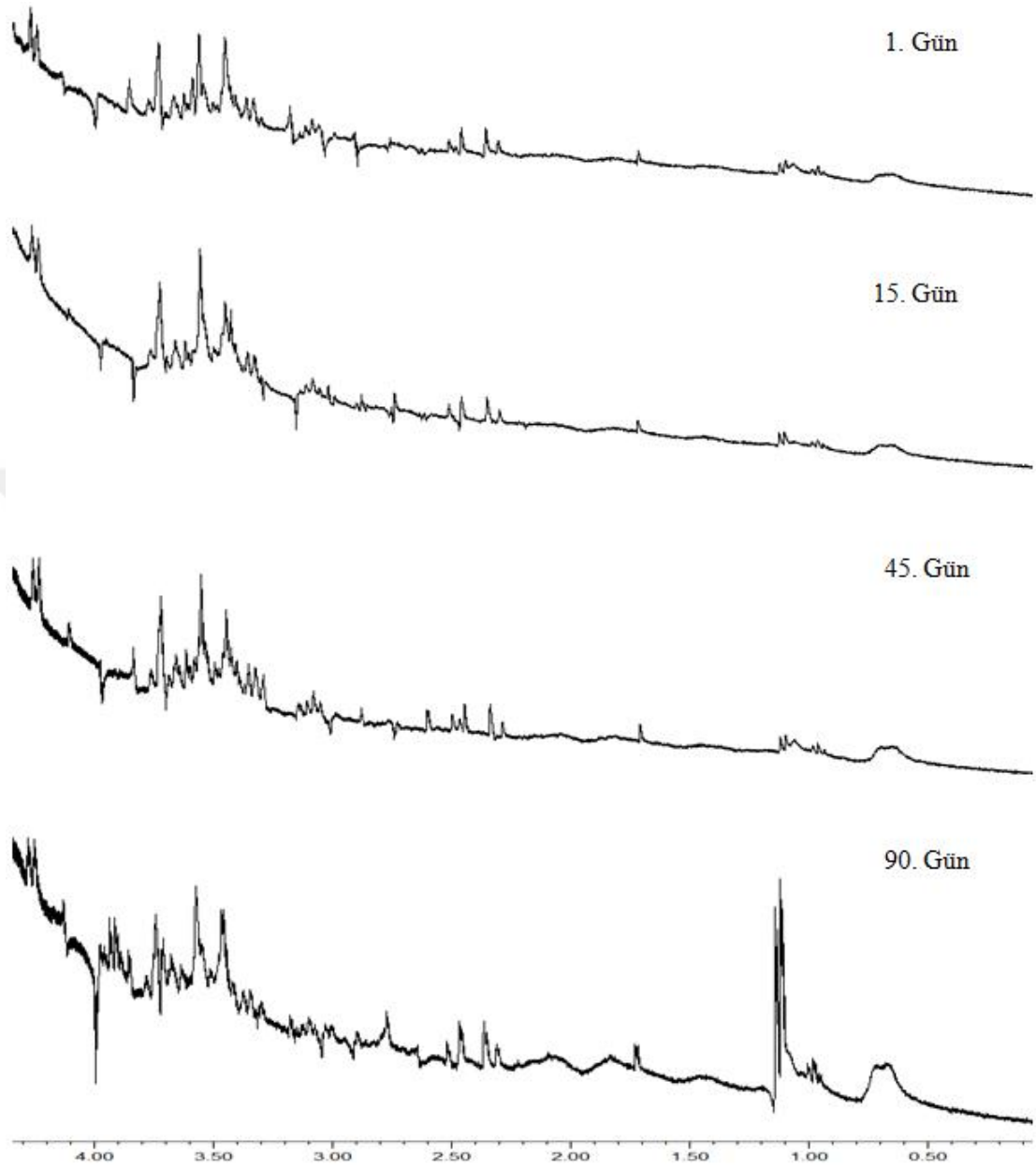
Analizi yapılan Çerkez peyniri örneklerinde gözlemlenen serbest amino asitler ve organik asitlerin ^1H NMR spektrumu Şekil 4.39’da verilmiştir. Şekil 4.40-Şekil 4.44’de depolama süresince Çerkez peynirlerinden elde edilen spektrumlar karşılaştırılarak verilmiştir. Şekil 4.45’de depolamanın sonunda Çerkez peyniri örneklerinin spektrumları karşılaştırılarak verilmiştir.

Çizelge 4.41. Çerkez peynirlerinde gözlenen organik asitler

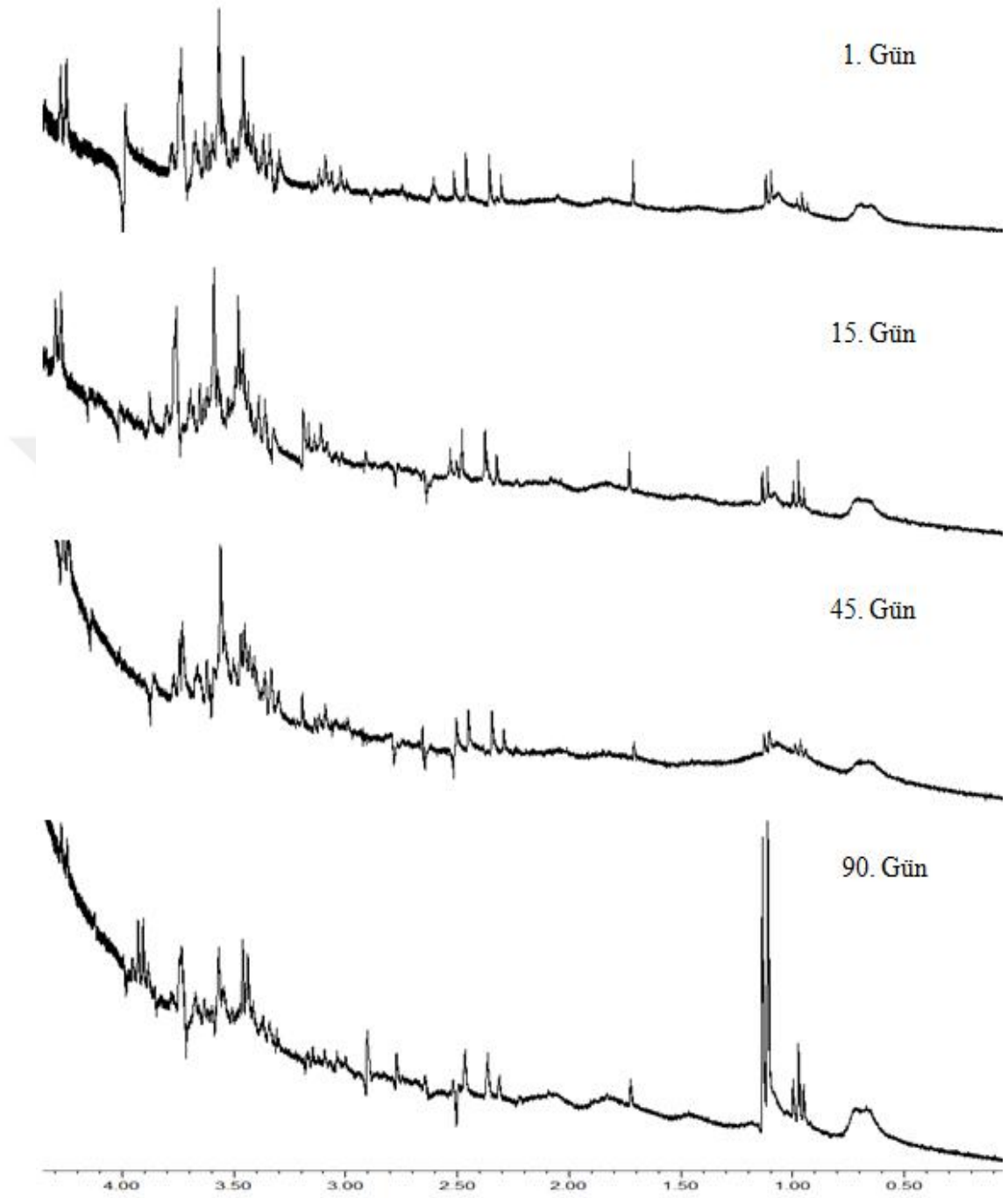
Organik Asitler	Bileşiğin Kısaltması	Kimyasal Kayma $\delta^1\text{H}$ (ppm)	Multiplicity (Yarılma)	Grup	Bileşiğin Molekül Yapısı
Laktik Asit	Lac	1.11 3.90	<i>d</i> <i>q</i>	$\beta\text{-CH}$ $\alpha\text{-CH}$	
Sitrik asit	Cit	2.31 2.47	<i>d</i> <i>d</i>	-CH_2 -CH_2	
Asetik Asit	Ace	1.70	<i>s</i>	-CH_3	



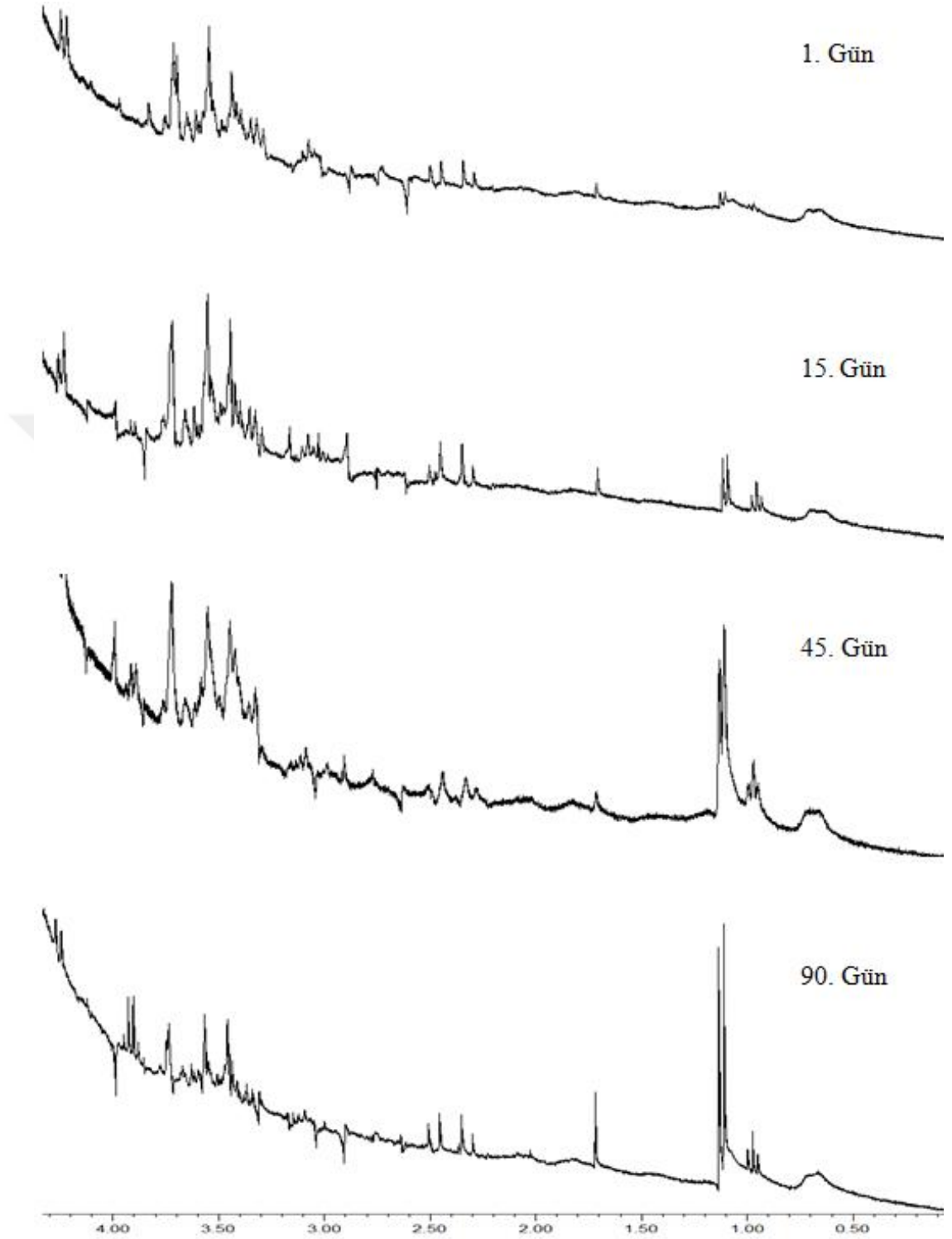
Şekil 4.39. Analizi yapılan Çerkez peynirlerinde gözlenen serbest amino asitler ve organik asitler



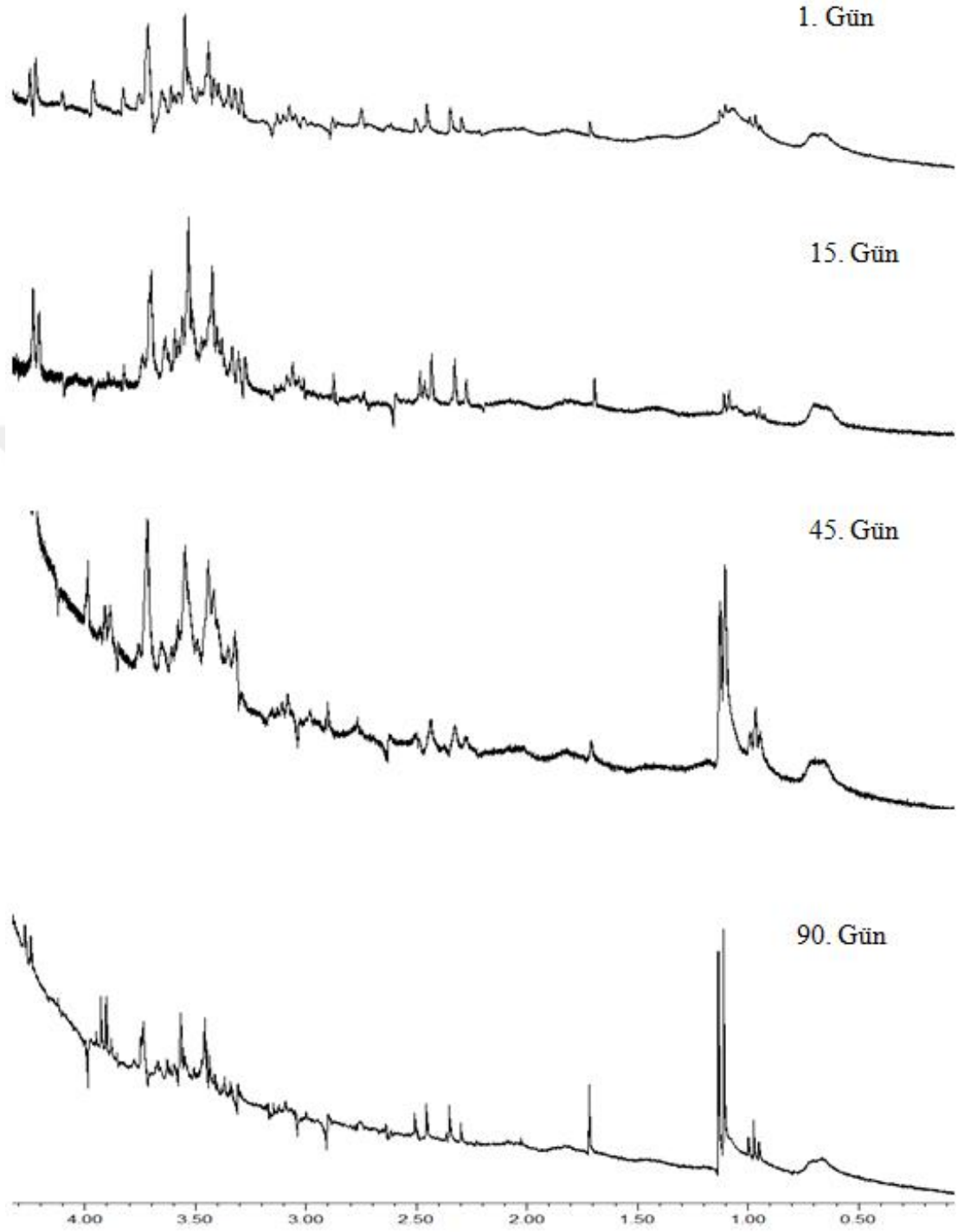
Şekil 4.40. Depolama süresi boyunca A örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri



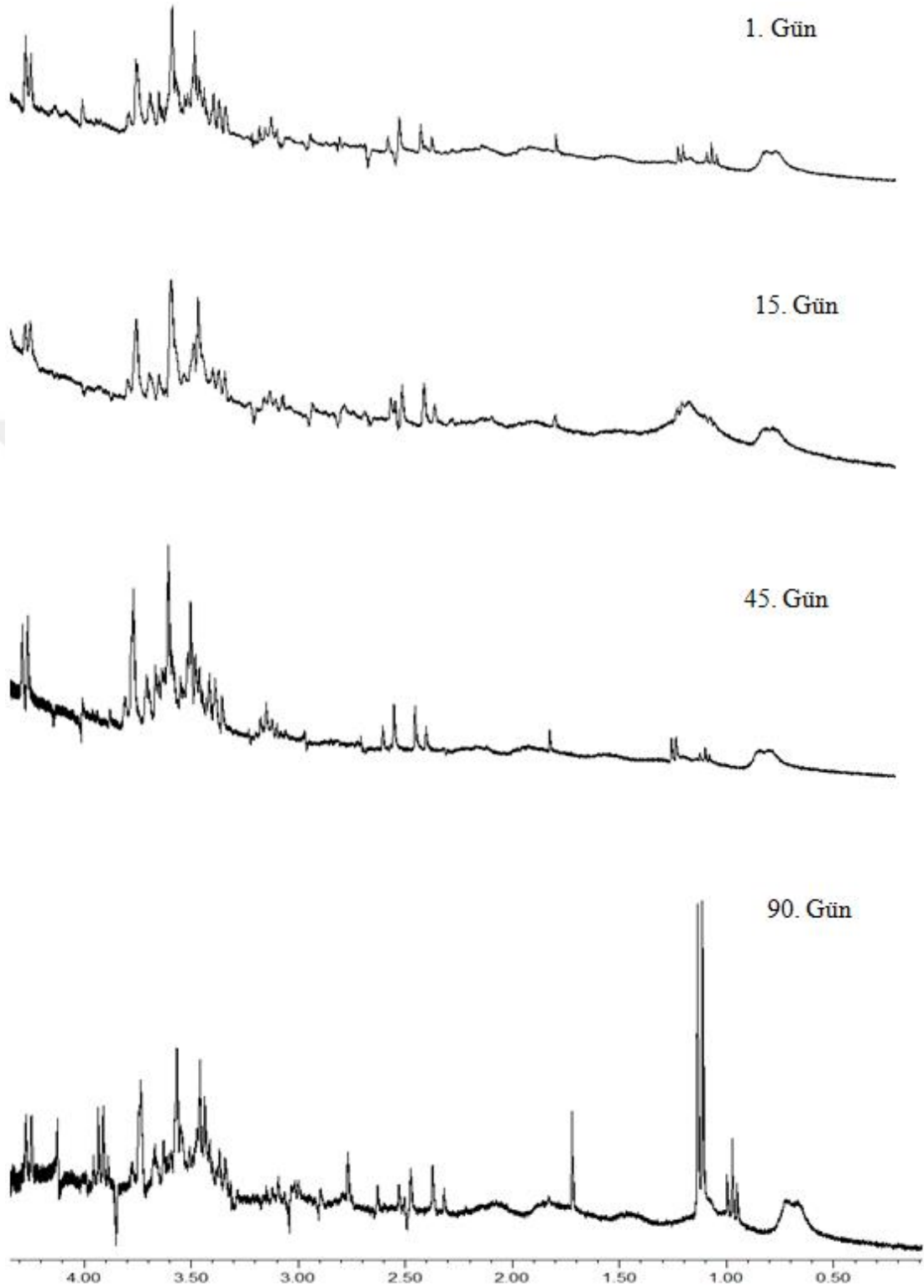
Şekil 4.41. Depolama süresi boyunca B örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri



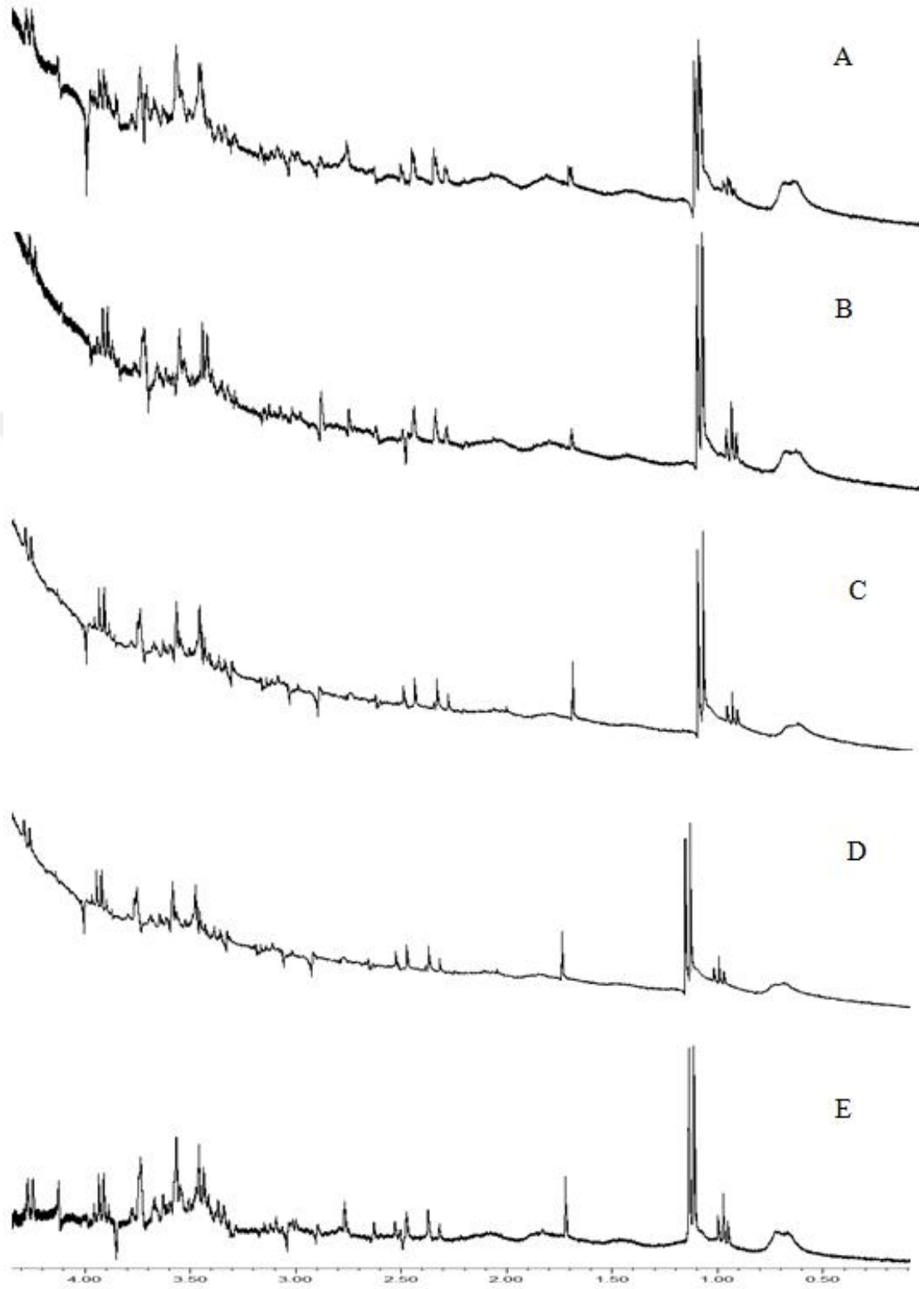
Şekil 4.42. Depolama süresi boyunca C örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri



Şekil 4.43. Depolama süresi boyunca D örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri



şekil 4.44. Depolama süresi boyunca E örneğine ait nükleer manyetik rezonans pikleri



Şekil 4.45. Depolamanın sonunda Çerkez peynirlerinin nükleer manyetik rezonans pikleri

Şekil 4.40’da izlendiği gibi kontrol peynirinde laktik asit ve etil alkol seviyesinde depolamanın sonunda diğer günlere kıyasla artış olduğu laktik asit ve etil alkol piklerinden gözlenmiştir. Valin, izolösün ve lösün aminoasitlerine ait pikler depolama süresince yükselmiş özellikle depolama süresinin sonunda bu aminoasitlere ait piklerde 45. günden sonra daha fazla artış görülmüştür. Depolamanın ilk gününe kıyasla depolama sonunda sırasıyla 1.70 ppm seviyesinde gözlenen asetik asit piki artmıştır. Arginin, alanin, glutamin pikleri depolamanın tüm dönemlerinde birbirine yakınlık göstermiştir. 4 ppm’de dublet olarak gözlemlenen fenilalanin ve serin pikleri ile ~4.2-4.3 ppm’de yine dublet olarak görülen serin pikleri depolama süresinin sonunda daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.41’de CaCl_2 ikamesi ile elde edilen Çerkez peynirlerinde 0.7-0.9 ppm aralığında görülen lösün, izolösün ve valin piklerinin depolamanın 45. gününden sonra artış gösterdiği görülmüştür. Diğer aminoasitlere ait pikler ve sitrik asit piki depolama süresince benzerlik göstermiştir. Laktik asit pikinde depolamanın 45 günü süresince fazla bir artış yokken, 90. günde ani bir artış söz konusudur. Bu nedenle laktik asit bakterilerinin 45. günden sonra aktivitesinin arttığı tahmin edilmiştir.

Şekil 4.42’de %25 oranında Şekil 4.43’de %50 oranında KCl ile ikame edilen Çerkez peynirlerinin ^1H NMR spektrumları verilmiştir. C örneğinde lösün, izolösün ve valin pikleri depolamanın 15. gününden itibaren artarken, D örneğinde depolama süresince önemli bir artış gözlenmemiştir. D örneğinde 3.8-4.0 ppm’de gözlenen serin aminoasiti depolamanın 45. gününde artmaya başlamış, C örneğinde ise 15. günden itibaren artış gözlemlenmiştir. Bu durum %25 KCl ilave edilen peynirlerde proteolitik parçalanmanın daha erken başladığını göstermiştir. Düşük KCl seviyesinin proteolitik enzimleri aktive etmiş olabileceği tahmin edilmiştir. C örneğinde laktik asit seviyesi 45. günde yükselmiş, 90. günde artışın daha belirgin olduğu görülmüştür. Benzer şekilde 1.70 ppm’de singlet olarak karşılaşılan asetik asit piki 15. günden itibaren artmaya başlamış, 90. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. D örneğinde ise laktik asit piki 45. günden sonra artmış sitrik asit piki değişim göstermemiştir. KCl oranı artmasının olgunlaşmayı geciktirdiği düşünülmüştür. %25 oranında KCl ile ikame edilerek tuzlama yapıldığında heterofermentatif laktik asit bakterilerinin geliştiği ve buna bağlı olarak laktik asit ve

asetik asit seviyesinin arttığı düşünülmüştür. C örneğinde sırasıyla 3.40 ve 3.71 ppm’de multipler olarak karşılaşılan prolin ve glutamik asit piklerinde depolama süresi boyunca azalma gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak laktik asit bakterilerinin prolin ve glutamik asidi azot kaynağı olarak kullanmış olabilecekleri düşünülmüştür. Çünkü laktik asit bakterileri gelişmeleri için ekzogen aminoasitlere ihtiyaç duyarlar. Laktokoklar glutamik aside ihtiyaç duyarken bazı suşlar prolin, fenilalanin ve sisteine gereksinim duyarlar (Kılıç, 2001).

Şekil 4.44’de E örneğinin nükleer manyetik rezonans spektrumu verilmiştir. Depolama süresinin 45. gününden sonra valin, izolösin, lösin ve laktik asit pikleri artış göstermiştir. Asetik asit piki depolama süresinin sonunda artmıştır. Sitrik asit piki depolama sırasında değişim göstermemiştir. 4.00 ppm’de gözlenen fenilalanin piki diğer günlerde çok küçük iken, 90. günde net bir şekilde artmıştır. 3.05-4.3 ppm aralığında gözlenen alanin, arginin, glisin, glutamin, izolösin, lösin, lisin, prolin ve serin aminoasitlerine ait piklerin depolama süresince arttığı gözlenmiştir.

Şekil 4.45’den görüleceği üzere 1.11 ppm’de dublet olarak karşılaşılan laktik asit piki en yüksek B örneğinde tespit edilmiştir. Kalsiyum klorür ikame edilerek tuzlanan peynirlerde kalsiyumun tamponlama kapasitesini etkilemesi ve laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmesinin bu durumla karşılaşılmamasına neden olduğu düşünülmüştür. 1.70 ppm’de belirlenen asetik asit piki C, D ve E örneklerinde kontrol ve B peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. KCl ve MgCl₂ ikamesi ile tuzlanan peynirlerde heterofermentatif laktik asit bakterilerinin daha fazla geliştiği ve buna bağlı olarak asetik asit piklerinin yükseldiği tahmin edilmiştir. Bir kısım heterofermentatif laktik asit bakterileri ise Asetil - P’yi ya kısmen ya da tamamen asetik asite dönüştürebilmektedir (Çon ve Gökalp, 2000). C, D ve E grup peynirlerde sitrik asit piki depolamanın sonunda diğer örneklere kıyasla daha düşük tespit edilmiştir. Heterofermentatif laktik asit bakterilerinin bu gruplarda daha çok gelişerek sitrik asiti fermente etmeleri sonucunda sitrik asit piklerinin daha düşük bulunduğu tahmin edilmiştir. 3.29- 4.00 ppm aralığında gözlenen prolin, serin, fenilalanin, lisin, lösin, izolösin, glutamin, glisin, arginin ve alanin pikleri E peynirlerinde daha yüksek piklere sahip olmuştur. Bunun nedeninin magnezyumun

proteolitik enzimlerin aktivitesini arttırmasına bağlı olarak proteolizi teşvik etmesi düşünülmüştür.

4.4.17.Çerkez Peynirlerinin Tekstür Analizleri

Peynir örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kırılgenlik, lifli yapı, esneklik ve deformasyon özellikleri değerdendirilmiştir.

4.4.17.1. Sertlik (Hardness)

Sertlik peynire azı dişlerin nufuz edebilmesi için gerekli kuvveti ifade eder (Chen ve ark., 1979). Peynirlerin asitliği, tuz içeriği, mineral madde kompozisyonu gibi faktörler peynirlerin sertlik özellikleri etkilemektedir. Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait sertlik değerdlerinin 90 günlük değışim değerdleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.42’de ve bu değerdlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.42. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sertlik değerdleri (g) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	1658.8±132.7a ^L	2214.7±79.9b ^M	2390.0±341.6b ^N	2162.3±166.7b ^L
B	2211.8±155.0a ^M	2095.2±135.2a ^M	2170.0±183.8a ^{MN}	1745.1±48.2b ^{KL}
C	1905.7±147.8a ^L	1709.2±52.2a ^L	1669.3±71.6a ^{KL}	1576.3±365.6b ^K
D	1238.3±153.5a ^K	1419.0±99.2a ^K	1352.7±66.9a ^K	2066.0±152.2b ^L
E	1873.9±177.9a ^L	1773.0±175.5a ^L	1853.0±82.3a ^{LM}	1458.7±322.6b ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

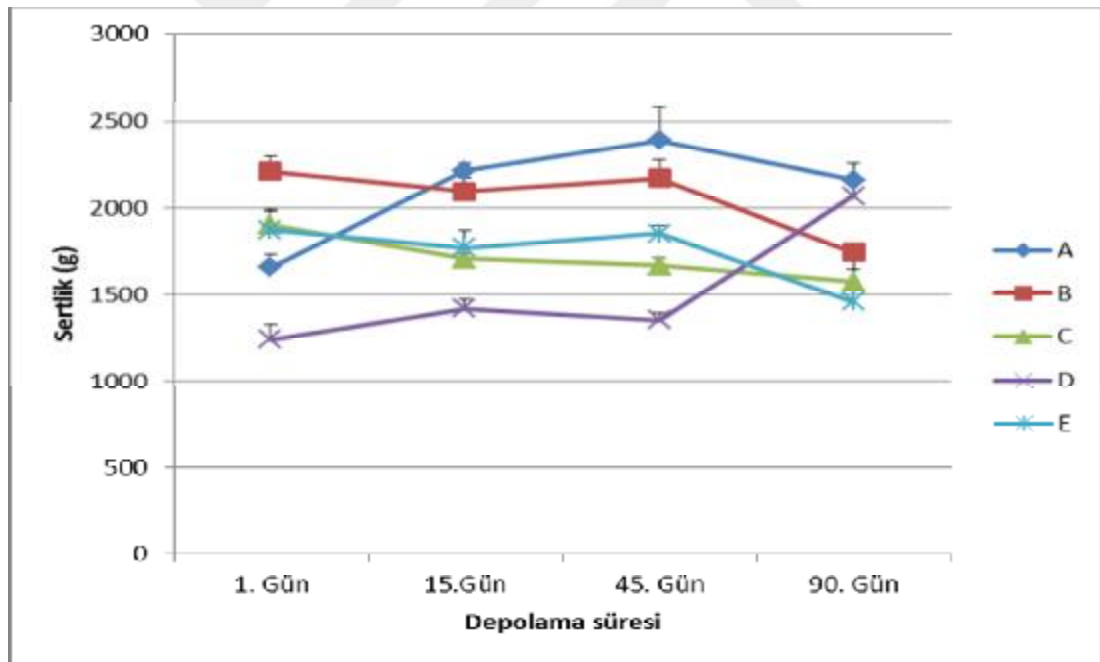
a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerdler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

K, L, M, N: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerdler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Çizelge 4.42’den görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı peynir örneklerinin sertlikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak

önemlidir ($p<0.05$). Aynı depolama dönemlerinde ikame tuzlarla tuzlanan Çerkez peynirlerinin sertlik değerleri birbirinden farklı tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında en yüksek sertlik değeri B grup peynirlerde görülmüş, depolama süresi boyunca azalma göstermiştir. Bu durumun kalsiyumun protein-protein interaksiyonlarını teşvik etmesi ve protein matriksinden serumun ayrılmasına bağlı olarak peynirin sıkılaşması ile açıklanabileceği düşünülmüştür (Pastorino ve ark., 2003). Depolama süresi boyunca kalsiyum yapıdan ayrıldığı için peynirin sertlik değerlerinde de azalma olduğu düşünülmüştür.

Ayyash ve ark. (2011), Fitzgerald ve Buckley (1985) ve Katsiari ve ark. (2000) sertlik üzerine ikame tuz kullanımının etkisini önemsiz bulmuştur. NaCl'ün KCl ile ikame edilmesi ile tuzlanan peynir gruplarında sertlik kontrol gurubundan farklılık göstermemiştir (Fitzgerald ve Buckley,1985).



Şekil 4.46. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan sertlik değerleri

Şekil 4.46'da görüldüğü gibi tüm peynir örneklerinin sertlik değerleri birbirine benzer bulunmuş depolama süresinin sonunda peynirlerin sertlik değerleri peynir örneklerinde artmıştır. Rennet olgunlaşmanın ilk ayında degradasyonda daha etkilidir. Serbest aminoasitlerin ve küçük çözünebilir proteinlerin meydana geldiği

olgunlaşmanın ikinci fazında ise starter proteinazları daha önemlidir (Laborda ve Rubiolo,1999). Starter kültür ve rennet ilave edilerek üretilen peynirlerde proteoliz ve kazein miktarının %65 kadar azalmasına bağımlı olarak sertlik azalmıştır (Ayyash ve ark., 2011; Katsiari ve ark., 1997,1998; Fitzgerald ve Buckley, 1985). Çerkez peyniri üretiminde starter kültür ilavesi olmadığı için proteolizin pastörizasyona dayanıklı mikroorganizmalar ve enzimler tarafından sınırlı düzeyde meydana geldiği düşünülmüştür. Ayrıca Çerkez peyniri asit ilave edilerek üretilen peynirlerden olduğundan dolayı depolama süresi boyunca peynirlerin sertlik değerlerinde az oranda düşme meydana geldiği düşünülmüştür. Magnezyum içeren salamuralarla tuzlanan peynirlerin sertlik derecesi ise en az bulunmuştur. Sodyum klorürün %50 oranında KCl ile ikame edildiği peynir örnekleri depolama süresinin sonunda sertlik değerleri en yüksek olan peynirler olmuştur. Bunun nedeni olarak %50 seviyesinde KCl ikamesi ile tuzlamanın proteolitik enzimleri inaktive etmesi düşünülmüştür.

Çizelge 4.43. Çerkez peynirlerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	735989.8	22.834	0.000**
Depolama süresi	3	34499.4	1.070	0.373
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	245205.1	7.608	0.000**
Hata	40	32231.9		

** : $p < 0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin sertlikleri üzerine ikame tuz kullanımı ve ikame tuz x depolama süresi interaksyonunun etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Depolama süresi Çerkez peyniri örneklerinin sertlik değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.43).

4.4.17.2. Dış Yapışkanlık (Adhesiveness)

Dış yapışkanlık ağız yüzeyine yapışan peynir örneğinin uzaklaştırılması için gerekli kuvveti ifade eder (Chen ve ark., 1979). Düşük sodyum içerikli Çerkez

peyniri örneklerine ait dış yapışkanlık değerlerinin 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.44’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.44’den görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı ve depolama süresinin peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Depolama süresinin tüm dönemlerinde peynirlerin dış yapışkanlık değerleri farklılık göstermiştir. Depolama süresinin sonunda E grup Çerkez peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri en yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak $MgCl_2$ içeren örneklerin daha fazla proteoliz olması düşünülmüştür.

Çizelge 4.44. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan dış yapışkanlık (adhesiveness) (mJ) değerleri (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.38±0.64a ^K	2.75±0.52a ^K	2.85±0.31a ^K	2.75±0.43a ^K
B	2.39±0.04a ^L	2.11±0.43a ^K	2.08±0.63a ^K	2.02±0.15a ^K
C	3.66±0.13a ^K	2.80±0.66ab ^K	2.00±0.17b ^K	2.25±0.80b ^K
D	2.19±0.26a ^L	2.74±0.57a ^K	2.71±0.81a ^K	2.60±0.07a ^K
E	1.61±0.79a ^L	3.14±0.93b ^K	4.95±0.53b ^L	5.03±0.60c ^L

A: NaCl, B: %25 $CaCl_2$ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 $MgCl_2$ / %75 NaCl

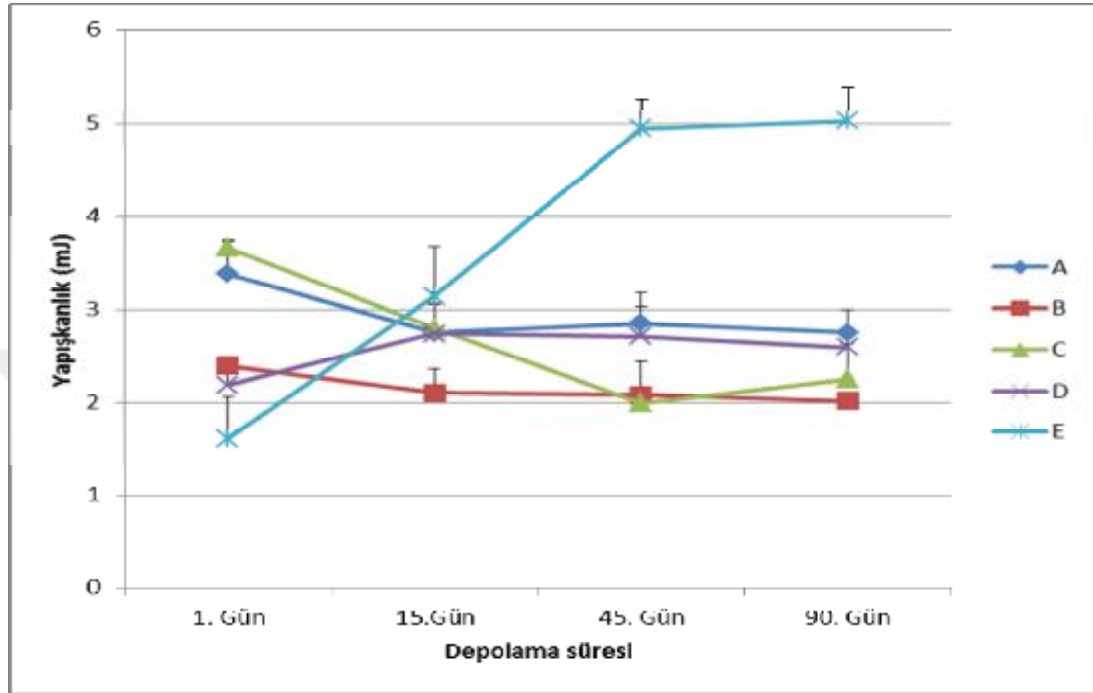
a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

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

Şekil 4.47’den izlendiği gibi C grup peynirlerin depolama süresince yapışkanlık değerleri azalma göstermiştir ($p<0.05$). Starter kültür ilave edilerek üretilen peynirlerde proteoliz ve serum fazındaki küçük peptitlerin artmasına paralel olarak yapışkanlık artmıştır (Ayyash ve ark, 2011). Ancak E örneği hariç Çerkez peyniri örneklerinde kuvvetli bir proteoliz depolamanın ilk 90 gününde meydana gelmediği için yapışkanlık değerlerinin artış göstermediği düşünülmüştür.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin yapışkanlıkları üzerine ikame tuz kullanımı ve ikame tuz x

depolama süresi interaksiyonunun etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Depolama süresinin etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$) (Çizelge 4.45).



Şekil 4.47. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan dış yapışkanlık değerleri

Çizelge 4.45. Çerkez peynirlerinin dış yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	3.961	12.271	0.000**
Depolama süresi	3	0.265	0.821	0.490
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	2.470	7.650	0.000**
Hata	40	0.323		

**, $p<0.01$ düzeyinde önemli

4.4.17.3. Esneklik (Resilience)

Esneklik peynire baş parmakla kuvvet uygulanıp, deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra esneklik (yaylanma) oranını ifade eder (Drake ve Gerard, 1999). Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait esneklik değerlerinin 90

günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.46 ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.46 ve Şekil 4.48’den görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı ve depolama süresinin peynir örneklerinin esneklik değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$). Aynı depolama döneminde tüm peynir gruplarının elastikiyet değerleri birbiri ile benzer bulunmuştur.

Isı asit etkisi ile elde edilen peynirlerden olan Çerkez peynirlerinin esneklik değerleri 0.149-0.169 arasında değişim göstermiştir. Terrincho keçi peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği çalışmada esneklik 0.81-0.98 arasında değişmiştir (Pinho ve ark., 2004). Yarı sert peynirlerin olgunlaşması üzerine *Mucor ssp.* ile yürütülen çalışmada kimozen ilave edilerek üretilen peynirlerin esneklik değerleri 0.20-0.47 arasında değişim göstermiştir (Zhang ve Zhao, 2010). Çerkez peynirlerinin esneklik değerlerinin maya peynirlerine göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak asit pıhtısında kazeinin kompleks yapısını kaybetmiş olmasından ve kalsiyum fosfat içermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Asit pıhtıları oldukça sert ve kırılabilir yapıya sahiptir (Koçak ve Güzel-Seydim, 2011).

Çizelge 4.46. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan esneklik (resilience) değerleri (n=3)

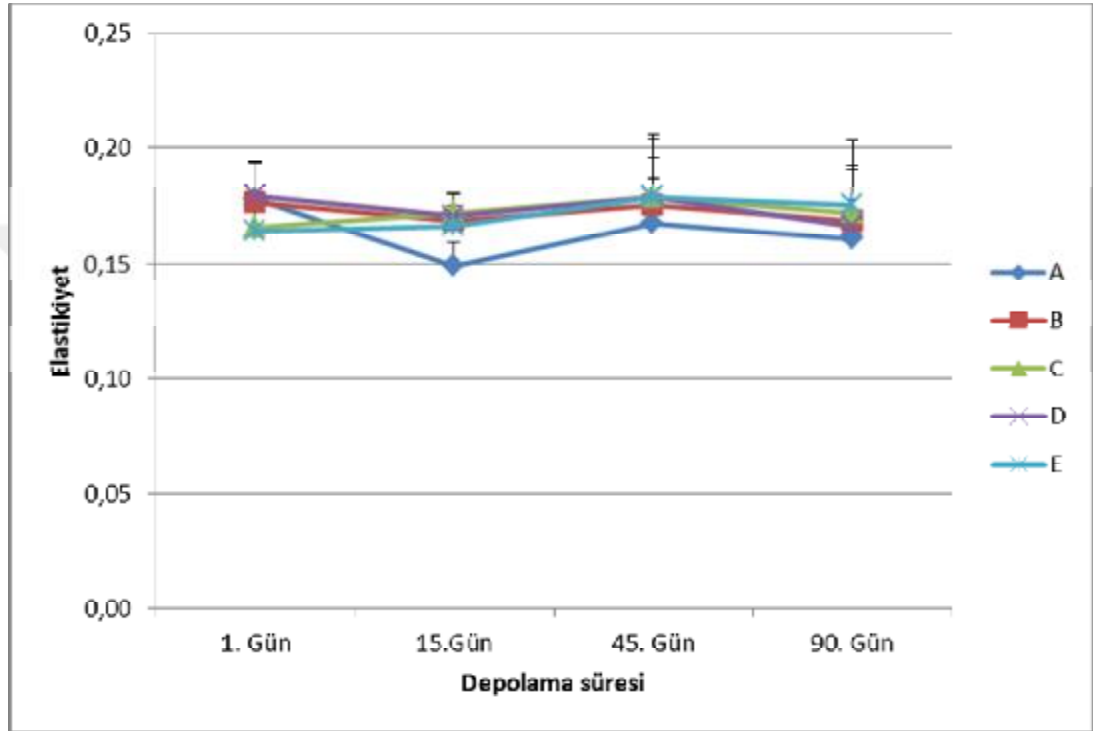
Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	0.178±0.027a ^K	0.149±0.018a ^K	0.168±0.019a ^K	0.161±0.010a ^K
B	0.177±0.030a ^K	0.169±0.020a ^K	0.176±0.031a ^K	0.169±0.035a ^K
C	0.166±0.027a ^K	0.172±0.013a ^K	0.179±0.017a ^K	0.172±0.020a ^K
D	0.179±0.025a ^K	0.171±0.016a ^K	0.179±0.027a ^K	0.167±0.011a ^K
E	0.164±0.017a ^K	0.167±0.014a ^K	0.179±0.025a ^K	0.176±0.015a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin yapışkanlıkları üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.47).



Şekil 4.48. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan esneklik değerleri

Çizelge 4.47. Çerkez peynirlerinin esneklik (resilience) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	0.000	0.371	0.828
Depolama süresi	3	0.000	0.639	0.594
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.000	0.267	0.991
Hata	40	0.000		

4.4.17.4. Lifli Yapı (Stringiness Length)

Lifli yapı peynirde ipliksi yapı uzunluğunu belirtir. Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait lifli yapı değerlerinin 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.48’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.49’de verilmiştir.

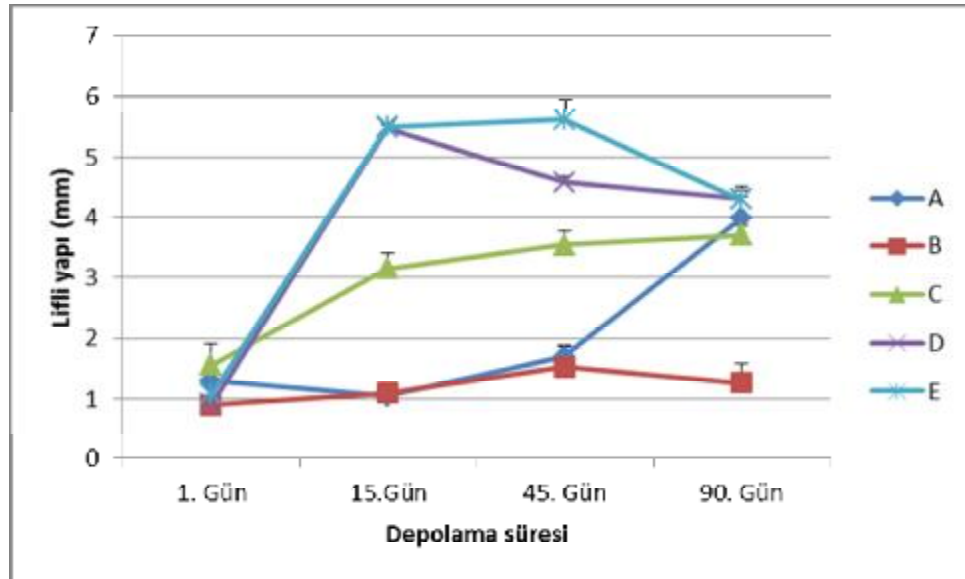
Çizelge 4.48. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan lifli yapı (stringiness length) değerleri (mm) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	1.30±0.37a ^K	1.04±0.30a ^K	1.70±0.32a ^K	3.98±0.83b ^L
B	0.90±0.14a ^K	1.10±0.29a ^K	1.54±0.57a ^K	1.27±0.55a ^K
C	1.56±0.61a ^K	3.15±0.45b ^L	3.54±0.39b ^L	3.71±0.27c ^L
D	0.91±0.13a ^K	5.49±0.06b ^M	4.58±0.18c ^M	4.31±0.05d ^L
E	1.07±0.31a ^K	5.51±0.12b ^M	5.62±0.54b ^N	4.30±0.36c ^L

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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



Şekil 4.49. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan lifli yapı değerleri

Çizelge 4.48 ve Şekil 4.49’da görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı ve depolama süresinin peynir örneklerinin lifli yapı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın ilk günü dışında tüm dönemlerinde Çerkez peyniri örneklerinin lifli yapı değerleri birbirinden farklı tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonunda en düşük lifli yapı değerine B grup peynirler sahip olmuştur. C, D ve E grup Çerkez peynirlerinin lifli yapı değerleri kontrol örnekleri ile benzer bulunmuştur. B örneklerinde asitliğin yüksek olmasına paralel olarak lifli yapı değerinin daha düşük bulunduğu tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.49. Çerkez peynirlerinin lifli yapı (stringiness length) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	18.662	118.477	0.000**
Depolama süresi	3	16.262	103.239	0.000**
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	5.077	32.232	0.000**
Hata	40	0.158		

** $p<0.01$ düzeyinde önemli

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin lifli yapısı üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksyonunun etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.49).

4.4.17.5. Elastikiyet (Springiness)

Elastikiyet peynire basınç uygulandıktan sonra geri dönen toplam miktarı belirtir (Aday ve ark., 2010). Gıdaların elastik veya plastik olarak sınıflandırılmasını sağlayan elastikiyet, gıda maddesinin dişler arasında sıkıştırıldıktan sonra eski haline dönüşümünü ifade eder. Düşük kalsiyum ve fosfor içeren peynirlerin elastikiyet değerleri yüksek kalsiyum ve fosfor içeren peynirlere göre daha düşüktür (Chen ve ark, 1979).

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait elastikiyet değerlerinin 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.50’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.50’den görüldüğü gibi Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımının peynir örneklerinin elastikiyet değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$). Tüm peynir gruplarının elastikiyet değerleri aynı depolama dönemlerinde kontrol gurubu ile benzer bulunmuştur. Kontrol gurubu

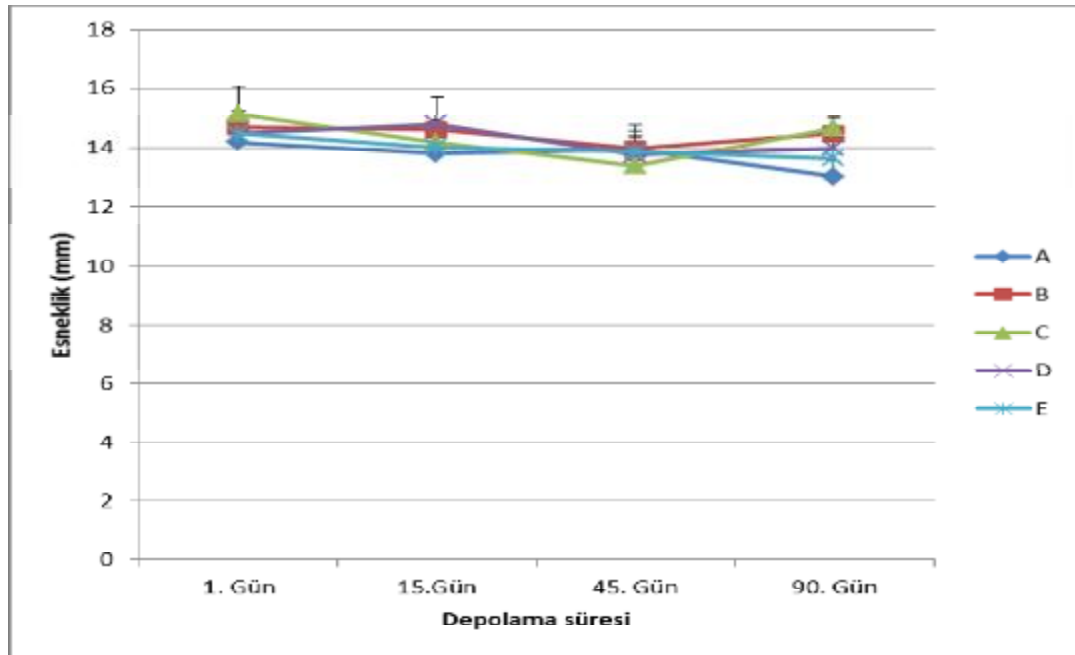
Çizelge 4.50. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan elastikiyet (springiness) değerleri (mm) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	14.18±1.08a ^K	13.80±1.02a ^K	13.80±0.71a ^K	13.04±0.86a ^K
B	14.71±0.48a ^K	14.61±0.57a ^K	13.97±0.76a ^K	14.49±0.96a ^K
C	15.15±1.60a ^K	14.18±0.92a ^K	13.41±0.30a ^K	14.68±0.58a ^K
D	14.48±0.48a ^K	14.80±1.59a ^K	13.75±1.44a ^K	13.99±1.33a ^K
E	14.48±1.35a ^K	14.02±0.82a ^K	13.85±1.58a ^K	13.64±1.12a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.50. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan elastikiyet değerleri

Çerkez peynirlerinin elastikiyet değerleri depolamanın ilk gününde 14.18 olarak tespit edilmiş, depolama süresinin sonunda 13.04'e azalmıştır. Katsiari ve ark. (1998) tarafından Kefalograviera peynirinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. CaCl_2 ikame edilerek tuzlanan peynir örneklerinin elastikiyet değerleri diğer peynir örneklerine göre biraz yüksek bulunmuştur.

Şekil 4.50'den izlendiği gibi tüm peynir örneklerinin elastikiyet değerleri birbirine benzer değişim göstermiştir. Kontrol gurubu örnekleri en düşük elastikiyet değerlerine sahip olmuştur. Depolama süresinin peynirlerin elastikiyet değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Peynir örneklerinin depolama süresi boyunca elastikiyet değerleri benzerlik göstermiş depolama süresinin sonunda tüm örneklerin elastikiyet değerleri azalmıştır. Peynirin kalsiyum iyonlarının miktarı, kazeinlerin çözünürlüğü ve kazeinin diğer bileşenlerle interaksiyonları peynirlerin elastikiyet etkilemektedir. Peynir sisteminde mevcut moleküler bağların kuvvetli olması esneklik değerlerini arttırmaktadır (Bulut Solak, 2013). Laktik asit ve ısının etkisiyle kazeinin çöktürülmesi yoluyla elde edilen Çerkez peynirlerinde, depolama süresi boyunca asitliğin artmasına paralel olarak demineralizasyonun meydana gelmesinden dolayı elastikiyet değerlerinde azalma olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin elastikiyet üzerine ikame tuz kullanımı, depolama süresi ve ikame tuz x depolama süresi interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Çerkez peynirlerinin elastikiyet (springiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	1.005	0.903	0.471
Depolama süresi	3	1.947	1.751	0.172
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	0.457	0.411	0.951
Hata	40	1.112		

4.4.17.6. Kırılgenlik (Fracturability)

Kırılgenlik peynirin ısırıldıktan sonra meydana gelen çatlama derecesini ifade etmek için kullanılmaktadır (Aday ve ark., 2010). Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri örneklerine ait kırılgenlik değerlerinin 90 günlük değişim değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.52’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.51’de verilmiştir.

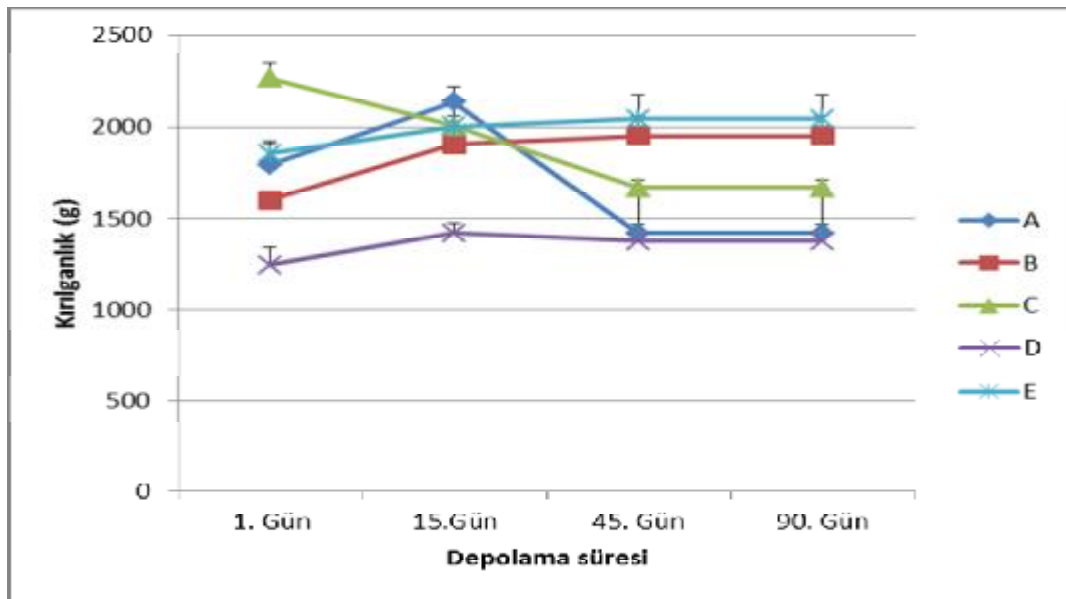
Çizelge 4.52. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kırılgenlik (fracturability) değerleri (g) (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	1793.5±207.3a ^L	2133.8±146.4a ^L	1420.4±339.8a ^K	2177.7±729.2a ^L
B	1602.0±50.2a ^L	1908.0±261.1a ^L	1953.2±192.0a ^K	1862.5±117.8a ^{KL}
C	2264.2±145.1a ^M	2007.2±224.2a ^L	1669.3±71.6a ^K	2043.8±805.8a ^L
D	1246.2±170.4a ^K	1419.0±99.3a ^K	1375.4±159.3a ^K	1877.1±563.9a ^L
E	1856.7±121.4a ^L	2003.5±247.5a ^L	2044.8±226.9a ^K	1334.1±675.8a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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



Şekil 4.51. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kırılgenlik değerleri

Şekil 4.51’den izlendiği gibi tüm peynir örneklerinin kırılabilirlik değerleri birbirine benzer değişim göstermiştir. Depolamanın 45. günü ve sonrasında kırılabilirlik değerlerinde önemli bir değişiklik görülmemektedir. Depolama süresinin peynirlerin kırılabilirlik değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$). Depolama süresince peynirlerin kırılabilirlik değerleri 1246.2-2177.7 g arasında tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek kırılabilirlik değeri 2177.7 g ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En fazla sertlik değerinin kontrol örneklerinde görülmesine bağlı olarak kırılabilirlik değerinin de en yüksek kontrol peynirlerinde görüldüğü düşünülmüştür.

Çizelge 4.53. Çerkez peynirlerinin kırılabilirlik (fracturability) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F	P
İkame tuz çeşitleri	4	355205.8	9.563	0.000**
Depolama süresi	3	112150.3	3.019	0.041*
Tuz Çeşidi. x Dep. süresi	12	239516.8	6.449	0.000**
Hata	40	37142.3		

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

Elde edilen verilerin iki yönlü varyans analizine göre değerlendirilmesi sonucunda, peynirlerin esneklikleri üzerine depolama süresi ($p<0.05$), ikame tuz kullanımı ve ikame tuz x depolama süresi interaksyonunun etkili olduğu görülmüştür ($p<0.01$) (Çizelge 4.53).

4.4.18. Çerkez Peynirlerinin Duyusal Özellikleri

Çerkez peyniri örneklerinin duyusal değerlendirilmesi için 7 kişilik bir panelist grup oluşturulmuştur. Uygulanan analizlerde “Renk ve Görünüş” 5 tam puan, “Kitle ve Yapı” 5 tam puan, “Koku” 5 tam puan, “Tat” 5 tam puan, “Tuzluluk Derecesi” 5 tam puan ve “Genel Kabul Edilebilirlik” 5 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir.

4.4.18.1. Renk ve Görünüş

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin renk ve görünüş puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.24’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.52’de verilmiştir.

Renk ve görünüş puanları bakımından farklı ikame tuz kullanımının Çerkez peynirleri üzerine etkisi depolamanın ilk günü dışında istatistiksel olarak önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ancak depolamanın ilk gününde ikame tuz kullanımı peynirlerin renk ve görünüş puanlarında farklılık yaratmıştır. Bu farklılığın peynirlerin ilk günü içerdikleri su içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmüştür.

Depolama süresinin peynirlerin renk ve görünüş puanları üzerine etkisi %50 oranında KCl ikamesi ile tuzlanan D örneklerinde önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Renk ve görünüş puanları D grup peynirlerde depolama süresi boyunca artış göstermiştir. B kodlu peynirlerin renk ve görünüş puanlarında depolama süresinin sonunda azalma görülmüştür. Asitliğin artmasına bağlı olarak peynirin yapısından kalsiyumun ayrılmasına bağlı olarak renk ve görünüş puanında azalma meydana geldiği düşünülmüştür.

Çizelge 4.54. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.76±0.77a ^K	4.19±0.60a ^K	4.05±0.59a ^K	4.19±0.68a ^K
B	4.14±0.73a ^{KL}	4.14±0.73a ^K	3.95±0.74a ^K	3.90±0.94a ^K
C	4.19±0.81a ^{KL}	4.19 ±0.81a ^K	3.95±0.59a ^K	4.09±0.77a ^K
D	3.86±0.79a ^{KL}	3.86±0.79ab ^K	4.00±0.63ab ^K	4.33±0.58b ^K
E	4.33±0.58a ^L	4.05±0.67a ^K	4.09±0.54a ^K	4.24±0.62a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

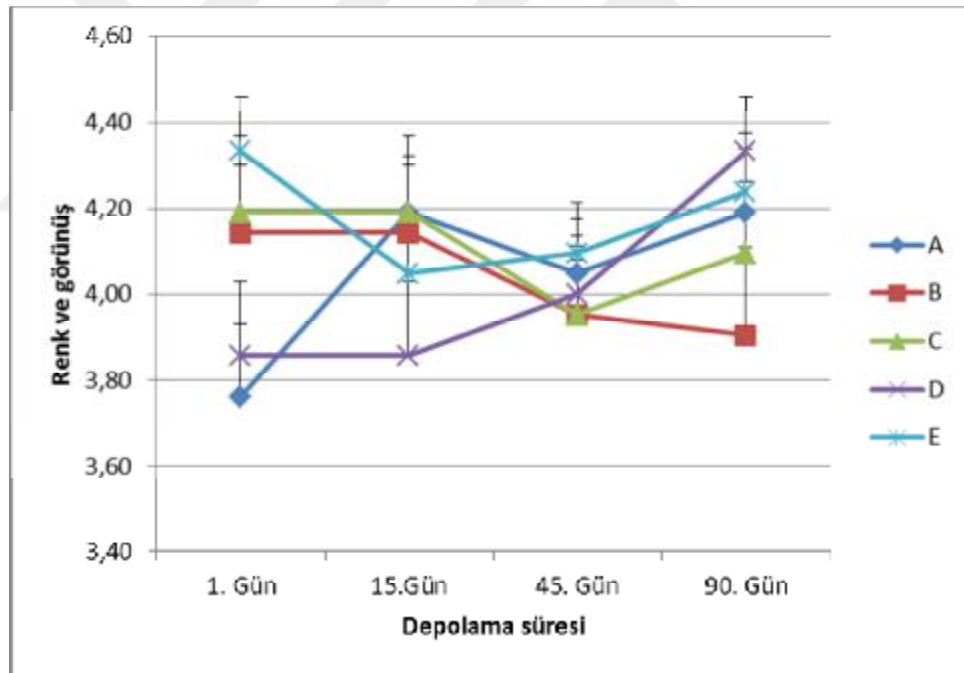
a, b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

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

Katsiari ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada Feta peynirlerinde benzer sonuçları bulmuşlardır. Depolama süresi boyunca peynir örneklerinin renk ve görünüş puanlarında bir miktar düşme olmuştur. Benzer şekilde Sıçramaz (2014) tarafından yürütülen çalışmada Çerkez peynirlerinin depolama süresince renk ve görünüş puanlarında önce artma sonra azalma tespit etmişlerdir.

NaCl'ün kısmen KCl ile ikame edildiği düşük sodyumlu Kefalograviera peyniri üretiminde de ikame tuz kullanımının peynir örneklerinin görünüş özellikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Katsiari ve ark., 1998).

Depolama süresinin sonunda %50 oranında KCl ile ikame edilerek üretilen düşük sodyumlu Çerkez peyniri örnekleri 4.33 puan olarak renk ve görünüş açısından en fazla beğenilen peynir gurubu olmuştur.



Şekil 4.52. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan renk ve görünüş puanları

4.4.18.2. Koku

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin koku puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki

değişimleri Çizelge 4.55’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.53’de verilmiştir.

İkame tuz kullanımının Çerkez peynirlerinin koku puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Aynı depolama döneminde tüm peynir örneklerinin koku puanları benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.55. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan koku puanları (n=3)

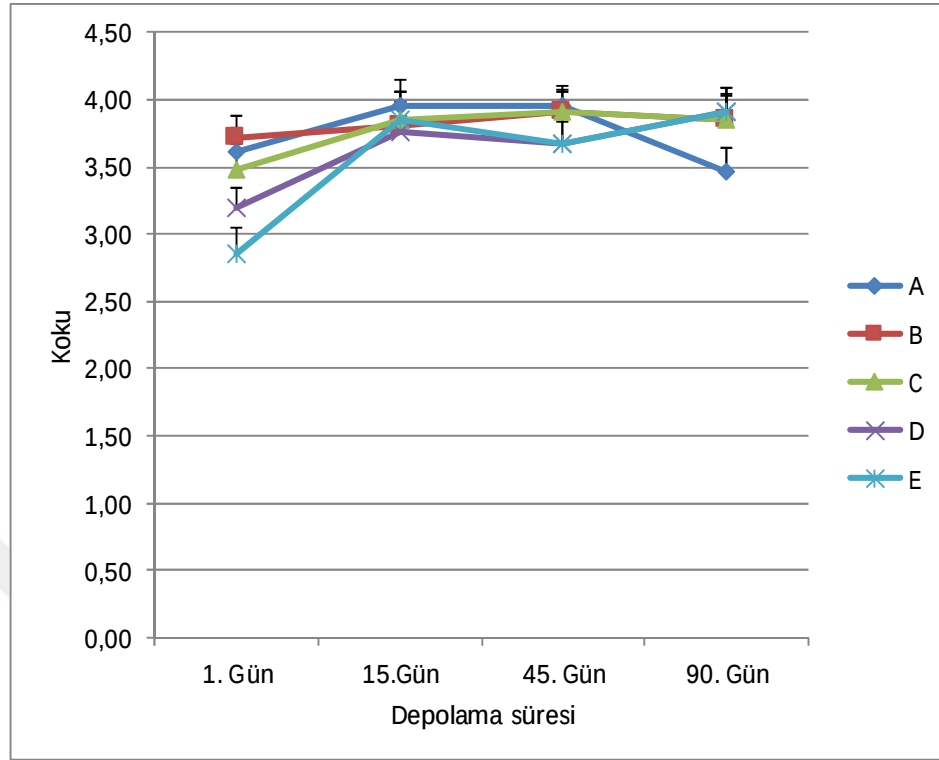
Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.76±0.89a ^K	3.95±0.86a ^K	3.95±0.67a ^K	3.86±0.85a ^K
B	4.00±0.71a ^K	3.81±0.81a ^K	3.90±0.70a ^K	3.86±0.85a ^K
C	3.85±0.85a ^K	3.86 ±0.92a ^K	3.90±0.77a ^K	3.90±0.77a ^K
D	3.71±0.90a ^K	3.76±0.89a ^K	3.67±0.79a ^K	3.90±0.83a ^K
E	3.76±0.89a ^K	3.86±0.91a ^K	3.67±0.97a ^K	3.95±0.86a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Farklı ikame tuz kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin depolama süresi boyunca koku puanları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır (p>0.05). Depolama süresinin başında en yüksek koku puanı 4.00 ile CaCl₂ içeren örneklere, depolama süresinin sonunda 3.95 ile E peynirlerine verilmiştir.



Şekil 4.53. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan koku puanları

4.4.18.3. Tat

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin tat puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.56'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.54'de verilmiştir.

Çerkez peynirlerinin tat puanları üzerine ikame tuz kullanımının etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$). En düşük tat puanlarına CaCl_2 ile ikame edilerek tuzlanan Çerkez peyniri örnekleri sahip olmuştur. B gurubu örneklerinde bazı panelistler tarafından acımsı tat gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde Fitzgerald ve Buckley (1985) ile Aly (1995) tarafından yürütülen çalışmalarda da panelistler kalsiyum ve magnezyum içeren tuzlarla tuzlanan peynirlerde acımsı metalik tat gözlemlemişlerdir. Metalik acımsı tatlar tüm deneme örneklerinde gözlenmemiştir. Bunun nedeni sodyum klorür bazı metalik kimyasal olumsuz etkileri maskeleyebilir. Ancak bu etki ilave edilen sodyum

klorürün konsantrasyonuna ve raf ömrü süresince oluşan kimyasal bileşenlerin tipine bağlıdır (Katsiari ve ark., 1998). Depolama süresinin peynir örneklerinin tat puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p<0.05$).

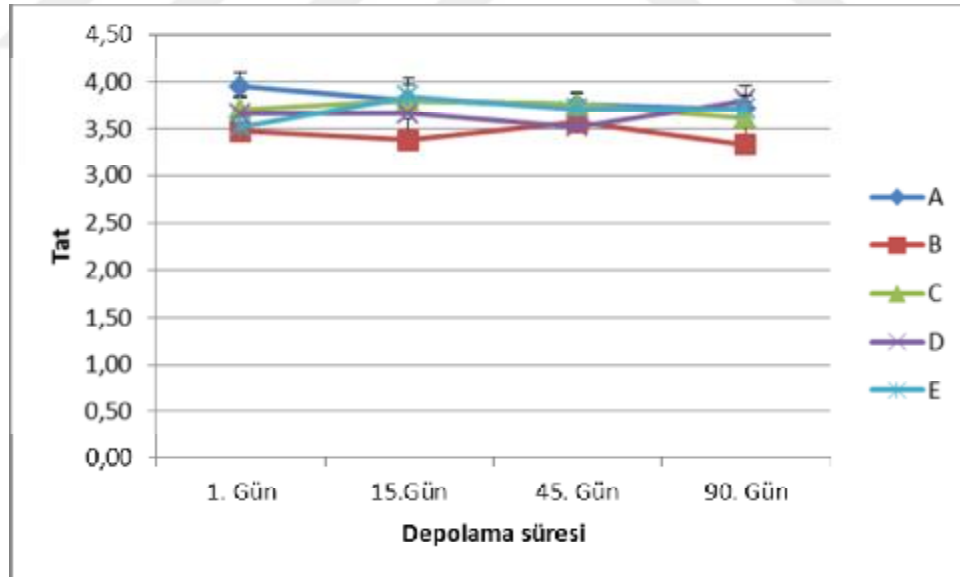
Çizelge 4.56. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tat puanları (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.95±0.67a ^K	3.81±0.75a ^K	3.76±0.63a ^K	3.71±0.64a ^K
B	3.48±0.68a ^K	3.38±1.07a ^K	3.57±0.98a ^K	3.33±0.97a ^K
C	3.71±0.64a ^K	3.81±0.75a ^K	3.76±0.54a ^K	3.62±0.80a ^K
D	3.67±0.79a ^K	3.67±0.86a ^K	3.52±0.75a ^K	3.81±0.68a ^K
E	3.52±0.81a ^K	3.85±0.87a ^K	3.71±0.78a ^K	3.71±0.72a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

a: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.

K: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0.05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 4.54. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tat puanları

KCl ve MgCl₂ içeren salamuralarla tuzlanan peynirlerin tat puanları kontrol gurubu ile benzer bulunmuştur. Cheddar peynirinde yapılan denemede de benzer şekilde KCl/NaCl kombinasyonu ile tuzlanan peynirlerde tat puanları kontrol gurubundan farklı bulunmamıştır (Fitzgerald ve Buckley, 1985). Katsiari ve ark.

(2000) tarafından yürütülen çalışmada Feta peynirlerinde benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

4.4.18.4. Tuzluluk

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin tuzluluk puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.57’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.55’de verilmiştir.

Çerkez peynirlerinin tuzluluk puanları üzerine ikame tuz kullanımının ve depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın ilk günü kontrol örneklerinin tuzluluk puanları diğer gruplardan farklı bulunmuştur. Depolama süresinin diğer dönemlerinde tüm örneklerin tuzluluk puanları benzerlik göstermiştir. C grup peynirlerin tuzluluk puanları depolama süresince değişkenlik göstermiştir. Panelistler tarafından en yüksek tuzluluk puanı depolama süresinin başında 4.05 puan ile D gurubu peynirlere, depolama süresinin sonunda 3.76 ile B ve D gurubu peynirlere verilmiştir.

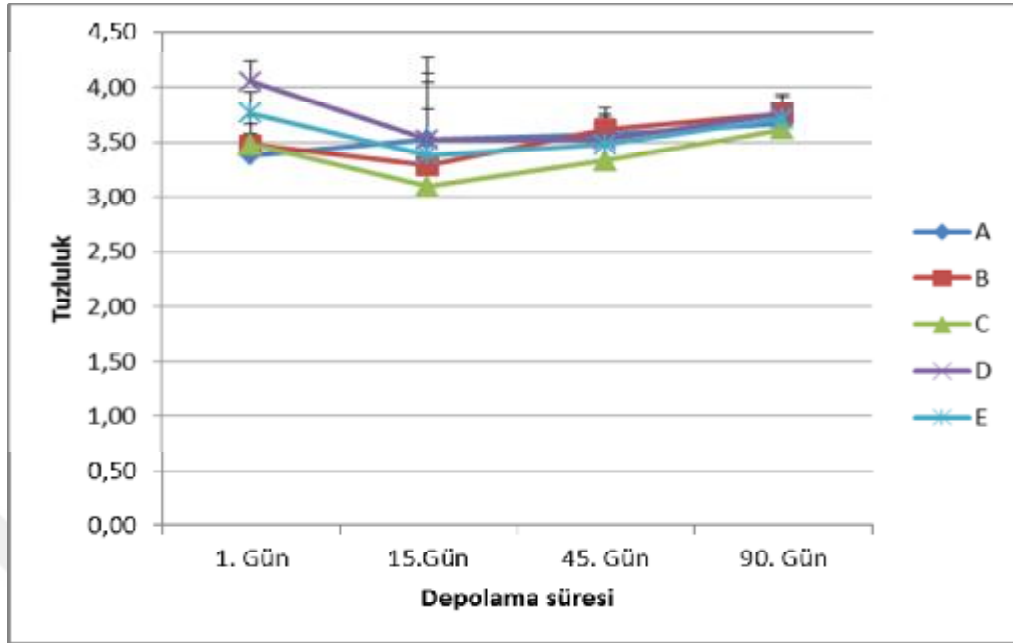
Çizelge 4.57. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuzluluk puanları (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.38±0.86a ^K	3.52±0.75a ^K	3.57±0.75a ^K	3.67±0.73a ^K
B	3.48±1.16a ^{KL}	3.28±0.84a ^K	3.62±0.86a ^K	3.76±0.77a ^K
C	3.48±0.86a ^{KL}	3.09±0.70b ^K	3.33±0.73ab ^K	3.62±0.74a ^K
D	4.05±0.86a ^L	3.52±0.75a ^K	3.52±1.06a ^K	3.76±0.70a ^K
E	3.76±0.89a ^{KL}	3.38±0.67a ^K	3.48±1.06a ^K	3.71±0.64a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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



Şekil 4.55. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan tuzluluk puanları

4.4.18.5. Kitle ve Yapı

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin kitle ve yapı puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.58’de ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.56’da verilmiştir.

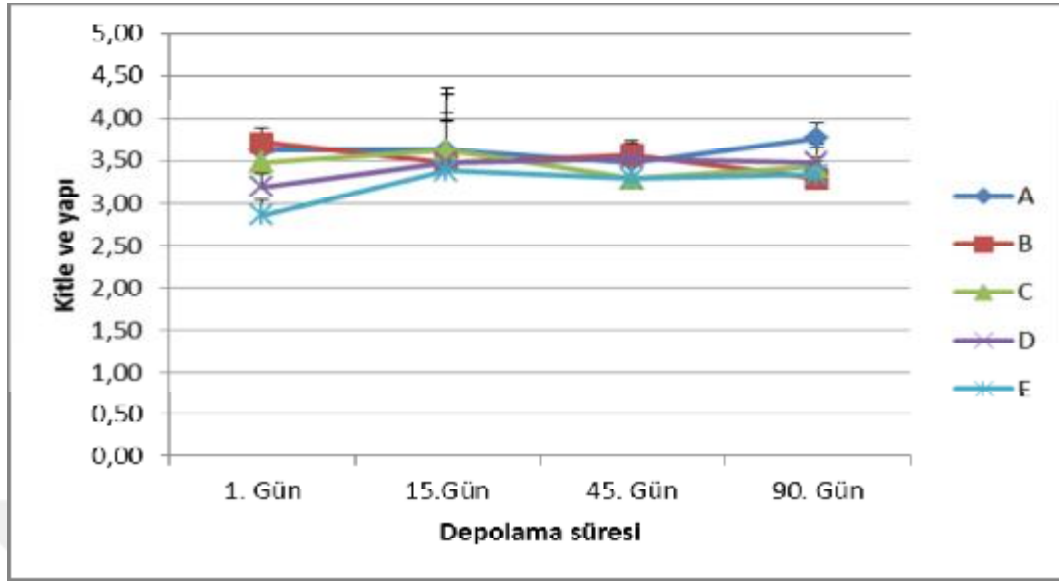
Çizelge 4.58. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kitle ve yapı puanları (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.62±0.80a ^{KL}	4.00±0.55a ^K	3.48±0.75a ^K	3.76±0.83a ^K
B	3.71±0.78a ^L	3.43±0.60a ^K	3.57±0.75a ^K	3.28±0.96a ^K
C	3.48±0.93a ^L	4.05±0.67a ^K	3.29±0.84a ^K	3.43±0.98a ^K
D	3.19±0.68a ^L	3.80±0.87a ^K	3.52±0.81a ^K	3.48±0.98a ^K
E	2.86±0.85a ^K	3.71±0.90a ^K	3.29±0.71a ^K	3.33±0.98a ^K

A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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



Şekil 4.56. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan kitle ve yapı puanları

Çizelge 4.58'den izlendiği üzere ikame tuz kullanımının Çerkez peynirlerinin kitle ve yapı puanları üzerine etkisi depolamanın başlangıcında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). E grup peynirlerin kitle ve yapı puanları depolamanın ilk gününde en düşük bulunmuştur. Kitle ve yapı puanlarının düşmesine E grup peynirlerde magnezyumun proteolitik enzimleri aktive etmesi, D grup peynirlerde ise asitliğin artmasına paralel olarak peynirin yapısından kalsiyumun ayrılmasının neden olduğu düşünülmüştür.

Depolama süresinin peynirlerin kitle ve yapı puanları üzerine etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir ($p > 0.05$). Peynirlerin kitle ve yapı puanları depolama süresince benzerlik göstermiştir. Depolamanın sonunda en yüksek kitle ve yapı puanları kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

4.4.18.6. Genel Kabul Edilebilirlik

Farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak üretilen Çerkez peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait tek yönlü varyans analizi sonuçları ve 90 günlük depolama süresindeki değişimleri Çizelge 4.59'da ve bu değerlerin oluşturduğu grafik Şekil 4.57'de verilmiştir.

Çizelge 4.59. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan genel kabul edilebilirlik puanları (n=3)

Peynirler	Depolama Süresi (gün)			
	1.Gün	15.Gün	45.Gün	90.Gün
A	3.86±1.06a ^K	4.00±0.55a ^{KL}	4.00±0.89a ^K	3.95±0.74a ^K
B	3.62±0.86a ^K	3.57±0.87a ^K	3.67±0.91a ^K	3.62±1.02a ^K
C	3.81±0.98a ^K	4.05±1.02a ^L	4.05±0.86a ^K	3.90±0.94a ^K
D	3.57±0.87a ^K	3.81±0.87a ^{KL}	4.00±0.68a ^K	4.00±0.84a ^K
E	3.67±0.97a ^K	3.71±0.90a ^{KL}	3.90±0.96a ^K	3.71±1.15a ^K

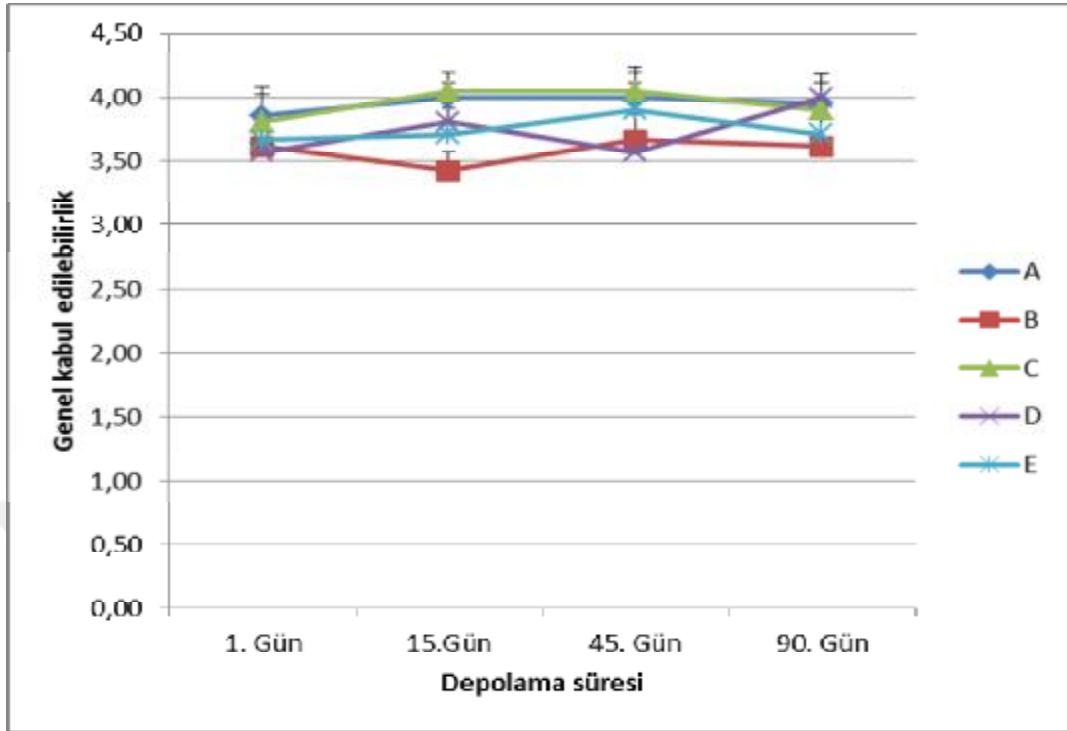
A: NaCl, B: %25 CaCl₂ / %75 NaCl, C: %25 KCl / %75 NaCl, D: %50 KCl / %50 NaCl, E: %25 MgCl₂ / %75 NaCl

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

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

Çerkez peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları ile ikame tuz kullanımının etkisi istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (p<0.05). Depolamanın 15. günü B ve C grup peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları diğer örneklerden farklı bulunmuştur. Tüm depolama dönemlerinde CaCl₂ ikame edilerek tuzlanan peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları diğer Çerkez peyniri örneklerinden daha düşük bulunmuştur. % 50 oranında KCl ikame edilerek tuzlanan Çerkez peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları kontrol gurubu ile benzer tespit edilmiştir. Katsiari ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada Feta peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerine ikame tuz kullanımının etkisinin önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Depolama süresinin peynirlerin genel kabul edilebilirlik puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz tespit edilmiştir (p>0.05). Şekil 4.57'den de izlendiği gibi örneklerin değişim grafiği paralellik göstermiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına D gurubuna ait Çerkez peynirleri sahip olmuştur.



Şekil 4.57. Çerkez peynirlerinin depolama süresince saptanan genel kabul edilebilirlik puanları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, düşük sodyumlu Çerkez peynirleri NaCl ile tek başına ve NaCl'ün KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ tuzları karışımıyla ön denemelerde belirlenen oranlarda salamura tekniği ile tuzlanmıştır. %100 NaCl, %25 CaCl₂ / %75 NaCl, %25 KCl / %75 NaCl, %50 KCl / %50 NaCl, %25 MgCl₂ / %75 NaCl oranlarında ikame tuzlarla tuzlanan Çerkez peynirleri beş grup olarak üretilmiştir ve 4±1°C'de 90 gün süre ile depolanmıştır. Üç tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada, depolamanın farklı dönemlerinde Çerkez peynirlerinin özellikleri belirlenmiş ve bu özellikler üzerine ikame tuzlar ve depolama süresinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde, peynirlerin üretimi, olgunlaşma sırasındaki kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri ile biyokimyasal ve duyuşsal özelliklerinde meydana gelen değişimler özetlenmiştir.

Peyniraltı Sularının Özellikleri ve Peynir Randımanı

Çerkez peyniri üretiminde pıhtılaştırıcı olarak peyniraltı suyu kullanılmış ve içeriğindeki laktik asitten pıhtılaştırıcı ajan olarak yararlanılmıştır. Laktik asit yardımıyla sütün pıhtılaşması sağlandığı için elde edilen peyniraltı suyu asidik peyniraltı suyudur. Üretimden kalan peyniraltı suyunun pH değeri 5.91, titrasyon asitliği değeri laktik asit cinsinden % 0.10 bulunmuşken pıhtılaştırıcı peyniraltı suyunun pH değeri 3.47, titrasyon asitliği % 0.72 olarak tespit edilmiştir. Taze peynir altı suyunun laktik asit içeriği ortalama değerden daha düşük, pıhtılaştırıcı peyniraltı sularının bileşimi ise daha yüksek bulunmuştur. Peyniraltı suyunun bekletilme sürecinde asitliğin artmaya devam etmesinden dolayı pH ve titrasyon asitliği değerleri artmıştır. Toplam kurumadde içeriği pıhtılaştırıcı peyniraltı suyunda %3.51±0.231, üretimden kalan peyniraltı suyunda ortalama %4.45±0.232 olarak tespit edilmiştir. Peynir altı sularının yağ içeriği %0.1 den daha az bulunmuştur. Sütte bulunan yağın tamamına yakını peynire geçmiştir.

Sütün bileşimi ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak Çerkez peynirlerinde randıman %11.80 ile %12.64 arasında, ortalama %12.13 olarak bulunmuştur.

Peynirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çerkez peynirlerinin pH değerleri üzerine ikame tuz çeşitleri ve oranları kullanımı ile depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Farklı ikame tuzlar kullanılarak tuzlanan peynir grupları arasında %25 CaCl_2 / %75 NaCl ile tuzlanan peynir örneklerinin pH değerleri tüm depolama dönemlerinde diğer peynir gruplarından daha düşük olarak tespit edilmiştir. pH depolamanın ilerleyen günlerinde giderek azalmıştır.

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz karışımları kullanımının peynirlerin titrasyon asitliği, kurumadde, kurumaddede yağ, protein ve kurumaddede protein içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çerkez peynirlerinin protein içerikleri % 18.04-21.47 arasında değişim göstermiştir. Depolama süresinin peynirlerin protein içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çerkez peyniri örneklerinin yağ içerikleri üzerine, farklı ikame tuz kullanımı depolamanın 15, 45 ve 90. günlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmamıştır ($p>0.05$) ancak depolamanın ilk gününde ikame tuz kullanımı peynirlerin yağ içeriğini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir.

Depolama süresi Çerkez peynirlerinin titrasyon asitliği, kurumadde, kurumaddede yağ ve kurumaddede protein değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir ($p<0.05$). 90. günde elde edilen titrasyon asitliği değerleri diğer günlerle karşılaştırıldığında aralarındaki farklılık önemli bulunmuştur. Depolama süresi boyunca NaCl'ün %25 oranında CaCl_2 ile ikame edildiği örneklerde Çerkez peyniri örneklerinin kurumadde içeriği artmıştır. CaCl_2 ile ikame edilen peynirlerin depolama süresince kurumaddede protein içeriği önemli düzeyde farklı tespit edilmiştir.

Farklı ikame tuz karışımları kullanımının ve depolama süresinin Çerkez peynirlerinin tuz ve kurumaddede tuz içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol gurubu olan A gurubuna ait örneklerin tuz içeriği diğer tüm guruplardan yüksek bulunmuştur. %25 MgCl_2 / %75 NaCl ve %25 CaCl_2 / %75 NaCl ikamesi ile

tuzlanan Çerkez peynirlerine ait tuz ve kurumaddede tuz içerikleri diğer grup peynir örneklerinden daha düşük tespit edilmiştir.

Peynirlerin Mineral Madde İçerikleri

Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı ve depolama süresi peynir örneklerinin sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.05$). %100 NaCl ile tuzlanan A gurubuna ait peynir örneklerinin sodyum içeriği tüm örnek guruplarından farklı ve yüksek bulunmuştur. D grubuna ait (%50 KCl / %50 NaCl) Çerkez peyniri örneklerinin sodyum içerikleri en düşük düzeyde sodyum içeren Çerkez peyniri örneği olmuştur. Sodyum klorürün KCl ile ikame edildiği Çerkez peynirlerinin (C ve D) potasyum içerikleri diğer gruplardan yüksek ve farklı bulunmuştur.

B gurubu örneklerinin tuzlanmasında CaCl_2 kullanılmış, B gurubu peynirlerinin kalsiyum içeriği diğer gruplardan farklı ve yüksek bulunmuştur. Depolamanın ilk ve 15. günlerinde B grup örneklerin kalsiyum içeriği benzer bulunmuş, depolamanın devam eden sürecinde ise artmıştır. Bu durumun depolama süresince kurumadde içeriğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmüştür. %25 oranında kalsiyum klorür ikamesi (B) ile hazırlanan salamuralarla tuzlanan peynirler hariç peynir örneklerinin kalsiyum içeriklerinde depolama süresince azalma görülmüştür.

%25 MgCl_2 / %75 NaCl gurubuna ait peynir örneklerinin magnezyum içeriği tüm örnek guruplarından farklı ve yüksek bulunmuştur. Diğer gruplarda (A, B, C, D) yer alan Çerkez peyniri örneklerinin magnezyum içeriği 14.67- 48.29 $\mu\text{g/g}$ arasında değişim gösterirken MgCl_2 içeren salamuralarda tuzlanan peynir örneklerinin magnezyum içeriği 53.19-162.89 $\mu\text{g/g}$ arasında değişmiştir.

Peynirlerin Toplam Serbest Yağ Asitleri Değeri

Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz ve oranları kullanımı ve depolama süresinin peynir örneklerinin toplam serbest yağ asitleri değerleri üzerine etkisi

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm Çerkez peyniri örneklerinin toplam serbest yağ asitleri oranı depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Depolama süresi boyunca en az toplam serbest yağ asitleri oranı %50 KCl / %50 NaCl gurubu Çerkez peyniri örneklerinde tespit edilmiştir. Magnezyumun ve potasyumun lipaz enzimini indükleyici etkiye sahip olmasına bağlı olarak tüm depolama dönemlerinde toplam serbest yağ asidi miktarının $MgCl_2$ ve KCl içeren örneklerde daha yüksek olduğu düşünülmüştür.

Azot Fraksiyonları ve Toplam Serbest Aminoasit Değerleri

Düşük sodyum içerikli Çerkez peyniri üretiminde farklı ikame tuz karışımları kullanımının ve depolama süresinin suda çözünen azot içerikleri, olgunlaşma derecesi ve serbest aminoasit içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). % 25 $MgCl_2$ ve % 75 NaCl ilave edilen E gurubuna ait peynir örneklerinin suda çözünen azot içeriği diğer peynir örneklerinin hepsinden farklı ve yüksek bulunmuştur. Depolama süresinin sonunda %25 $CaCl_2$ / %75 NaCl (B) içeren salamuralarda tuzlanan peynir örnekleri en az, % 25 $MgCl_2$ ve % 75 NaCl (E) içeren salamuralarda tuzlanan örnekler ise en fazla seviyede suda çözünen azot ve olgunlaşma derecesine sahip olmuştur. Depolama süresi boyunca örneklerin suda çözünen azot, olgunlaşma derecesi ve serbest aminoasit içeriği artmış 90. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

$MgCl_2$ 'ün proteolizi artırdığı için suda çözünen azot ve olgunlaşma indeksi katsayısı oranının magnezyum içeren salamuralarla tuzlanan Çerkez peynirlerinde daha yüksek tespit edilmiştir. Kalsiyum iyonlarının proteolizi yavaşlatma potansiyeline sahip olması nedeniyle $CaCl_2$ ile ikame edilerek tuzlanan peynirlerin suda çözünen azot ve olgunlaşma derecelerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Peynirlerinin NMR Analizleri

Alınan ^1H NMR spektrumları çok kompleks ve piklerin güçlü bir overlapları yani çakışması şeklinde meydana gelmektedir. Bu nedenle serbest amino asitlerin

kantitatif olarak değil kalitatif olarak belirlenmesi mümkün olmuştur. Analizi yapılan Çerkez Peynirlerinde gözlenen serbest amino asitler alanin, arginin, glisin, glutamin lösin, izolösin, lisin, fenilalanin, prolin, serin ve valin olarak tespit edilmiştir. Organik asitler ester formlarında yani laktat, sitrat ve asetat olarak rezonansa gelmektedir. Laktat NMR spektrumlarında en belirgin gözlenen bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. 1.11 ppm'de dublet olarak karşılaşılan laktik asit piki en yüksek B örneğinde tespit edilmiştir. Kalsiyum klorür ikame edilerek tuzlanan peynirlerde kalsiyumun tamponlama kapasitesini etkilemesi ve laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik etmesinin bu durumla karşılaşılmamasına neden olduğu düşünülmüştür. 1.70 ppm'de belirlenen asetik asit piki C, D ve E örneklerinde kontrol ve B peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. KCl ve MgCl₂ ikamesi ile tuzlanan peynirlerde heterofermentatif laktik asit bakterilerinin daha fazla geliştiği ve buna bağlı olarak asetik asit piklerinin yükseldiği tahmin edilmiştir.

3.29- 4.00 ppm aralığında gözlenen prolin, serin, fenilalanin, lisin, lösin, izolösin, glutamin, glisin, arginin ve alanin pikleri E peynirlerinde daha yüksek piklere sahip olmuştur. Bunun nedeninin magnezyumun proteolitik enzimlerin aktivitesini arttırmasına bağlı olarak proteolizi teşvik etmesi düşünülmüştür.

C örneğinde lösin, izolösin ve valin pikleri depolamanın 15. gününden itibaren artarken, D örneğinde depolama süresince önemli bir artış gözlenmemiştir. D örneğinde 3.8-4.0 ppm'de gözlenen serin aminoasiti depolamanın 45. gününde artmaya başlamış, C örneğinde ise 15. günden itibaren artış gözlemlenmiştir. Bu durum %25 KCl ilave edilen peynirlerde proteolitik parçalanmanın daha erken başladığını göstermiştir. Düşük KCl seviyesinin proteolitik enzimleri aktive etmiş olabileceği tahmin edilmiştir. C örneğinde laktik asit seviyesi 45. günde yükselmiş, 90. günde artışın daha belirgin olduğu görülmüştür. . D örneğinde ise laktik asit piki 45. günden sonra artmış sitrik asit piki değişim göstermemiştir. KCl oranı artmasının olgunlaşmayı geciktirdiği düşünülmüştür. %25 oranında KCl ile ikame edilerek tuzlama yapıldığında heterofermentatif laktik asit bakterilerinin geliştiği ve buna bağlı olarak laktik asit ve asetik asit seviyesinin arttığı düşünülmüştür.

Peynirlerin Tekstür Profil Analizleri

Çerkez peynirleri üretiminde farklı ikame tuz oranları kullanımı ve depolama süresinin peynir örneklerinin sertlik, yapışkanlık ve lifli yapı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$), elastikiyet ve esneklik değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Depolamanın başlangıcında en yüksek sertlik değeri B grup peynirlerde görülmüş, depolama süresi boyunca azalma göstermiştir. Bu durumun kalsiyumun protein-protein interaksiyonlarını teşvik etmesi ve protein matriksinden serumun ayrılmasına bağlı olarak peynirin sıkılaşması ile açıklanabileceği düşünülmüştür.

Çerkez peyniri üretiminde starter kültür ilavesi olmadığı ve asit ilave edilerek üretilen peynirlerden olduğundan dolayı depolama süresi boyunca peynirlerin sertlik değerlerinde az oranda düşme meydana geldiği düşünülmektedir. Magnezyum içeren salamura ile tuzlanan peynirlerin sertlik derecesi en az, yapışkanlık değeri en yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak $MgCl_2$ içeren örneklerin daha fazla proteoliz olması düşünülmüştür.

Sodyum klorürün %50 oranında KCl ile ikame edildiği peynir örnekleri depolama süresinin sonunda sertlik değerleri en yüksek olan peynirler olmuştur. Bunun nedeni olarak %50 seviyesinde KCl ikamesi ile tuzlamanın proteolitik enzimleri inaktive etmesi düşünülmüştür. E örneği hariç Çerkez peyniri örneklerinde kuvvetli bir proteoliz depolamanın ilk 90 gününde meydana gelmediği için yapışkanlık değerlerinin artış göstermediği düşünülmüştür.

Çerkez peynirlerinin elastikiyet değerlerinin maya peynirlerine göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak asit pıhtısında kazeinin kompleks yapısını kaybetmiş olmasından ve kalsiyum fosfat içermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm peynir gruplarının esneklik değerleri aynı depolama dönemlerinde kontrol gurubu ile benzer bulunmuştur. Depolama süresinin sonunda en yüksek kırılma değeri 2177.7 g ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. En fazla sertlik değerinin kontrol örneklerinde görülmesine bağlı olarak kırılma değerinin de en yüksek kontrol peynirlerinde görüldüğü düşünülmüştür.

Peynirlerin Duyusal Özellikleri

Farklı ikame tuz kullanımı ve depolama süresinin Çerkez peynirlerinin koku ve tat puanları üzerine istatistiksel olarak önemli bir farklılık yaratmamıştır ($p>0.05$). En düşük tat puanlarına CaCl_2 ikame edilerek tuzlanan Çerkez peyniri örnekleri sahip olmuştur. B gurubu örneklerinde bazı panelistler tarafından acımsı tat gözlemlenmiştir.

Depolamanın ilk gününde ikame tuz kullanımı ve depolama süresinin peynirlerin renk ve görünüş ve tuzluluk puanlarında farklılık yaratmıştır. Bu farklılığın peynirlerin ilk günü içerdikleri su içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmüştür. Depolamanın ilk günü kontrol örneklerinin tuzluluk puanları diğer gruplardan farklı bulunmuştur. Depolama süresinin diğer dönemlerinde tüm örneklerin tuzluluk puanları benzerlik göstermiştir. ikame tuz kullanımının Çerkez peynirlerinin kitle ve yapı puanları üzerine etkisi depolamanın başlangıcında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). E grup peynirlerin kitle ve yapı puanları depolamanın ilk gününde en düşük bulunmuştur. Kitle ve yapı puanlarının düşmesine E grup peynirlerde magnezyumun proteolitik enzimleri aktive etmesi, D grup peynirlerde ise asitliğin artmasına paralel olarak peynirin yapısından kalsiyumun ayrılmasının neden olduğu düşünülmüştür.

Depolama süresinin peynirlerin kitle ve yapı puanları üzerine etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0.05$). Peynirlerin kitle ve yapı puanları depolama süresince benzerlik göstermiştir. Depolamanın sonunda en yüksek kitle ve yapı puanları kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Çerkez peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları ile ikame tuz kullanımının etkisi istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır ($p<0.05$). Tüm depolama dönemlerinde CaCl_2 ikame edilerek tuzlanan peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları diğer Çerkez peyniri örneklerinden daha düşük bulunmuştur. % 50 oranında KCl ikame edilerek tuzlanan Çerkez peynirlerinin genel kabul edilebilirlik puanları kontrol gurubu ile benzer tespit edilmiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına %50 oranında KCl ile ikame edilerek tuzlanan Çerkez peynirleri sahip olmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları ile ikame edilerek peynirlerin sodyum içeriği düşürülmüştür. CaCl₂ ilavesi laktik asit içeriğinde artışa, bazen acımsı tatlarla karşılaşılabilmesine ve renk görünüş puanlarında kayıplara neden olabilmektedir. MgCl₂ ilavesi ise peynirde proteolizi teşvik etmektedir. Ancak elde edilen peynirlerin duyuşal nitelikleri kabul edilebilir niteliktedir ve %25 oranında hem MgCl₂ hem de CaCl₂ ikamesi ile kabul edilebilir özelliklere sahip düşük sodyumlu Çerkez peyniri üretilebilir. %50 oranında KCl ikamesi ile Çerkez peynirlerinin kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde en az değişimle sodyum içeriğinin azaltılabileceğinden önerilir.

KAYNAKLAR

- ADAY, M. S., CANER, C., YÜCEER, Y. K., 2010. Instrumental and Sensory Measurements of Ezine Cheese Texture. Akademik Gıda, 8:3, 6-10.
- AKALIN, A. S., 2011. Peynirin Beslenme ve Sağlık Etkisi (A. HAYALOĞLU, D. ÖZER editör). Peynir Biliminin Temelleri, Sidas, İzmir, s. 459-488.
- AKIN, N., 2010. Temel Peynir Bilimi-I, Temel Konular. Damla Ofset, Konya, s.542.
- AKYÜZ, N., 1981. Erzincan (Şavak) Tulum Peynirlerinin Yapılışı ve Bileşimi. Atatürk Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 12: 85-111s.
- ALTUĞ ONUĞUR, T., ELMACI, Y., 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Ltd. Şti., İzmir, s.134.
- ALY, M. E., 1995. An Attempt for Producing Low-Sodium Feta-Type Cheese. Food Chemistry, 52: 295-299p.
- ANIL, M., KILIÇ, O., BAŞKAYA, D., DİNÇER, M., AYDIN, G., 2011. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrencilerinin Fast-Food Tipi Beslenme Alışkanlığı, Samsun Sempozyumu.
- ANONYMOUS, 2000. Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Resmi Gazete, 14 Şubat 2000, 23964: 27-37s.
- ANONYMOUS, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliğ No: 2015/6, Resmi Gazete, Sayı: 29261.
- ARMENTEROS, M., ARISTOY, M. C., BARAT, J. M., TOLDRA, F., 2009. Biochemical Changes in Dry-Cured Ioins Salted with Replacements of NaCl by KCl. Food Chemistry, 117:4, 627-633.
- ATASEVER, M., UÇAR, G., KELEŞ, A., KÖSE, Z., 2003. Kaşar Peyniri Üretiminde Doğal ve Sıvı Tütsü Uygulamalarının Kaliteye Etkileri. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27: 781-787p.
- AYDINOL, P., OZCAN, T., 2013. The Effect of Natural and Liquid Smokes on the Benzo[a] pyrene Content and Quality Parameters of Circassian Cheese. International Journal of Dairy Technology, 66 (4): 498-504.

- AYYASH , M. M. , SHERKAT , F., FRANCİS , P. , WILLİAMS , R. P. W. , SHAH, N. P., 2011. The Effect of Sodium Chloride Substitution with Potassium Chloride on Texture Profile and Microstructure of Halloumi Cheese. *J. Dairy Sci.*, 94: 37–42p.
- AYYASH , M. M., SHERKAT, F., SHAH, N. P., 2012. The Effect of NaCl Substitution with KCl on Akawi Cheese: Chemical Composition, Proteolysis, Angiotensin-Converting Enzyme-Inhibitory Activity, Probiotic Survival, Texture Profile and Sensory Properties. *Journal of Dairy Science*, 95 (9); 4747–4759.
- AYYASH , M. M., SHERKAT, F., SHAH, N. P., 2013. Effect of Partial NaCl Substitution with KCl on the Texture Profile, Microstructure and Sensory Properties of Low-Moisture Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Research*, 80 (01): 7-13p.
- AYYASH , M. M., SHAH, N. P., 2010. Effect of Partial Substitution of NaCl with KCl on Halloumi Cheese During Storage: Chemical Composition, Lactic Bacterial Count, and Organic Acids Production. *Journal of Food Science*, 75 (6): 525–529p.
- AYYASH , M. M., SHAH, N. P., 2011a. The Effect of Substituting NaCl with KCl on Nabulsi Cheese: Chemical Composition, Total Viable Count, and Texture Profile. *Journal of Dairy Science*, 94 (6) : 2741–2751p.
- AYYASH , M. M., SHAH, N. P., 2011b. The Effect of Substitution of NaCl with KCl on Chemical Composition and Functional Properties of Low-Moisture Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, 94 (8): 3761–3768p.
- BAKIRCIOĞLU, D., BAKIRCIOĞLU KURTULUŞ, Y., UÇAR, G., 2011. Determination of Some Traces Metal Levels in Cheese Samples Packaged in Plastic and Tin Containers by ICP-OES After Dry, Wet and Microwave Digestion. *Food and Chemical Toxicology*, 49 (1): 202–207p.
- BALCI, M., 2000. Nükleer Manyetik Rezonans Spektropisi. Metu Press, Ankara, 1-445.
- BAYSAL, A., 2004. Beslenme. Hatiboğlu Yayınları, Ankara, s. 280.

- BEK, Y., EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü.Z.F. Ders Notları, No: 71, Adana.
- BULUT SOLAK, B., 2013. Farklı Tip Peynirler Kullanılarak Üretilen Eritme Tipi Peynirlerin Üretimi Sırasında Uygulanan Isıl İşlem Parametrelerinin Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, s. 313.
- CALIGIANI A., ACQUOTTI D., PALLA G. AND BOCCHI V., 2007. Identification and Quantification of the Main Organic Components of Vinegars by High Resolution ^1H NMR Spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 585: 110–119.
- CHALAND, B., MARIETTE, F., MARCHAL, P., CERTAINES, J.D., 2000. ^1H Nuclear Magnetic Resonance Relaxometric Characterization of Fat and Water States in Soft and Hard Cheese. *Journal of Dairy Research*, 67 (04): 609-618p.
- CHAVHAN, G. B., KANAWJIA, S. K., KHETRA, Y., PURI, R., 2015. Effect of Potassium-Based Emulsifying Salts on Sensory, Textural and Functional Attributes of Low-Sodium Processed Mozzarella Cheese. *Dairy Sci. & Technol.*, 95:265–278.
- CHEN, A. H., LARKIN, J. W., CLARK, C. J., IRWIN, W. E., 1979. Textural Analysis of Cheese. *J. Dairy Sci.*, 62: 901-907p.
- ÇON, A. H., GÖKALP, H. Y., 2000. Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri. *Türk Mikrobiyol Cem. Derg.*, 30, 180-190.
- CONOCHIEA, J., SUTHERLANDA, B. J., 1965. The Nature and Cause of Seaminess in Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Research*, 32:01, 35-44.
- CONSONNI, R., CAGLIANI, L.R., 2008. Ripening and Geographical Characterization of Parmigiano Reggiano Cheese by ^1H NMR Spectroscopy. *Talanta*, 76 (1): 200–205p.
- CRUZ, A. G., FARIA, J. A. F., POLLONIO, M. A. R., BOLINI, H. M. A., CELEGHINI, R. M. S., GRANATO, D., SHAH, N.P., 2011. Cheeses with Reduced Sodium Content: Effects on Functionality, Public Health Benefits and Sensory Properties. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 276-291.

- CURTIS, S. D. A., CURINI, R., DELFINI, M., BROSIO, E., D'ASCENZO, F., BOCCA, B., 2000. Amino Acid Profile in the Ripening of Grana Padano Cheese: A NMR Study. *Food Chemistry*, 71(4): 495–502p.
- DAGOSTIN, J. L. A., CARPINE, D., MASSON, M. L. 2013. Influence of Acidification Method on Composition, Texture, Psychrotrophs, and Lactic Acid Bacteria in Minas Frescal Cheese. *Food Bioprocess. Technol.*, 6: 3017–3028.
- DEMOTT, B. J., 1985. Nutrient Ratios in Dairy Products, *Cult. Dairy Prod. J.*, 20 (4): 6-9 p.
- DEMOTT, B.J., HITCHCOCK, J.P., SANDERS, O.G., 1984. Sodium Concentration of Selected Dairy Products and Acceptability of a Sodium Substitute in Cottage Cheese, *Journal of Dairy Science*, 67 : 1539-1543p.
- DERVİŞOĞLU, M., İLHAN, E., AYDEMİR, O., GÜL, O., 2012. Farklı Üretim Yöntemleriyle Çerkez Peyniri. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, s. 416–418.
- DERYAOĞLU, A., 2005. Şalgam Suyu Üretiminde NaCl Yerine KCl Kullanarak Sodyum Miktarını Azaltma Olanakları. *Gıda*, 30(5) : 335-341s.
- DİNKÇİ, N., ÜNAL, G., AKALIN, A. S., VAROL, S., GÖNÇ, S., 2012. Kargı Tulum Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49 (3): 287-292 s.
- DOĞAN, M., GÖKSEL, M., 2010. Fatty Acid Composition and Some Chemical Properties of Circassian Kashar Cheese. *Proceedings of the 1 st International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus"* , April, 15-17, Tekirdağ, Turkey.
- DOI, E., DAISUKE, S., MATOBA, T., 1981. Modified Colorimetric Ninhydrin Methods for Peptidase Assay. *Analytical Biochemistry*, 118 (1): 173-184p.
- DRAKE, M. A., GERARD, P. D., 1999. Relationship Between Instrumental and Sensory Measurements of Cheese Texture. *Journal of Texture Studies*, 30, 451-476.
- DRAKE, S.D., LOPETCHARAT, K., DRAKE, M.A., 2011. Salty Taste in Dairy Foods: Can We Reduce The Salt? *J. Dairy Sci.*, 94 : 636–645p.

- EL-BAKRY, M., BENINATI, F., DUGGAN, E., O'RIORDAN, E. D., O'SULLIVAN, M., 2011. Reducing Salt in Imitation Cheese: Effects on Manufacture and Functional Properties. *Food Research International*, 44(2): 589–596p.
- ELMALI, G., UYLAŞER, V. 2012. Geleneksel Gıdalardan Çeçil Peynirinin Üretimi ve Özellikleri. *U. Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 26 (1): 83-92.
- ERTEKİN, B., OKUR, Ö. D., GÜZEL-SEYDİM, Z., 2009. Peynirde Aminoasit Katabolizması ile Lezzet Bileşenlerinin Oluşumu. *Gıda*, 34 (1): 43-50p.
- FAO/WHO, 2001. Human vitamin and mineral requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, 1-286.
- FITZGERALD, E., BUCKLEY, J., 1985. Effect of Total and Partial Substitution of Sodium Chloride on the Quality of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 68 (12): 3127–3134 p.
- FLOURY, J., CAMIER, B., ROUSSEAU, F., LOPEZ, C., TISSIER, J. P., FAMELART, M. H., 2009. Reducing Salt Level in Food: Part 1. Factors Affecting the Manufacture of Model Cheese Systems and Their Structure–Texture Relationships. *LWT - Food Science and Technology*, 42: 1611–1620p.
- FOLKERTSMA, B., FOX, P.F., 1992. Use of Cd-ninhydrin Reagent to Assess Proteolysis in Cheese During Cheese Ripening. *J. of Dairy Research*, 59: 217-224.
- FOX, P. F., COGAN, T. M., GUINEE, T. P., MCSWEENEY, P.L.H., 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publication. ISBN:0834212609. 385-386p.
- GAUCHERON, F., LE GRAËT, Y., MICHEL, F., BRIARD, V., PIAT, M., 1999. Evolution of Various Salt Concentrations in the Moisture and in the Outer Layer and Centre of a Model Cheese During Its Brining and Storage in an Ammoniacal Atmosphere. *Lait*, 79, 553-566.

- GELEIJNSE, J.M., MWITTEMAN, J. C., BAK, A. A. A., DEN BREEIJEN, J. H., GROBBEE, D. E., 1994. Reduction in Blood Pressure with a Low Sodium, High Potassium, High Magnesium Salt in Older Subjects with Mild to Moderate Hypertension. *BJM*, 309: 436-440p.
- GOMES, A.P., CRUZ, R.S., CADENA, R.S., CELEGHINI, R.M.S., FARIA, J.A.F., BOLINI, H.M.A., POLLONIO, M.A.R., AND GRANATO, D., 2011. Manufacture of Low-Sodium Minas Fresh Cheese: Effect of the Partial Replacement of Sodium Chloride with Potassium Chloride. *Journal of Dairy Science*, 94 (6) : 2701-2706p.
- GRUMMER, J., KARALUS, M., ZHANG, K., VICKERS, Z., SCHOENFUSS, T. C., 2012. Manufacture of Reduced-Sodium Cheddar-Style Cheese with Mineral Salt Replacers. *J. Dairy Sci.*, 95: 2830–2839.
- GUINEE, T.P., FEENEY, E.P., AUTY, M.A.E., FOX, P.F., 2002. Effect of pH and Calcium Concentration on Some Textural and Functional Properties of Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, 85 (7): 1655–1669p.
- GÜNEŞER, O., YÜCEER, Y. K., 2011. Characterisation of Aroma-Active Compounds, Chemical and Sensory Properties of Acid-Coagulated Cheese: Circassian Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64(4): 517-525p.
- GÜRSOY, O., 2005. Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanımı. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- GÜVEN, M., KARACA, O.B., 2001. Proteolysis Levels of White Cheeses Salted and Ripened in Brines Prepared from Various Salts. *International Journal of Dairy Technology*, 54 (1) : 29-33p.
- GÜZELER, N., PARLAK, Y., 2010a. Production and Properties of Abaza Cheese. The 1st International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” Proceedings Book. April, 15-17. Tekirdag, Turkey. 63-65p.
- GÜZELER, N., PARLAK, Y., 2010b. Production and Properties of Circassian Cheese. 11 th Egyptian Conference for Dairy Science and Technology - 1-3 November .

- HANNON, J.K., WILKINSON, M.G., DELAHUNTY, C.M., WALLACE, C.M., MORRISSEY, P.A., BERESFORD, T.P., 2003. Use of Autolytic Starter Systems to Accelerate the Ripening of Cheddar Cheese. *International Dairy Journal*, 13 (11) : 313-323p.
- HAYALOĞLU, A. A., ÖZER, B., 2011. Peynirde Olgunlaşma (A. HAYALOĞLU, D. ÖZER editör). *Peynir Biliminin Temelleri*, Sidas, İzmir, s. 173-209.
- HUANG, S., CHEN, X. D., 2013. Significant Effect of Ca^{2+} on Improving the Heat Resistance of Lactic Acid Bacteria. *FEMS Microbiol. Lett.*, 344: 31–38.
- IDF, 2004. Cheese and Processed Cheese. Determination of the Total Solids Content (Reference Method). ISO 5534:2004 (IDF 4: 2004). International Organization for Standardization.
- IDF, 2008. Cheese. Determination of fat content. Butyrometer for Van Gulik method. ISO 3432:2008 (IDF 221: 2008). International Organization for Standardization.
- IDF, 2014. Milk and milk products. Determination of Nitrogen Content. Part 1: Kjeldahl Principle and Crude Protein Calculation. ISO 8968-1:2014 (IDF 20-1:2014). International Organization for Standardization.
- IRE, F.S., IKE, V. C., 2014. Screening and Optimization of Process Parameters for the Production of Lipase in Submerged Fermentation by *Aspergillus carbonarius* (Bainier) IMI 366159. *Annual Research & Review in Biology*, 4:16, 2587-2602.
- KAMBER, U., 2005. Geleneksel Anadolu Peynirleri. Miki Matbaacılık, Ankara.
- KAMBER, U., 2008. The Traditional Cheeses of Turkey: “Marmara Region”. *Food Reviews International*. 24 (1): 175 – 192p.
- KAMLEH, R., OLABI, A., TOUFEILI, I., DAROUB, H., YOUNIS, T., AJIB, R., 2015. The Effect of Partial Substitution of NaCl with KCl on the Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Akkawi Cheese. *J. Sci. Food Agric.*, 95: 1940–1948.

- KARAGÖZLÜ, C., KINIK, Ö., AKBULUT, N., 2008. Effects of Fully and Partial Substitution of NaCl by KCl on Physico-Chemical and Sensory Properties of White Pickled Cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59 (3): 181-191p.
- KARAHADIAN, C. , LINDSAY, R. C.,1984. Flavor and Textural Properties of Reduced-Sodium Process American Cheeses, *J. Dairy Sci.*, 67 (9) :1892–1904p.
- KARAMAN,M., ÜNAL, H. U., YILMAZ, M. İ., 2014. Kronik Böbrek Hastalığında Magnezyumun Önemi: Yeni Görüşler Magnezyum ve Kronik Böbrek Hastalığı. *Turk. Neph. Dial .Transpl.*, 23 (2): 77-84 s.
- KARDEŞOĞLU, E., APARCI, M., 2010. Kardiyovasküler Hastalıklarda Sodyum Tüketimi Ölçütleri, *Journal of Cardiology Special Topics*, 3(2) : 27-35p.
- KATSIARI, M. C., ALİCHANİDİS, E., VOUTSİNAS , L. P., ROUSSİSC I. G., 2000. Proteolysis in Reduced Sodium Feta Cheese Made by Partial Substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*, 10(9) : 635–646p.
- KATSIARI, M. C., ALİCHANİDİS, E., VOUTSİNAS , L. P., ROUSSİSC I. G., 2001b. Proteolysis in Reduced Sodium Kefalograviera Cheese Made by Partial Replacement of NaCl with KCl , *Food Chemistry*, 73 : 31-43p.
- KATSIARI, M. C., VOUTSİNAS , L. P., ALİCHANİDİS, E.,ROUSSİSC I. G.,1997. Reduction of Sodium Content in Feta Cheese by Partial Substitution of NaCl by KCl. *Int. Dairy Journal*, 7: 465-472p.
- KATSIARI, M. C., VOUTSİNAS , L. P., ALİCHANİDİS, E.,ROUSSİSC I. G.,1998. Manufacture of Kefalograviera Cheese with Less Sodium by Partial Replacement of NaCl with KCl, *Food Chemistry*, 61(½) : 63-70p.
- KATSIARI, M. C., VOUTSİNAS , L. P., ALİCHANİDİS, E.,ROUSSİSC I. G., 2001a. Lipolysis in Reduced Sodium Kefalograviera Cheese Made by Partial Replacement of NaCl with KCl. *Food Chemistry*, 72 (2): 193–197p.
- KETENOĞLU, O., CANDOĞAN, K., 2011. Düşük Sodyumlu Tuz Kullanımının Köftelerin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi.*Gıda*, 36 (2) : 63-69 s.
- KILIÇ, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, No: 542, 1-423.

- KILIÇ, S., KARAGÖZLÜ, C., UYSAL, H., AKBULUT, N., 2002. İzmir Piyasasında Satılan Bazı Peynir Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Sodyum ve Potasyum Düzeyleri Üzerine Bir Değerlendirme. Gıda, 27 (3): 229-234 s.
- KOÇAK, C., 2007. Peynir Teknolojisi (A.YETİŞEMİYEN editör). Süt Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 1560, Ders Kitabı : 513, Ankara, s.137-175.
- KOÇAK, C., KILIÇ AKYILMAZ, M., TURHAN, M., 2011. Peynirde Tuzlama (A. HAYALOĞLU, D. ÖZER editör). Peynir Biliminin Temelleri, Sidas, İzmir, s. 235-262.
- KOÇAK, C., GÜZEL-SEYDİM, Z. B., 2011. Kazein Kimyası ve Sütün Pıhtılaşma Mekanizması (A. HAYALOĞLU, D. ÖZER editör). Peynir Biliminin Temelleri, Sidas, İzmir, s. 53-78 .
- KOÇAK, C., AYDINOĞLU, G., USLU, K. 1997. Ankara Piyasasında Satılan Dil Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 22 (4): 251-255s.
- KUCHROO, C.N., FOX, P.F., 1982. Soluble Nitrogen in Cheddar Cheese : Comparison of Extraction Procedures. Milchwissenschaft, 37 (6) : 331-335p.
- KUMAR, S., KANAWJIA, S. K., 2012. Influence of Partial Replacement of NaCl with KCl on Sensory and Textural Characteristics of Buffalo Feta-Type Cheese During Ripening. Journal of Food Processing and Preservation, 36: 431–437.
- LABORDA, M. A., RUBÍOLO, A. C., 1999. Proteolysis of Fynbo Cheese Salted with NaCl/KCl and Ripened at Two Temperatures. Journal of Food Science, 64(1) : 33-36p.
- LESAGE, L., VOILLEY, A., LORIENT, D., BÉZARD, J., 1993. Sodium Chloride and Magnesium Chloride Affected by Ripening of Camembert Cheese. Journal of Food Science, 58 (6): 1303–1306p.
- LINDSAY, R.C., HARGETT, S.M., BUSH, C.S., 1982. Effect of Sodium/Potassium (1:1) Chloride and Low Sodium Chloride Concentrations on Quality of Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 65(3): 360–370p.

- LUCEY, J. A., FOX, P. F., 1993. Importance of Calcium and Phosphate in Cheese Manufacture: A Review. *Journal of Dairy Science*, 76 (6): 1714–1724p.
- MAIA, M. M. D., HEASLEY, A., CAMARGO DE MORAIS, M. M., MELO, E. H. M., MORAIS JR. M. A., LEDINGHAM, W. M., LIMA FILHO, J. L., 2001. Effect of culture conditions on lipase production by *Fusarium solani* in batch fermentation. *Bioresource Technology*, 76, 23-27.
- MENDİL, D., 2006. Mineral and Trace Metal Levels in Some Cheese Collected from Turkey, *Food Chemistry*, 96 : 532-537p.
- METİN, M., 2012. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Basımevi, ISBN: 9759784102.
- NUNEZ, M., GARSIA-ASER, C., RODRIGUEZ-MARTIN, M.A., MEDINA, M., GAYA, P., 1986. The Effect of Rippening and Cooking Temperatures on Proteolysis and Lipolysis in Manchego Cheese. *Food Chemistry*, 21: 115-123p.
- ÖKSÜZ, E., 2004. Hipertansiyonda Klinik Değerlendirme ve İlaç Dışı Tedavi. *Sted.*, 13 (3): 99-104 s.
- ÖKSÜZTEPE, G., İNCİLİ, G. K., UYSAL, İ.A., 2013. Elazığ'da Satılan Çökelek ve Kurutların Mineral Madde ve Ağır Metal Düzeyleri. *NWSA-Veterinary Sciences*, 8 (3): 1-9 s.
- OLUK, C. A., GÜVEN, M., 2015. Ekzopolisakkarit Üreten ve Üretmeyen Kültür Kullanımının Tulum Peynirlerinin Serbest Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkileri. *Gıda*, 40 (4): 201-208 s.
- ÖZDEMİR, S., ÖZDEMİR, C., ÇELİK, Ş., ŞEKERCİ, P., 2010. Peynir Teknolojisinde Modern Tuzlama Teknikleri, *Proceedings of the 1 St International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus"* , April, 15-17, Tekirdağ, Turkey.
- ÖZENEN, Z. D., 1988. Hipertansiyonlu Hastalar İçin Düşük Sodyumlu Beyaz Peynir İmalatı Üzerine Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, s. 43.

- 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, s. 105.
- PARLAK, Y., GÜZELER, N., AYAR, A., 2012. Tütsüleme ve Peynir Teknolojisindeki Uygulamaları. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, s. 416–418.
- PASTORINO, A. J., RICKS, N. P., HANSEN, C. L., MCMAHON, D. J., 2003. Effect of Calcium and Water Injection on Structure-Function Relationships of Cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 1, 105-113.
- PATAKY, A. E., 2013. Sodium Reduction in Blue Cheese with and without Replacement by KCl. Master Thesis, Minnosata University, 1-128.
- PAVIA, M. , TRUJILLO, A.J., GUAMIS, B. , FERRAGUT, V., 2000. Ripening Control of Salt-Reduced Manchego-Type Cheese Obtained by Brine Vacuum-Impregnation. *Food Chemistry*, 70 : 155-162 p.
- PINHO, O., MENDES, E., ALVES, M.M., FERREIRA, I.M.P.L.V.O., 2004. Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. *Journal of Dairy Science*, 87 (2): 249–257 p.
- PIRAS, C., MARINCOLA F. C., SAVORANI F., ENGELSEN S.B., COSENTINO S., VIALE S., PISANO M.B., 2013. A NMR Metabolomics Study of the Ripening Process of the Fiore Sardo Cheese Produced with Autochthonous Adjunct Cultures. *Food Chemistry* 141: 2137–2147p.
- REDDY, K. A., MARTH, E. H., 1993. Composition of Cheddar Cheese Made with Sodium Chloride and Potassium Chloride Either Singly or As Mixtures. *Journal of Food Composition and Analyses*, 6: 354-363p.

- RUYSSEN, T., JANSSENS, M., VAN GASSE, B., VAN LAERE, D., VAN DER EECKEN, N., DE MEERLEER, M., VERMEIREN, L., VAN HOORDE, K., MARTINS, J.C., UYTENDAELE, M., DE VUYST, L. 2013. Characterisation of Gouda Cheeses Based on Sensory, Analytical and High-Field ^1H Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy Determinations: Effect of Adjunct Cultures and Brine Composition on Sodium-Reduced Gouda Cheese. *International Dairy Journal*, 33 (2): 142–152p.
- SAHU, J. K., 2010. Coagulation Kinetics of High Pressure Treated Acidified Milk Gel for Preparation Chhana (An Indian Soft Cottage Cheese). *International Journal of Food Properties*, 13:1054–1065.
- SAMUR, G., YILDIZ, E., 2012. Obezite ve Kardiyovasküler Hastalıklar/Hipertansiyon. Klasmat Matbaacılık, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 729, ISBN : 9789755902456.
- SAY, D., 2008. Haşlama Suyunun Tuz Konsantrasyonu ve Depolama Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, s. 131.
- SCHROEDER, C.L., BODYFELT, F.W., WYATT, C. J., McDANIEL, M.R., 1988. Reduction of Sodium Chloride in Cheddar Cheese: Effect on Sensory, Microbiological, and Chemical Properties. *J. Dairy Sci.*, 71:2010-2020p.
- SHINTU, L., CALDARELLI, S., 2005. High-Resolution MAS NMR and Chemometrics: Characterization of the Ripening of Parmigiano Reggiano Cheese. *J. Agric. Food Chem.*, 53 (10): 4026–4031p.
- SIĞRAMAZ, H., 2014. Değişik Yöntemlerle Üretilen Çerkez Peynirlerinin Biyojen Amin İçeriklerinin Tespiti. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 84 sayfa.
- SİMOV, Z. H. I., IVANOV, G. Y. 2005. Growth and Proteolytic Activity of *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in Reduced Sodium Kashkaval Cheese. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21: 1285-1289p.
- SOLAK GÖRMÜŞ, I. Z., ERGENE, N., 2004. Magnezyumun Klinik Önemi. *Genel Tıp Derg.*, 14 (2): 69-75p.

- TAN, S., ERTÜRK, Y. E., 2002. Peynir, T.E.A.E.-Bakış, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı:1, Nüsha:11, Aralık, ISSN 1303-8346.
- TAYLOR, D. L., 1983. New Option to Produce Low-Sodium Cheese. Food Engineering, 55 (7): 50–51p.
- THIBAUDEAU, E., ROY, D., ST-GELAIS, D., 2015. Production of Brine-Salted Mozzarella Cheese with Different Ratios of NaCl/KCl. International Dairy Journal, 40: 54-61.
- TUIK, 2015. Süt ve Süt Ürünleri Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ocak-Aralık 2015 Haber Bültenleri.
- TUYNIS, A. J., 1988. Salt and Gastrointestinal Cancer. Nutrition and Cancer, 11(4): 229-232p.
- ÜÇÜNCÜ, M., 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. 1. ve 2. Cilt, Meta Basım Matbaası, İzmir, s. 541.
- ÜNSAL, A., 2000. Süt Uyuyunca. Türkiye Peynirleri. Yapı Kredi Yayınları. 1339, s. 223.
- UPRETI, P., MCKAY, L. L., METZGER, L. E., 2006. Influence of Calcium and Phosphorus, Lactose, and Salt-to-Moisture Ratio on Cheddar Cheese Quality: Changes in Residual Sugars and Water-Soluble Organic Acids During Ripening. J. Dairy Sci. 89: 429–443p.
- UPRETI, P., METZGER, L. E., 2006. Influence of Calcium and Phosphorus, Lactose, and Salt-to-Moisture Ratio on Cheddar Cheese Quality: Manufacture and Composition. J. Dairy Sci., 89, 420–428.
- UYSAL, H., KAVAS, G., AKBULUT, N., 1998. Çerkes Peynirinin Yapılışı ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Geleneksel Süt Ürünleri. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Ankara. s. 96-103.
- UYSAL, H.R., GÖNÇ, S., OYSUN, G., KARAGÖZLÜ, C. 1996. Peynir Olgunlaşmasında Proteolizin Belirlenmesi için Kimyasal Metodlar, E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:519, Bornova, İzmir.

- ZANARDI, E., GHIDINI, S., CONTER, M., IANIERI, A., 2010. Mineral Composition of Italian Salami and Effect of NaCl Partial Replacement on Compositional, Physico-chemical and Sensory Parameters. *Meat Science*, 86: 742–747.
- ZHANG, N., ZHAO, X. H., 2010. Study Of *Mucor spp.* in Semi-Hard Cheese Ripening. *J. Food Sci. Technol.*, 47(6): 613–619p.



ÖZGEÇMİŞ

05.02.1978 yılında Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 1994 yılında başladığı Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü’nden bir yıl ingilizce hazırlık eğitimi alarak 1999 yılında mezun oldu. Aynı yıl Süt Teknolojisi Anabilim dalında yüksek lisansa başladı ve 2002 yılında tamamladı. 2000-2005 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Suşehri Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak çalıştı. 2005 yılından beri Sakarya Üniversitesi Pamukova Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.



EKLER



Ek 1. Yoğurt yada ekşi peyniraltı suyunun sıcak süte ilavesi





Ek 2. Sütün sıcaklık ve laktik asit etkisiyle pıhtılaştırılması



Ek 3. Pıhtılaşmanın Tamamlanması



Ek 4. Pıhtının bir kepçe yardımıyla süzgece alınması



Ek 5. Çerkez peynirlerinin baskılanması ve şekillendirilmesi





Ek 6. Çerkez Peyniri



Ek 7. İslı Çerkez Peyniri

