T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI STARTER KÜLTÜR ORANLARI İLE HAYVANSAL VE MİKROBİYEL KAYNAKLI PEYNİR MAYALARI KULLANILARAK ÜRETİLEN TAM YAĞLI BEYAZ PEYNİRLERİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ufuk EREN VAPUR

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2010



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI STARTER KÜLTÜR ORANLARI İLE HAYVANSAL VE MİKROBİYEL KAYNAKLI PEYNİR MAYALARI KULLANILARAK ÜRETİLEN TAM YAĞLI BEYAZ PEYNİRLERİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ufuk EREN VAPUR

Yrd. Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2010

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI STARTER KÜLTÜR ORANLARI İLE HAYVANSAL VE MİKROBİYEL KAYNAKLI PEYNİR MAYALARI KULLANILARAK ÜRETİLEN TAM YAĞLI BEYAZ PEYNİRLERİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ufuk EREN VAPUR

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 31/03/ 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)

Prof. Dr. Sevda KILIÇ

Doç. Dr. Mehmet KOYUNCU

Yrd. Doç. Dr. Vildan UYLAŞER

Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

ÖZET

FARKLI STARTER KÜLTÜR ORANLARI İLE HAYVANSAL VE MİKROBİYEL KAYNAKLI PEYNİR MAYALARI KULLANILARAK ÜRETİLEN TAM YAĞLI BEYAZ PEYNİRLERİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada 8 ayrı Beyaz peynir üretilmiş ve denemeler 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her bir peynir örneği (+4) - (+6) °C' de 3 ay olgunlaşmaya bırakılarak olgunlaşmanın 1. , 15., 30., 60. ve 90. gününde analize alınmıştır. Toplam incelenen örnek sayısı 80 adet olup üretim 1,2 ton kapasiteli teknelerde gerçekleştirilmiştir. Denemeyi oluşturan hammadde süt kontrol grubu peynirler dahil 72 ^{0}C'de 10 dakika pastörize edilmiş ve starter kültür oranları değiştirilerek 3 farklı kültür oranı uygulanmıştır. Kontrol grubu peynirler kültür ilave edilmeden hem hayvansal hem de mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak üretilmiştir. Starter kültür ilave edilen peynirler, her bir kültür oranı için hayvansal rennin enzimi ve mikrobiyel rennin enzimi ayrı ayrı kullanılarak üretim gerçekleştirilmiştir. Kullanılan starter kültür oranı 5 DCU/ton, 10 DCU/ton, 20 DCU/ton olarak belirlenmiştir. Peynir üretiminde *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ile, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* bakteri suşlarını içeren mezofilik–termofilik (DVS) karışık kültür kullanılmıştır. Üretilen peynir örneklerine kimyasal, biyokimyasal ve duyusal analizler uygulanmıştır.

Yapılan çalışmada kullanılan maya orijininin farklı olmasının peynirin kimyasal analiz sonuçlarında çok fazla bir değişim yaratmadığı ancak duyusal analiz sonuçlarında etkili olduğu belirtilmiştir. Peynirin kimyasal ve duyusal özellikleri üzerinde en etkili faktörlerin birinci derecede peynirin olgunlaşma süresi daha sonra da starter kültür kullanım oranları olduğu belirlenmiştir. Bütün bu faktörlerin dışında kullanılan hammadde sütün asitlik değerindeki değişimin peynirin yapı-görünüş ve tekstürel özelliğini etkilediği bulunmuştur.

Peynir örneklerinde 90.gün sonunda ortaya çıkan toplam serbest amino asit miktarı olarak ise en fazla serbest amino asit 5 DCU/ton starter kültür oranı kullanılarak mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde bulunmuştur. Ayrıca bu peynir örneği duyusal olarak genel kabul edilebilirlik anlamında en çok beğenilen peynir örneği olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, starter kültür, hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi, olgunlaşma süresi.

ABSTRACT

DETERMINATION OF FULL FAT WHITE CHEESE CHARACTERISTICS WHICH is PRODUCED by USING ANIMAL and MICROBIAL SOURCE of CHEESE YEAST with DIFFERENT STARTER CULTURE RATIONS

In this study 8 different white cheeses were produced and the trials were carried out 2 repetitions. Each cheese sample was ripened for 3 months at (+4) to (+6) ^{0}C and on 1 th., 30 th, 60 th and 90 th day of ripening, the samples were analyzed. Total analyzed sample number is 80, production was carried out in 1, 2 tons capacity vats. Raw materials of the trial including control group of milk were pasteurized at 72 ^{0}C for 10 minutes, 3 different cultures ratio were used by changing the starter culture ratio. Culture addition weren't applied to control group of cheese, separately, rennin enzymes were used both animal source and microbial source production of cheese by adding starter culture, for each culture ratio were carried out by using both animal source rennin enzyme and microbial source rennin enzyme. Used starter culture ratio was carried out 5 DCU/tons, 10 DCU/tons and 20 DCU/tons. In cheese production, mesofilic – thermophilic (DVS) mixed culture was used which incluede lactococcus lactis subsp. lactis, *Lactococcus lactis* sıbsp. *cremoris* and *Streptococcus salivarious* subsp. *thermophilus* bacteria strains.

In study, it is observed that yeast origin differentiation does not bring up a high differentiation in the cheese chemical analysis results; but this differentiation is not so obvious organoleptically. It is observed that, first of the factors which cause differentiation in cheese chemical and sensory characteristics is cheese ripening period and second starter culture using rations. It is observed that, first of the factors which cause differentiation in cheese chemical and sensory characteristics is cheese ripening period and second starter culture using ratios. It is observed that, used raw material except all these factors effect cheese structure- appearance and textural characteristics on milk acidity value changing. In cheese samples, it is found that end of 90th day, total free amino acid amount is maximum 5 DCU/tons in cheese sample by using microbial rennin enzyme. Besides, this cheese sample is acceptable for orgonoleptically in general acceptability mean the like's cheese sample.

Key Words: White cheese, starter culture, animal and microbial source rennin enzyme, ripening period.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI…….....II

ÖZET…….....III

ABSTRACT…….....IV

İÇİNDEKİLER…….....V

KISALTMALAR DİZNİ…….....XI

ÇİZELGELER DİZNİ……..…….....XII

ŞEKİLLER DİZNİ…….....XXI

SİMGELER DİZNİ…….....XXV

GİRİŞ…….....1

1. KAYNAK ARAŞTIRMASI…….....9

1.1. Beyaz Peynirde Starter Kültürün Önemi……..9

1.2. Peynir Yapımında Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler……15

1.3. Peynirdeki Biyokimyasal Değişmeler……..…….....22

2. MATERYAL YÖNTEM.....37

2.1. Materyal…….....37

2.1.1. Peynirlerin Üretiminde Kullanılan Starter Kültürler……..37

2.1.2. Peynirlerin Üretiminde Kullanılan Peynir Mayaları…….....37

2.2. Yöntem……38

2.2.1. Denemenin Düzenlenmesi…….....38

2.2.2. Deneme Beyaz Peynirlerinin Üretimi…….....39

2.2.2.1. Beyaz Peynir Üretimi…….....39

2.2.2.2. Starter Kültür İlavesiz (Kontrol Grubu) Beyaz Peynir Üretimi…….40

2.2.3. Kültürlerin Aktive Edilmesi……...…….....40

2.2.4. Tekne Sütüne İlave Edilecek Maya Miktarının Belirlenmesi…….....41

2.2.5. Peynirlerden Örnek Alma ve Analize Hazırlama…….....42

2.2.6. Sütlerde Yapılan Analizler……...42

2.2.6.1. Duyusal Analizler…….....42

2.2.6.2. Koliform Grubu Mikroorganizma ve *Escherichia coli* Sayımı….....42

2.2.6.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler…….....43

2.2.6.3.1. Süt Örneklerinde Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi……..43

2.2.3.3.2. Süt Örneklerinde % Yağ Oranının Belirlenmesi.....43

2.2.6.3.3 Süt Örneklerinde % Yağsız Kurumadde Oranının Belirlenmesi……..43

2.2.6.3.4. Süt Örneklerinde % Laktoz Oranının Belirlenmesi….....43

2.2.6.3.5. Süt Örneklerinde % Protein Oranının Belirlenmesi…….....43

2.2.7. Peynirde Yapılan Analizler……..43

2.2.7.1. Peynir Randımanı…….....43

2.2.7.2. Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler…….....44

2.2.7.2.1. Peynir Örneklerinde Kurumadde Oranının Belirlenmesi.....44

2.2.7.2.2. Peynir Örneklerinde % Yağ Oranının Belirlenmesi.....44

2.2.7.2.3. Peynir Örneklerinde Kurumadde de % Yağ Oranının Belirlenmesi…….44

2.2.7.2.4. Peynir Örneklerinde Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi……..44

2.2.7.2.5. Peynir Örneklerinde pH' nın Belirlenmesi…….....45

2.2.7.2.6. Peynir Örneklerinde % Tuz Oranının Belirlenmesi….....45

2.2.6.2.7. Peynir Örneklerinde Kurumadde % Tuz Oranının Belirlenmesi….....45

2.2.7.2.8. Peynir Örneklerinde Schilowitsch Yöntemi ile Olgunlaşma Derecesinin Belirlenmesi….....45

2.2.7.2.9. Peynir Örneklerinde Formol Titrasyon Yöntemi ile Protein Oranının Belirlenmesi…….46

2.2.7.2.10. Peynir Örneklerinde Toplam Azotlu Maddelerin Belirlenmesi….....46

2.2.7.2.11. Peynir Örneklerinde Suda Çözünen Azot Oranının Belirlenmesi……..47

2.2.7.2.12. Peynir Örneklerinde Triklor Asetik Asitte Çözünen Azot (TCA) Oranının Belirlenmesi…….....47

2.2.7.2.13. Peynir Örneklerinde Serbest Amino Asit Değerlerinin Hesaplanması…….....47

2.2.7.2.13.1. Kullanılan Çözeltiler ve Standartlar….....48

2.2.7.2.13.2. Cihaz (HPLC) Koşulları…….....48

2.2.7.2.13.3. Amino Asit Standartlarının Hazırlanması.....49

2.2.7.2.13.4. Örneklerin Analize Hazırlanması…….....53

2.2.7.2.14. Tekne Sütünde Maya İlavesinden Sonra Viskozite (cp)Belirlenmesi…….....54

2.2.7.3. Peynir Örneklerinde Duyusal Analizler…….55

2.2.8. Salamurada Yapılan Analizler…….56

2.2.8.1. Salamurada Titrasyon Asitliğinin (SH) Belirlemesi…….....56

2.2.8.2. Salamurada pH Değerinin Belirlenmesi…….....56

2.2.8.3. Salamurada Tuz Değerlerinin Belirlenmesi……...57

2.2.9. İstastistiksel Analizler…….....57

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....58

3.1. Peynir Randımanı……58

3.2. Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler…….....60

3.2.1. Kurumadde Oranı…….....60

3.2.2. Yağ Oranı…….....65

3.2.3. Kurumadde de % Yağ Oranı ……67

3.2.4. Tuz Oranı…….....71

3.2.5. Kurumadde de % Tuz Oranı…….....73

3.2.6. pH…….....78

3.2.6.1. Peynir İç pH Değişimleri…….....79

3.2.6.2. Peynir Dış pH Değişimleri…….....82

3.2.7. Titrasyon Asitliği (SH)…….85

3.2.8. Toplam Azot (TN)…….89

3.2.9. Suda Eriyen Azot (SEA)……...92

3.2.10. Triklor Asetik Asitte (TCA) Çözünen Azot……97

3.2.11. Olgunlaşma Derecesi- Scihilowitch Yöntemi……100

3.2.12. Formal Titrasyon……104

3.2.13. Beyaz Peynirlerin Amino Asit İçerikleri……108

3.2.13.1 Aspargin (Asn)…….108

3.2.13.2 Aspartik Asit (Asp)……..110

3.2.13.3. Serin (Ser)……...110

3.2.13.4. Glisin (Gly)……112

3.2.13.5. Glutamin (Gin)……113

3.2.13.6. Lysin (Lys)……..114

3.2.13.7. Sistein (Cys)…….....115
3.2.13.8. Glutamik Asit (Glu)…….....117
3.2.13.9. Threonin (Thr)……118
3.2.13.10. Alanin (Aln)…….120
3.2.13.11. Prolin (Pro)…….....121
3.2.13.12. Valin (Val)…….....122
3.2.13.13. Methionin (Met)…….....123
3.2.13.14. Triptofan (Trp)…….125
3.2.13.15. Arginin (Arg)……126
3.2.13.16. Sistin (Cys)…….....127
3.2.13.17. Tyrosin (Tyr)…….....128
3.2.13.18. Fenilalanin(Phe)…… …….....130
3.2.13.19. Hidroksiprolin (Hyp)…….131
3.2.13.20. Lösin-İsolösin (Leu)…… …….133
3.2.13.21. Histidin (His)…….....135
3.2.14. Beyaz Peynirlerde Ortaya Çıkan Toplam Sebest Amino Asit Miktarları……..136
3.2.14.1. Beyaz Peynirlerin Toplam Serbest Amino Asit İçeriklerinin Olgunlaşma Süresine Bağlı Olarak Ortalama Değişimleri……..136
3.2.14.2. Peynir Örneklerinde Ortalama Toplam Amino Asit Miktarlarının Peynir Gruplarına Göre Değişimleri…….147
3.2.14.3. Peynir Örneklerinde Serbest Amino Asitlerin Oransal Sırası….....148
3.2.15. Beyaz Peynir Salamuralarının Kimyasal Analiz Sonuçları……..150
3.2.15.1. Dolum Salamurası Asitlik (pH)……150
3.2.15.2. Salamura Titrasyon Asitliği (SH)……..153

3.2.15.3. Salamura % tuz Oranı…….156

3.2.16. Tekneye Alınan Sütlerde Maya İlavesinden Sonra Pıhtı Kırım Olgunluğuna Gelen Telemede Kırım Öncesi Viskozite (cp) Değerleri……..158

3.3. Korelasyon Katsayıları Açısından Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi…….160

3.3.1. Beyaz Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi……...160

3.3.2. Serbest Amino Asitler Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi……...161

3.3.3. Beyaz Peynir Ambalajı İçindeki Salamura Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi…..163

3.4. Duyusal Özellikler…….163

3.4.1. Yapı ve Görünüş……..164

3.4.2. Tekstür…….168

3.3.3. Tat……171

3.3.4. Tuzluluk……...176

3.3.5. Koku…….179

3.1.6. Renk…….182

3.1.7. Aroma……...184

3.1.8. Genel Kabul Edilebilirlik…….....187

SONUÇ…….191

KAYNAKLAR…….197

EKLER…….....221

ÖZGEÇMİŞ…….....237

TEŞEKKÜR…….....238

KISALTMALAR DİZNİ

dk - Dakika

g - Gram

sn - Saniye

mL - Mililitre

cp - Viskozite (santipoiz)

ÇİZELGELER DİZNİ

Çizelge 1.1. Türkiye'de kişi başına düşen peynir (genel) tüketimi (kg/yıl)…….2

Çizelge 1.2. Türkiye'de süt ve ürünleri ile uğraşan girişimciler…….....3

Çizelge 1.3. Sütün rennet enzimi ile pıhtılaşma zamanını etkileyen faktörler……22

Çizelge 1.4. Peynir olgunlaşması boyunca biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda 3 temel süt bileşeninden ortaya çıkan tat bileşikleri……24

Çizelge 1.5. Amino asitlerin lezzet tanımları ve eşik değerleri……..34

Çizelge 2.1. Deneme sütlerinin kimyasal analiz sonuçları…….37

Çizelge 2.2. Beyaz peynir üretiminde kullanılan deneme deseni……...38

Çizelge 2.3. Kullanılan amino asit standartları……...49

Çizelge 2.4. Beyaz peynir örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan skala……..56

Çizelge3.1. Beyaz peynir örneklerine ait randıman değerleri ……59

Çizelge 3.2.1. Peynir örneklerine ait kurumadde oranları (%)……...61

Çizelge 3.2.2. Peynir örneklerinin kurumadde oranlarına ait varyans analiz sonuçları….63

Çizelge 3.2.3. Peynir örneklerinin kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları ……....64

Çizelge 3.2.4. Beyaz peynir örneklerine ait % yağ oranları……65

Çizelge 3.2.5. Peynir örneklerinin % yağ oranlarına ait varyans analiz sonuçları……..67

Çizelge 3.2.6. Peynir örneklerinin % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları…….67

Çizelge 3.2.7. Beyaz peynir örneklerine ait kurumadde de % yağ oranları.……....68

Çizelge 3.2.8. Peynir örneklerinin kurumadde de % yağ oranlarına ait varyans analiz sonuçları……..70

Çizelge 3.2.9. Peynir örneklerinin kurumadde de % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları……..70

Çizelge 3.2.10. Beyaz peynir örneklerine ait % tuz değerleri……71

Çizelge 3.2.11. Peynir örneklerinin % tuz oranlarına ait varyans analiz sonuçları……...72

Çizelge 3.2.12. Peynir örneklerinin % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları……...73

Çizelge 3.2.13. Beyaz peynir örneklerine ait kurumadde de % tuz değerleri……74

Çizelge 3.2.14. Peynir örneklerinin kurumadde de % tuz oranlarına ait varyans analiz sonuçları……..77

Çizelge 3.2.15. Peynir örneklerinin kurumadde de % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları……78

Çizelge 3.2.16. Beyaz peynir örneklerine ait iç pH değerleri……79

Çizelge 3.2.17. Beyaz peynir örneklerinin iç pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları……..81

Çizelge 3.2.18. Beyaz peynir örneklerinin iç pH değerlerine ait LSD testi sonuçları……82

Çizelge 3.2.19. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerleri……..83

Çizelge 3.2.20. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerlerinin varyans analizi sonuçları……84

Çizelge 3.2.21. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerlerine ait LSD testi sonuçları……..84

Çizelge 3.2.22. Beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (SH) değerleri……...86

Çizelge 3.2.23. Beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (SH) değerlerinin varyans analizi sonuçları……..88

Çizelge 3.2.24. Beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (SH) değerlerinin LSD testi sonuçları……..89

Çizelge 3.2.25. Beyaz peynir örneklerine ait toplam azot oranları……..90

Çizelge 3.2.26. Beyaz peynir örneklerine ait toplam azot oranlarının varyans analizi sonuçları……..91

Çizelge 3.2.27. Beyaz peynir örneklerine ait azot oranının LSD testi sonuçları……92

Çizelge 3.2.28. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranları…….94

Çizelge 3.2.29. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranlarının varyans analizi sonuçları…….....96

Çizelge 3.2.30. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranlarının LSD testi sonuçları……..97

Çizelge 3.2.31. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranları…….....98

Çizelge 3.2.32. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranlarının varyans analizi sonuçları……..99

Çizelge 3.2.33. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranlarının LSD testi sonuçları……100

Çizelge 3.2.34. Beyaz peynir örneklerine ait Schilowitsch yöntemine göre bulunan olgunlaşma derecesi……..101

Çizelge 3.2.35. Beyaz peynir örneklerine ait Schilowitsch metodu ile bulunan olgunlaşma derecesi varyans analizi sonuçları…….103

Çizelge 3.2.36. Beyaz peynir örneklerine ait Scihilowitsch Yöntemi ile belirlenen olgunlaşma derecelerinin LSD testi sonuçları……..104

Çizelge 3.2.37. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerleri……..105

Çizelge 3.2.38. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerlerinin varyans analizi sonuçları……107

Çizelge 3.2.39. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerlerine ait LSD testi sonuçları……107

Çizelge 3.2.13.1. Beyaz peynir örneklerine ait aspargin amino asit (Asn) değerleri…....109

Çizelge 3.2.13.2. Beyaz peynir örneklerine ait aspartik amino asit (Asp) değerleri……110

Çizelge 3.2.13.3. Beyaz peynir örneklerine ait serin amino asit (Ser) değerleri…….....111

Çizelge 3.2.13.4. Beyaz peynir örneklerine ait glysin amino asit (Gly) değerleri……...112

Çizelge 3.2.13.5. Beyaz peynir örneklerine ait glutamin amino asit (Gin) değerler……113

Çizelge 3.2.13.6. Beyaz peynir örneklerine ait lysin amino asit (Lys) değerleri…….115

Çizelge 3.2.13.7. Beyaz peynir örneklerine ait sistein amino asit (Cys) değerleri……..116

Çizelge 3.2.13.8. Beyaz peynir örneklerine ait glutamik asit (Glu) değerleri……..117

Çizelge 3.2.13.9. Beyaz peynir örneklerine ait threonin amino asit (Thr) değerleri……119

Çizelge 3.2.13.10. Beyaz peynir örneklerine ait alanin amino asit (Aln) değerleri…….120

Çizelge 3.2.13.11. Beyaz peynir örneklerine ait prolin amino asit (Pro) değerleri…….121

Çizelge 3.2.13.12. Beyaz peynir örneklerine ait valin amino asit (Val) değerleri……...122

Çizelge 3.2.13.13. Beyaz peynir örneklerine ait methionin amino asit (Met) değerleri..124

Çizelge 3.2.13.14. Beyaz peynir örneklerine ait triptofan amino asit (Trp) değerleri….125

Çizelge 3.2.13.15. Beyaz peynir örneklerine ait arginin amino asit (Arg) değerleri…...126

Çizelge 3.2.13.16. Beyaz peynir örneklerine ait sistin amino asit (Cys) değerleri……..127

Çizelge 3.2.13.17. Beyaz peynir örneklerine ait tyrosin amino asit (Tyr) değerleri…...129

Çizelge 3.2.13.18. Beyaz peynir örneklerine ait fenilalanin amino asit (PHe) değerleri……131

Çizelge 3.2.13.19. Beyaz peynir örneklerine ait hidroksiprolin amino asit (Hyp) değerleri……132

Çizelge 3.2.13.20. Beyaz peynir örneklerine ait lösin-isolösin amino asit (Leu) değerleri……134

Çizelge 3.2.13.21. Beyaz peynir örneklerine ait histidin amino asit (His) değerleri……135

Çizelge 3.2.14.1. Hayvansal rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)……...137

Çizelge 3.2.14.2. Mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr).138

Çizelge 3.2.14.3. 5 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)…….139

Çizelge 3.2.14.4. 5 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)…….140

Çizelge 3.2.14.5. 10 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)…….141

Çizelge 3.2.14.6. 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)……...142

Çizelge 3.2.14.7. 20 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)……143

Çizelge 3.2.14.8. 20 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)……...144

Çizelge 3.2.14.9. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresine bağlı olarak acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin bulunabilme oranı (%)……..145

Çizelge 3.2.14.10. Peynir örneklerinde olgunlaşma sonunda acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin bulunabilme oranı (%)…….....146

Çizelge 3.2.14.2.1. Olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinde ortalama toplam amino asit miktarlarının peynir gruplarına göre değişimleri ……147

Çizelge 3.2.14.3.1. Peynir örneklerinde belirlenen serbest amino asitlerin oransal sıralanışı……149

Çizelge 3.2.15.1. Salamurası pH değerleri…….....151

Çizelge 3.2.15.2. Beyaz peynir salamurası pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....152

Çizelge 3.2.15.3.Beyaz peynir dolum salamurası pH değerlerine ait LSD testi sonuçları……152

Çizelge 3..2.15.4. Salamura titrasyon asitliği (SH) değerleri……153

Çizelge 3.2.15.5. Beyaz peynir salamurası titrasyon asitliği (SH) değerlerine ait varyans analizi sonuçları……155

Çizelge 3.2.15.6. Beyaz peynir salamurası titrasyon asitliği (SH) değerlerine ait LSD testi sonuçları……155

Çizelge 3.2.15.7. Salamura % tuz oranları……...156

Çizelge 3.2.15.8. Beyaz peynir salamurası % tuz oranlarına ait varyans analizi sonuçları……157

Çizelge 3.2.15.9. Beyaz peynir salamurası % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları…158

Çizelge 3.2.16.1. Farklı kültür oranlarında sadece hayvansal maya ile üretilen beyaz peynir örneklerine ait tekne telemelerinin kırım zamanında belirlenen viskozite değerleri……159

Çizelge 3.2.16.2. Farklı kültür oranlarında sadece mikrobiyel maya ile üretilen beyaz peynir örneklerine ait tekne telemelerinin kırım zamanında belirlenen viskozite değerleri……159

Çizelge 3.3.1. Beyaz peynir örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısı değişimleri……161

Çizelge 3.3.2. Beyaz peynir örneklerine ait serbest amino asitlerin maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısı değişimleri……162

Çizelge 3.3.3. Beyaz peynir salamura örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısıdeğişimleri……..…….163

Çizelge 3.4.1. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerleri……165

Çizelge 3.4.2. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerlerinin varyans analizi sonuçları……166

Çizelge 3.4.3. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerlerinin LSD testi sonuçları……167

Çizelge 3.4.4. Beyaz peynir örneklerine ait tekstür değerleri……...168

Çizelge 3.4.5. Beyaz peynir örneklerine ait tekstür değerlerine ait varyans analizi sonuçları……170

Çizelge 3.4.6. Beyaz peynir örneklerinin tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları….171

Çizelge 3.4.7. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerleri……..172

Çizelge 3.4.8. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerlerinin varyans analizi sonuçları…174

Çizelge 3.4.9. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerlerinin LSD testi sonuçları…….175

Çizelge 3.4.10. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerleri……...176

Çizelge 3.4.11. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin varyans analizi sonuçları……177

Çizelge 3.4.12. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin LSD testi sonuçları..178

Çizelge 3.4.13. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerleri……179

Çizelge 3.4.14. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerlerinin varyans analizi sonuçları……180

Çizelge 3.4.15. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerlerinin LSD testi sonuçları…...181

Çizelge 3.4.16. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerleri…….182

Çizelge 3.4.17. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerlerinin varyans analizi sonuçları……183

Çizelge 3.4.18. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerlerinin LSD testi sonuçları……184

Çizelge 3.4.19. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerleri……..185

Çizelge 3.4.20. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerlerinin varyans analizi sonuçları……186

Çizelge 3.4.21. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerlerinin LSD testi sonuçları…187

Çizelge 3.4.22. Beyaz peynir örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değerleri…….....188

Çizelge 3.4.23. Beyaz peynir örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değerlerinin varyans analizi sonuçları……189

Çizelge 3.4.24. Beyaz peynir örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değerlerinin LSD testi sonuçları……...190

ŞEKİLLER DİZNİ

Şekil.1.1. Yıllara göre beyaz peynir üretimi……4

Şekil 1.2. Peynir olgunlaşmasında *Lactococcus* enzimleri ……...12

Şekil 1.3. K-kazein fraksiyonu ……..21

Şekil 1.4. Rennet ile pıhtılaşma……..21

Şekil 1.5. Peynir olgunlaşması boyunca oluşan biyokimyasal tepkimeler…….25

Şekil 1.6. Mezofilik ve termofilik laktik asit bakterilerinin laktoz metobolizması……27

Şekil 1.7. Peynirde proteolizin gerçekleşmesi (kazeinin amino asitlere hidrolizi)…. …..30

Şekil 1.8. Peynirde serbest amino asit katabolizması…….32

Şekil 1.9. Peynir olgunlaşması boyunca acı peptidlerin oluşumu……..33

Şekil 1.10. Peynirde triesolgliserol ve serbest yağ asitleri metabolizması…….36

Şekil 2.1. Starter kültürlü beyaz peynir üretim akış şeması.....39

Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC)……48

Şekil 2.3. Amino asit standardına ait alınan kromatogram…….....50

Şekil 2.4. Cihaza (HPLC) verilen 19 adet amino asit standartlarına ait kromatogramlar...53

Şekil 2.5. HPLC analizi için örnek hazırlama akış şeması…….54

Şekil 2.6. Kullanılan Brookfield digital viscometer (HB-DV-II + Ro) modeli……..55

Şekil 3.2.1 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % kurumadde oranının değişimi...61

Şekil 3.2.2 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % yağ değerlerinin değişimi…….66

Şekil 3.2.3. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin kurumadde % yağ değerlerinin değişimi……...69

Şekil 3.2.4. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % tuz değerlerinin değişimi…….72

Şekil 3.2.5. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin kurumadde % tuz değerlerinin değişimleri……..75

Şekil 3.2.6 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin iç pH değerlerinin değişimi……...80

Şekil 3.2.7. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin dış pH değerlerinin değişimi……83

Şekil 3.2.8. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin (SH) değişimi……...87

Şekil 3.2.9.Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin toplam azot değerlerinin değişimi….90

Şekil 3.2.10 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin suda eriyen azot değerleri……94

Şekil 3.2.11. Olgunlaşma sürecinde peynir örneklerinin TCA' da çözünen azot miktarlarındaki değişim…….98

Şekil 3.2..12.Olgunlaşma sürecinde peynir örneklerinin Schilowitsch yöntemi ile bulunan olgunlaşma derecelerindeki değişim…….102

Şekil 3.2.13. Olgunlaşma sürecinde peynir örneklerinin formol titrasyon değeri ile bulunan protein değerlerindeki değişim……106

Şekil 3.2.13.1. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin asparagin amino asit değerlerindeki değişim……..109

Şekil 3.2.13.2. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin serin amino asit değerlerindeki değişim……..111

Şekil 3.2.13.3. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin glysin amino asit değerlerindeki değişim……..113

Şekil 3.2.13.4. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin glutamin amino asit değerlerindeki değişim……..114

Şekil 3.2.13.5. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin sistein amino asit değerlerindeki değişim……..116

Şekil 3.2.13.6. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin glutamik asit değerlerindeki değişim……..118

Şekil 3.2.13.7. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin threonin amino asit değerlerindeki değişim……..119

Şekil 3.2.13.8. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin alanin amino asit değerlerindeki değişim……..120

Şekil 3.2.13.9. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin prolin amino asit değerlerindeki değişim……..121

Şekil 3.2.13.10. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin valin amino asit değerlerindeki değişim……..123

Şekil 3.2.13.11. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin methionin amino asit değerlerindeki değişim……..124

Şekil 3.2.13.12. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin triptofan amino asit değerlerindeki değişim……..126

Şekil 3.2.13.13. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin sistin amino asit değerlerindeki değişim……..128

Şekil 3.2.13.14. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin tiyrosin amino asit değerlerindeki değişim……..130

Şekil 3.2.13.15. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin fenilalaninin amino asit değerlerindeki değişim……..131

Şekil 3.2.13.16. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin hidroksiprolin amino asit değerlerindeki değişim……..133

Şekil 3.2.13.17. Olgunlaşma sürecinde beyaz peynir örneklerinin lösin-isolösin amino asit değerlerindeki değişim……..135

Şekil 3.2.14. Olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinin ortalama toplam amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi……..148

Şekil.3.2.15.1. Olgunlaşma süresi boyunca salamura pH değerlerindeki değişim……..151

Şekil.3.2.15.2.Olgunlaşma süresi boyunca salamura titrasyon asitliği (SH) değerlerindeki değişim……..154

Şekil.3.2.15.3. Olgunlaşma süresi boyunca salamura % tuz değerlerindeki değişim…...157

Şekil 3.3.1. Yapı ve görünüş değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi……...166

Şekil 3.3.2. Tekstür değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi…….169

Şekil 3.3.3. Tat değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi……174

Şekil 3.3.4. Tuzluluk değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi……..177

Şekil 3.3.5. Koku değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi……180

Şekil 3.3.6. Renk değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi……183

Şekil 3.3.7. Aroma değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi…….185

Şekil 3.3.8. Peynirde duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi…….188

SİMGELER DİZNİ

SH - Soxhlet Henkel Asitlik Derecesi

LAB - Laktik Asit Bakterisi

NLAB - Starter Olmayan Laktik Asit Bakterisi

NSLAB - Starter Olmayan Laktik Asit Bakterisi

KM - Kurumadde

NPN - Non Protein Nitrogen

TCA - Trikloroasatik Asit

SEA - Suda Eriyen Azot

FAA - Free Amino Acid

FFA - Free Fatty Acid

IDF - International Dairy Federation , Uluslar arası Sütçülük Federasyonu

LSD - Least Significant Difference

SD - Serbeslik Derecesi

KO - Kareler Ortalaması

LSD - En Küçük Anlamlı Fark

F - Önem Seviyesi

HPLC - High Performance Liquid Cromatography

DPT - Devlet Planlama Teşkilatı

DCU - Danisco Culture Unit

K-kazein - Kapa Kazein

Ca^{+2} - Kalsiyum iyonları

GİRİŞ

Süt, memeli hayvanlar ve insanların ilk yaşam periyodu için gerekli olan tek gıda maddesi olup bileşimi gereği, organizmanın gereksinimi olan besin maddelerinin hemen hemen tamamını tam ve yeterli oranda karşılayabilmektedir. Süt tüm temel besin gruplarını yani karbonhidrat, protein, yağ, mineral maddeler ve vitaminleri içermektedir (Özcan ve ark. 1998).

Dayanıklılık süresinin son derece az olması nedeniyle süt, daha uzun süre muhafaza edilebilen değişik süt ürünlerine işlenmektedir. Bu süt ürünleri arasında peynir önemli bir yer tutmaktadır. Farklı çeşitleri olan, taze ya da olgunlaştırarak tüketilen ve değişik ambalajlar içerisinde muhafaza edilen peynirin yapılışı çok eskilere dayanmaktadır. Peynir, insanoğlunun uygarlığa geçişinin ilk simgelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Peynirin ilk kimler tarafından nerede ve nasıl yapıldığı kesin olarak bilinmemekle birlikte, bir rastlantı sonucunda, sütün hayvan derilerinde taşınması sırasında oluşan ekşi sütten üretildiği sanılmaktadır (Kamber 2005).

Peynir üretimi ile ilgili kayıtlar M.Ö 6000-8000 yıllarına kadar dayanmaktadır. Üretimin ilk olarak bazı hayvanların evcilleştirilmesinden sonra Akdeniz kıyıları ile Fırat ve Dicle nehirleri arasında kalan Mezopotamya bölgesinde yapıldığı çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (Kosikowski ve Mistry 1997, Hayaloğlu ve ark. 2002, Kamber 2005).

Dünya mutfağının çok önemli bir gıdası olan peynir ülkelerin kültür zenginliğinin önemli bir unsuru olarak ifade edilmektedir. Türkiye' de geleneksel olarak üretilen peynirlerin sayısı tam olarak bilinmemekle birlikte yaklaşık 50 çeşit peynirin üretildiği bilinmektedir (Ayar ve ark. 2006).

Hızla artan dünya nüfusu göz önüne alındığında peynir insan beslenmesinde çok önemli yeri olan bir süt ürünüdür. Bu özelliği onun besin değerinin yüksek olmasından ileri gelmektedir. Dengeli bir beslenme için bir kişinin günde 30 gram peynir tüketmesi gerektiği beslenme uzmanları tarafından ifade edilmektedir. Peynir yağ ve mineral maddeler açısından da zengin olduğu için beslenme değeri yüksektir. Kalsiyum, fosfor ve vitamin bakımından zengin olması sebebiyle çocuk ve yetişkin beslenmesinde de önemli bir yer tutmaktadır Esansiyel amino asitleri içeren peynirdeki protein onun beslenme ve sağlık açısından önemini daha da arttırtmaktadır. Bundan dolayı hastalıklarda ve hastalık

sonrası iyileşme döneminde, zayıflayan dokuların güçlendirilmesinde ve yenilenmesinde yapı maddesi olarak değer taşımaktadır. (Demirci 1988, Waltner ve ark. 2008).

Sütün çeşitli ülkelerde değerlendirilme şekline bakıldığında peynir üretiminin ilk sırada olduğu görülmektedir. Dünya üzerinde üretilip tüketilen, lezzet ve tekstür açısından birbirinden farklı 4000 civarında peynir çeşidi olduğu tahmin edilmektedir. Bu çeşitlilikte, başta hammadde olmak üzere, uygulanan teknolojik işlemler, olgunlaşma şartları etkili olmaktadır (Keven ve ark. 1998, Acı ve Özcan 2009).

Ülkemizde üretilen en önemli peynir çeşitleri Beyaz peynir, Kaşar ve Tulum peyniridir. Bunların yanı sıra geleneksel olarak üretilen Mihaliç peyniri, Dil peyniri, Civil (Tel) peyniri, Otlu peynir, Örgü, Çerkez, Abaza, Sepet ve Hellim peynirleri gibi çok sayıda peynir çeşitleri de bulunmaktadır (Üçüncü 2004).

Türkiye'de üretilen çiğ sütün, ticari olarak yaklaşık % 20'si peynire işlenmekte olup bu oran içinde en büyük payı Beyaz, Kaşar ve Tulum peynirleri almaktadır (Gün ve Şimşek 2006).

Dünyada peynir üretimi 1970 yılından bu yana yılda yaklaşık olarak % 3 olarak artma eğilimi göstermekte olup 2014 yılında bu artış eğiliminin toplamda % 40'larda olacağı tahmin edilmektedir (Banks 2007). Ülkemizde de son yıllarda peynir ihracatı artma eğilimi göstermektedir. İstatistiklere göre 2006, 2007 ve 2008 yıllarında yapılan ihracatlar sıra ile 1.739.530 kg, 1.713.410 kg, 1.980.230 kg olarak bildirilmiştir (Anonim 2009b).

Çizelge 1.1. Türkiye'de Kişi Başına Düşen Peynir Tüketimi (kg/yıl) (Anonim 2006a).

2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
89	93	92	91,69	93,55

Süt ve ürünleri ülkemiz nüfusunun günlük beslenmesinin önemli bir kısmını oluşturmakta ve genel olarak üretim modern teknoloji kullanılmadan geleneksel yöntemlerle işlenmiş ürünlere dayanmaktadır. En önemli geleneksel peynir çeşidimiz olan Beyaz peynir süt endüstrisinde üretim ve tüketim yönünden önemli yer tutmaktadır. Yumuşak ya da yarı sert özellikte olup yüksek Pazar payı ile ekonomik bir değere sahiptir.

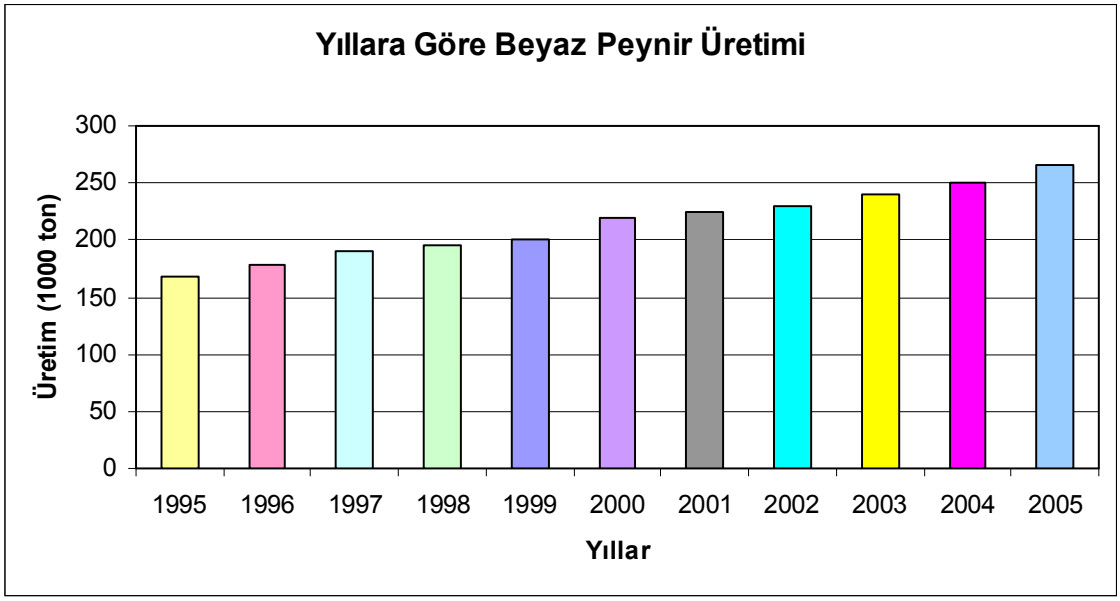
İstatistiksel olarak 2002 yılı verilerine göre, toplam 4,422 girişimciden 832 girişimci Beyaz peynir üretimini gerçekleştirmektedir ki bu da süt ve ürünleri üretiminde %

18,2'ini ile girişimci sayısının en fazla olduğu ürün grubunu oluşturmaktadır (Çizelge 1.2). Yıllara göre de Beyaz peynir üretimi artış göstermekte ve 2002 yılı verilerine göre üretim ortalama 218,259 ton olarak ifade edilmektedir. Türkiye'de yaklaşık olarak her yıl 10 milyon ton olarak işlenen sütün yaklaşık %10'unu Beyaz peynir oluşturmaktadır. Toplam peynir üretiminin de yaklaşık % 60' ı Beyaz peynirdir (Anonim 2001)

Çizelge 1.2. Türkiye'de Süt ve Ürünleri ile Uğraşan Girişimciler (Uzmay 2007)

	Girişimci Sayısı	**Kapasite (ton/yıl)**	**Üretim (ton/yıl)**
Beyaz Peynir	832	1,138,536	218,259
Yoğurt	718	1,083,284	613,946
Kaşar Peyniri	552	215,056	54,291
Tereyağı	340	107,416	33,546
Dondurma	650	113,714	18,528

Beyaz peynir sadece ülkemizde değil, özellikle Balkanlar, bazı Güney Avrupa Ülkeleri ve Orta Doğu'da üretilen peynir çeşitlerden birisini oluşturmaktadır. Devlet Planlama Teşkilatı (D.P.T.)'nın verilerine göre 1997 yılında 281,000 ton dolaylarında olan yıllık toplam peynir üretimimizin 190,000 tonluk kısmını Beyaz peynir oluşturmaktadır. 1998 yılı toplam peynir üretim rakamı ise 297,000 ton dolaylarında olup bunun 200.000 tonunun Beyaz peynir olduğu belirtilmektedir. 2006 yılı Devlet Planlama Teşkilatı (D.P.T.)'nın verilerine bakıldığında ise toplam peynir üretim rakamının kaşar ve beyaz peynir dahil 345,000 ton olduğu ve bunun 265,000 tonunun Beyaz peynir üretiminin olduğu belirtilmektedir. Bu verilerden de beyaz peynir üretiminin 8 yılda % 24,5 arttığı görülmektedir (Anonim 2006a).



Şekil.1.1. Yıllara Göre Beyaz Peynir Üretimi (Babadoğan 2000, Uzmay 2007)

Ülkemiz nüfusun % 46'sını 20 yaşın altındaki gençlerin oluşturması hayvansal proteinlere olan ihtiyacı artırmakta ve bu sebeple süt ürünleri tüketimini artırmaya yönelik ciddi çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda üretici firmalarca yürütülen Ar-Ge faaliyetleri ile iç pazara yeni ürünler sunulmaya başlanmıştır. Özellikle 1995 yılı sonlarında süt üretimi yapan kamu kuruluşlarının özelleştirilmesi ile özel sektör etkinliği artmış, sektöre yabancı sermaye girişi olmuştur. Sektörde yaşanan değişim ürün çeşitliliğinin yanı sıra süt ürünleri üretim miktarı ile tüketimini de arttırmıştır (Kıymaz ve ark. 2003).

Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu'nun 2008 yılı envanterine göre hane halkı tüketim harcamaları içinde gıda % 24,4 ile ikinci sırada yer almaktadır. Süt ve ürünleri de bu anlamda gıda sanayinde önemli bir yer tutmakta ve her zaman tercih edilen gıdalar arasında yer almaktadır. Süt ve ürünleri içerisinde de özellikle peynir üretiminde AB Pazar araştırmalarında 2007 ile 2008 yılı arasında bir karşılaştırma yapıldığında % 0,7 oranında bir artışın ortaya çıktığı bildirilmektedir (Anonim 2009a).

Genel anlamda **peynir**, sütün peynir mayası ile ya da ekşitilerek pıhtılaştırılması, ayrılan pıhtının preslenerek şekil verilmesi ve tuzlanması ile elde edilen, taze ya da

olgunlaşmış halde tüketilen tadı, kokusu, yapısı kendine özgü besleyici bir süt ürünüdür şeklinde tanımlanabilir (Fox ve ark. 2000).

Peynir üretiminde daha çok süte rennin enzimi ilave ederek kazein moleküllerinin çöktürülmesi söz konusudur. Daha sonra elde edilen kazein pıhtısı ya da telemeye şekil verilerek tuzlanmakta ya da salamura ilave edilmektedir. Peynir, biyokimyasal açıdan dinamik bir üründür, aroması ve yapısal özellikleri olgunlaşma sırasındaki değişmeler, özellikle lipolitik ve proteolitik aktiviteler sonucunda gelişmektedir. Burada olgunlaşma sırasında gelişen laktik asit bakterilerinin önemli bir rolü bulunmaktadır (Boylston ve ark. 2004).

Peynir kalitesinin oluşmasında ham madde olan sütün özellikleri, starter kültürün tipi, miktarı, pıhtılaştırıcı enzim olarak peynir mayasının özelliği ve üretim yöntemi gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Bu nedenle belirtilen faktörlerin peynire olan etkilerinin ayrı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Lyne 1995, Fox ve ark. 1996b, McSweeney 2004).

Peynirde istenilen duyusal ve yapısal özelliklere ulaşabilmek için belirli bir olgunlaşma devresinin geçmesi gerekmektedir. Peynirde özellikle olgunlaşma döneminde sütün bileşimine giren maddelerde belirli koşullar altında değişik enzimlerin etkinliği sonucu parçalanmalar meydana gelmekte ve peynire özgü tat, aroma ve yapı oluşmaktadır. Olgunlaşma sürecinde peynirde istenilen özelliklerin sağlanmasında uygulanan üretim yöntemi kadar peynirin çeşidi, kullanılan starter kültür ile peynir mayasının içeriği de önem taşımaktadır (Lawrance ve ark. 1987, Fox 1989, Crow ve ark. 1993, McSweeney 2004).

Beyaz peynir üretiminde kullanılan starter kültür tipi, miktarı ile peynir mayası miktarının doğru hesaplanıp kullanılması peynirde oluşması istenen asitlik ve yapı oluşumu için önemli olduğu gibi olgunlaşma sırasındaki kimyasal ve biyokimyasal değişimler üzerinde de etkilidir. Bu parametreler üretimin başlangıcında düzenlenmelidir. Uygun starter kültürün seçimi, pastörizasyon normuna göre doğru kültür miktarının ayarlanması, pıhtılaştırıcı peynir mayasının seçimi istenilen niteliklerde peynir elde edebilmek için en önemli üretim noktalarıdır.

Küçük işletmelerde geleneksel olarak süt pastörize edilmeden üretilen Beyaz peynir son 20 yıldır modern fabrikalarda pastörize sütten üretilmektedir. Starter kültür olarak mezofilik, termofilik, mezofilik-termofilik karışık kültür suşları kullanılmaktadır. Üretimde en çok kullanılan mikroorganizmlar; *Lactocooccus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactocooccus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Enterococcus durans*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'dur (Hayaloğlu ve ark. 2002).

Peynir üretiminde sütün enzimatik olarak pıhtılaşmasında hayvansal, bitkisel ve mikrobiyel kaynaklardan sağlanan enzimler kullanılmaktadır Bu enzimlerin proteolitik aktiviteleri birbirinden çok farklıdır. Peynir pıhtısında kalan enzim kadar enzim aktivitesine etki eden asitlik gelişimi de telemenin özellikleri açısından önemlidir Enzimler pıhtılaşmada görev aldıkları gibi peynir olgunlaşması boyunca peynir kalitesinide etkilemektedirler. Ancak peynircilikte en çok kullanılan peynir mayaları t peynir üretim maliyetine etkisinden dolayı tercihen başta mikrobiyel daha sonra da hayvansal mayalar olmaktadır (Crabbe 2004, Horne ve Banks 2004).

Sütü pıhtılaştırmak için kullanılan ve rennet olarak bilinen peynir mayaları seçilmiş saf proteinaz preparatlarıdır. Geleneksel olarak rennet buzağı, kuzu ve oğlak midesinden hazırlanmaktadır Bu rennetteki başlıca proteinaz kimosin'dir. Hayvansal rennet ya da peynir mayasının yetersiz kalması durumunda mikrobiyel proteinazlar kullanılmaktadır. Mikrobiyel rennet ise piyasada iki şekilde bulunmaktadır. Başlangıçta Mucor *miehei, Mucor pusillus, Endothia parasitica*'nın asit proteinazları kullanılırken son yıllarda buzağı kimosin geni seçilmiş prokaryotik ve ökaryotik organizmalara klonlanarak rekombinat mikrobiyel teknoloji ile üretilen süt pıhtılaştırıcı enzimler kullanılmaya başlanmıştır (Dervişoğlu ve ark. 2006).

Süte ilave edilen pıhtılaştırıcı enzimlerin büyük bir kısmı peyniraltı suyu ile ayrılmaktadır (Sousa ve ark. 2001, Şahan ve Yaşar 2002). Süte ilave edilen kimozinin % 6 sı, mikrobiyel enzimin ise % 2-3'ü pıhtıda tutulmaktadır (Fox ve McSweeney 1997).

Beyaz peynir, üretimde uygulanan pastörizasyon normuna göre klasik ve starter kültür ilaveli olarak iki şekilde tüketime sunulmaktadır. Son üründe standardizasyonu sağlamak amacı ile starter kültür ilave edilerek üretilen Beyaz peynirlerde uygulanan pastörizasyon

normlarında sıcaklık 70^{o}C'nin üzerine çıkmaktadır. Pastörizasyon sıcaklığı 80-85^{o}C'nin üzerinde olduğunda sütün doğal olarak içerdiği mikroorganizmaların inaktive olmasına bağlı olarak kültür miktarı da artmakta ve kültür miktarı aynı zamanda üretim sırasında fermentasyon sonucu teknede gelişen ve peynirin ambalajlanması sırasındaki asitliğe göre yönlendirilebilmektedir. Bu peynirlerde sütün pastörizasyon sıcaklığı, süt içindeki doğal ve peynir mayasından gelen enzim ve aynı zamanda katılan starter kültür aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkan değişmeler, üretim sırasında uygulanan bütün parametrelerin (starter kültür çeşidi, kültür miktarı, kalsiyum klorür miktarı, mayalama sıcaklığı, kullanılan maya orijini) seçimini son derece önemli hale getirmektedir.

Bu çalışmada, üretimde klasik peynire (kültür ilave edilmeden 65^{o}C ısıl işlemden geçirilerek yapılan ve uzun olgunlaşma periyodu sonunda tüketilen geleneksel Beyaz peynir) yaklaşmak amacı ile seçilen pastörizasyon sıcaklığında peynir mayası ya da süt pıhtılaştırıcı enzim kaynağı olarak kullanılan hayvansal ve mikrobiyel kaynaklı rennin ile starter kültürün etkisi olgunlaşma süresi boyunca peynirdeki proteolizin izlenmesi ile belirlenecektir.

Beyaz peynir üretiminde olgunlaşma boyunca ve bu sürenin sonunda peynirde acılaşma ortaya çıkmaması için daha çok %100 kimosin içeren hayvansal kaynaklı peynir mayaları kullanılmaktadır. Ancak hayvansal mayalar ile mikrobiyel mayalar fiyat açısından karşılaştırıldığında 3-3,5 kat gibi bir fiyat farkı ile hayvansal mayaların daha pahalı olduğu görülmektedir. Üretimde starter kültür tipi ve kültür miktarı doğru ayarlandığı zaman mikrobiyel maya kullanılarak beğenilen niteliklerde, acılaşmayan, proteolizini tamamlamış Beyaz peynir üretiminin incelenmesi araştırmanın bir diğer amacıdır.

Starter kültür ve peynir mayasının olgunlaşmayı yönlendirici önemli faktörler olduğu göz önüne alındığında, böyle bir çalışma ile Türkiye'de üretimi ve tüketimi fazla olan ancak ürün özelliği olarak yapısal ve duyusal açıdan sorunlarla gündeme gelen Beyaz peynir sektörüne yol gösterebilecek bir çalışmanın yapılması uygun olacaktır.

Yukarıda yapılan açıklamaların ışığı altında bu çalışmanın amaçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Süte uygulanacak olan pastörizasyon normuna göre Beyaz peynir üretimi için doğru kültür oranını belirlemek,

2. Bilinen hayvansal kaynaklı peynir mayasına ilaveten mikrobiyel kaynaklı enzimlerin kullanımını teknolojik ve ekonomik açıdan uygulanabilir hale getirmek,

3. Farklı kültür oranları ve farklı pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak yapılan Beyaz peynirlerde aynı zamanda standart kaliteyi de koruyarak ve son üründe peynir kusurlarının engellendiği kombinasyonları belirlemek,

4. Kültür kullanarak Beyaz peynir üretiminde üretim maliyetini düşürmenin yollarını araştırmak, kültür ve pıhtılaştırıcı enzimlerin etkilerini ortaya koymak,

5. Duyusal olarak klasik Beyaz peynire yakın bir peynir üretimi yaparak, kültürün uygun miktarda kullanımı ile peynir üretiminin doğru ve ekonomik olarak nasıl yönlendirilebileceğini göstermek,

6. Araştırma sonucunda tespit edilen proteoliz düzeyi ile ilgili sonuçlarının yorumlanmasıyla olgunlaşma periyodu boyunca serbest amino asit profillerinin değişimi incelenerek, peynirde kültür ve maya orjinine bağlı olarak acılık oluşturan amino asitlerin değişim düzeylerini belirlemektir.

1. KAYNAK ARAŞTIRMASI

1.1. Beyaz Peynirde Starter Kültürün Önemi

Fermente süt ürünlerinin standart ve yüksek kalitede üretilebilmesi, uygun özellikleri taşıyan starter kültürlerin kullanımına bağlı olmaktadır. Starter kültürler ürüne istenilen tat, koku, aroma ve yapı gibi özellikleri kazandırmak amacı ile kullanılan ve bilinen özelliklere sahip mikroorganizma kültürleridir (Yaygın ve Kılıç 1993).

Süt endüstrisinde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte starter kültür kullanımı da giderek artmıştır. Günümüzde en fazla starter kültürün kullanıldığı süt ürünü olan peynir yaklaşık olarak 4000 yıldan beri bilinmesine rağmen saf kültür kullanımı son yıllarda daha da önem kazanmıştır. Ülkemizde Beyaz peynir üretiminde son 20-25 yıldır starter kültür kullanımı ile ilgili çalışmalar artmıştır. Peynir endüstrisinde starter kültür kullanımı standart ve beğenilen peynir üretimi için zorunludur ve modern üretim teknolojisine geçişin de aynı zamanda bir göstergesidir.

Fermente süt ürünlerinin üretiminde laktik asit bakterilerinin gelişimi ve metabolizmalarının kontrol altına alınması ile süt bileşiminde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Fermantasyon işlemi boyunca asitlik gelişiminde ve ayrıca üretim ve depolama boyunca ortaya çıkan proteolitik, lipolitik aktivite ve aroma oluşumunda starter kültür mikroorganizmaları önemli rol oynamaktadır (Tonguç ve ark. 2007, Mallia ve ark. 2005).

Peynir kültürü olarak kullanılan süt asidi bakterilerinin en önemli özellikleri oluşturdukları laktaz enzimi ile süt şekerini parçalayarak süt asidi meydana getirmeleridir. Beyaz peynir üretiminde en çok kullanılan starter kültürlerden *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus. lactis* subsp. *cremoris* optimum 26^{o}C'de gelişirken 38^{o}C'de gelişme gösterememektedir. Özellikle de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris sıcaklığa* oldukça duyarlı bir mikroorganizmadır (Desmazeaud ve Cogan 1995).

Laktik asit bakterilerinin zayıf proteolitik özellikleri vardır ancak üretimde kullanıldıkları zaman proteinaz, peptidaz enzimleri ile birlikte kazein küçük peptidlere ve amino asitlere hidrolize edilebilmektedir. Örneğin peynirde *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürleri kullanıldığında

bunların peynirdeki aktivitesi yüksek olup kısa zincirli peptidler ve amino asitler oluşabilmektedir (Visser 1977, Bockelmann 1995).

Uysal (1996) 1:1 oranında laktik asit bakteri kültürleri (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis ve Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) kullanarak 90 gün boyunca olgunlaştırılan Beyaz peynir üzerine yapmış olduğu çalışmada, iki farklı kültür oranı kullanmıştır. Değerlendirme sonucunda asitlik, tuz, SEN ve olgunlaşma indeksi değerlerinin olgunlaşma boyunca arttığını, toplam azot ve pH değerlerinin azaldığını tespit etmiştir. Peynirdeki proteolizin ise starter kültür oranı fazla olan peynirde daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Hayalloğlu ve ark. (2004a) farklı *Lactococcus* suşlarını içeren Beyaz peynir üretimi ilgili olarak yaptıkları çalışmada 1., 15., 30., 60. ve 90. gün olgunlaştırılan peynir örnekleri arasındaki farklılıkların önemli olduğunu belirtmişlerdir. Örneklerin pH değerleri birbirine yakın sonuçlar verirken, olgunlaşmanın 60. gününden sonra proteoliz değerinde değişmeler tespit edilmiştir.

Papa ve ark. (2006), teleme peynirinin duyusal özellikleri ve bileşimini inceledikleri çalışmada, mezofilik, termofilik, mezofilik-termofilik karışık suşları içeren kültürleri kullanmışlar ve mezofilik ve termofilik karışık suşları içeren kültürlerin hızlı asit oluşturma özelliği gösterdiğini, termofilik kültürlerin asitlik oluşturma yeteneğinin düşük olduğunu belirlemişlerdir. Özellikle ilk 24 saatte peynir kültürünün asitlik oluşturma kapasitesinin çok önemli olduğunu, tat oluşumu açısından da mezofilik ve karışık kültürlerin termofilik kültürlerden daha fazla olumlu yönde etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Peynir kültürü olarak kullanılan süt asidi bakterileri oluşturdukları proteolitik enzimlerle proteinleri parçalamaktadır. Bu faaliyet için ortamda serbest amino asit ve peptidler gibi azotlu maddelere gereksinim duymaktadırlar. Proteaz enzimleri ile kazein peptidlere parçalanmakta ve oluşan peptidler hücre içine alınarak peptidaz enzimleri ile amino asitlere hidrolize olmaktadır. Proteoliz peynir olgunlaşmasında ortaya çıkan önemli bir değişiklik olup starter bakterilerin salgıladıkları endo ve ekzo enzimler ile peynirde kalan çok az peynir mayası ile gerçekleşmektedir. Proteinlerin olgunlaşma boyunca parçalanması amino asitlere hatta amonyağa kadar devam etmektedir (Mcsweeney 2004).

Laktik asit bakterileri (LAB) peynir olgunlaşmasında tat gelişimini teşvik eden birçok enzimi içermektedir. LAB' nin önemi proteolitik enzimleri (proteazlar ve peptidazlar) ile lipaz (esteraz sistemleri) enzimlerini içermesinden kaynaklanmaktadır (Mcsweeney 2007b).

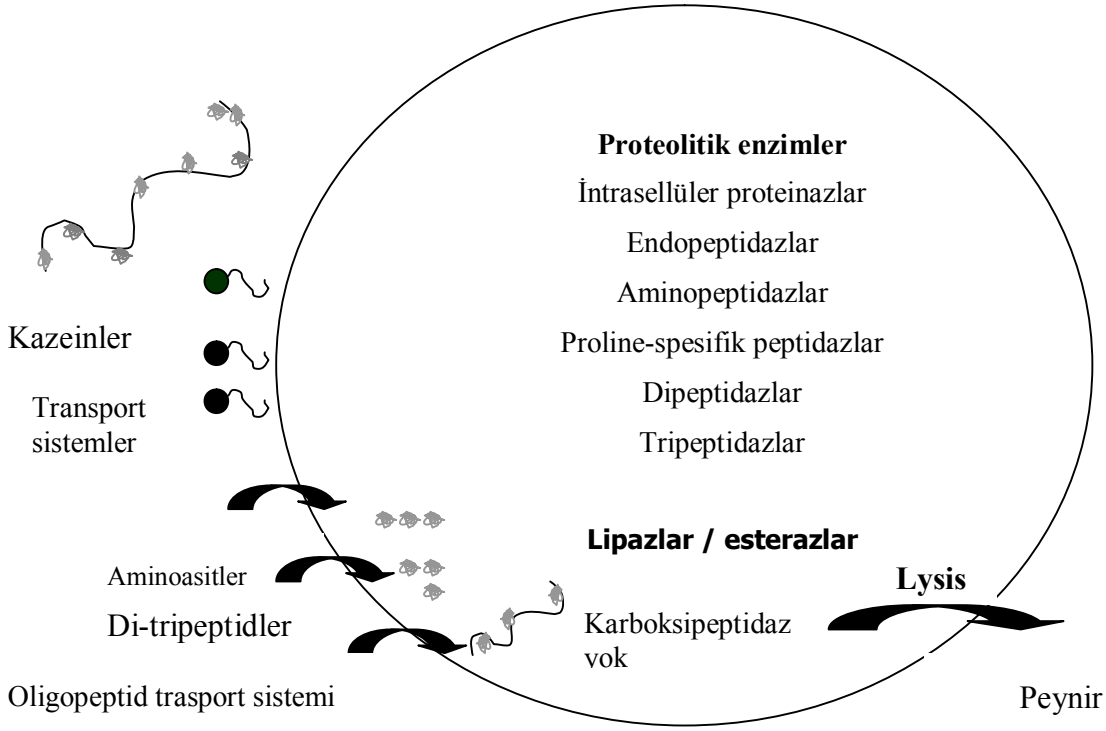
Peynir üretiminde starter kültür kullanımının yararları aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir:

1. Pıhtı oluşumundan itibaren peynirde asitliği arttırmak,
2. Peynir suyunun çıkışını hızlandırmak,
3. Salamuradan tuz alımını azaltmak,
4. Peynir suyuna kaçan yağ ve protein oranını azaltmak,
5. Olgunlaşma sırasında tat ve aroma meydana getirmek,
6. Peynirde olgunlaşmayı hızlandırmak,
7. Bakterilere karşı bakterisidal ve bakteriyostatik etki yapmak (Kılıç 2001).

Lactococcus türlerinin proteinaz enzimi (laktoseptin, Prtp (prolin-spesfik peptidaz) hücre duvarına zayıf bağlar ile bağlıdır ve stabilitesi için de kalsiyum gereklidir. Ayrıca bu mikroorganizmaların dört tane intrasellüler proteinaz enzimi ve geniş peptidaz enzimlerine sahip olduğu için peptidlere, di-tri peptidlere ve amino asitlere kadar indirgenme yapabilecek transport sistemleri bulunmaktadır. Hücreler süt içinde gelişirken hücredeki proteinaz enzimi kazeinin kısa zincirli peptidlere hidrolize edilmesini sağlamakta ve daha sonra bu kısa zincirli peptidazlar hücre içine taşınarak hücre içindeki peptidazlarla parçalanma devam etmektedir (Şekil 1.2). Ancak peynir olgunlaşması boyunca starter kültür hücreleri aktivitelerini kaybetmekte ve bulunan suşa bağlı olarak lysis oluşmaktadır. Bu nedenle peynir olgunlaşması boyunca bu enzimlerin faaliyetleri farklılık göstermektedir. Peynirde hücrede bulunan proteinaz enzimi genellikle kazeinin kimosin ve plasmin enzimleri aktivitesi sonucunda ortaya çıkan peptidler üzerine aktive göstererek etkili olmaktadır. Hücre içinde bulunan peptidaz enzimi ise kısa zincirli peptidlerin hidrolizi için peynir matriks içinde kalmaktadır. Laktik asit bakterilerinin

peynir olgunlaşmasında hücre içi proteinazlarının rolü ise kesin olarak bilinmemektedir (Curtin ve Mcsweeney 2004).

Peynir lezzeti üzerine etkili bileşenlerin önemli bir bölümü starter olarak kullanılan bakterilerin aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Starter bakterilerin erken lysis olması hücre içi enzimlerin substratlara daha kolay ulaşmasını sağlamakta ve bu durum peynir lezzetinin gelişimini hızlandırmaktadır (Upadhyay ve ark. 2004, McSweeney 2004).



Şekil 1.2. Peynir olgunlaşmasında *Lactococcus* enzimleri (hücre içi enzimleri peynir matriksine lysis olayı ile bırakılmaktadır)

Lipoliz lipolitik enzimler ile süt yağının yapıtaşları olan gliserin ve yağ asitlerine parçalanmasıdır (Akın 2006). Sütte kısa zincirli yağ asitlerinin miktarı fazladır. Bu yağ asitlerinin lipoliz olayı ile serbest kalması ile tat bileşikleri oluşmaktadır. Bazı peynirlerde istenilen tat bileşiklerinin oluşmasında lipoliz olayı proteolizden önemlidir. Blue peyniri (*Penicillum roqueforti*' nin enzimleri), İtalyan Pecorino ve Provolone ile Yunan Feta peyniri bu peynirlere örnek olarak verilebilmektedir (Collins ve ark. 2004).

Fox ve ark (1996b), peynirde lipolizin gelişmesinde çeşitli aroma bileşiklerinin ortaya çıkmasında yağ asitlerinin oluşumunun önemli olduğunu belirtmektedir.

Alizadeh ve ark. (2006) İran Beyaz peyniri üzerine yaptıkları çalışmada, olgunlaşma sıcaklığının peynirde lipoliz üzerine doğrusal bir etkisinin olduğunu istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğunu ve salamura tuz konsantrasyonunun lipoliz üzerine bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca lipoliz üzerine ilave edilen rennet enziminin içeriğinin kompleks bir etkisinin olduğu, lipoliz üzerine rennet enziminin etkisinin değişim gösterdiği ve bu etkinin diğer faktörlerden de etkilendiğini bildirmişlerdir.

Çiğ sütten yapılan peynirlerde pastörize edilmiş sütten yapılan peynirlere göre lipoliz olayının daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Starter olan veya starter olmayan laktik asit bakterileri zayıf lipolitik aktiviteye sahiptir. Ancak bu bakteriler peynirde uzun periyotlarda yüksek sayıda bulunmakta ve enzimleri düşük seviyede de lipoliz oluşturabilmektedir. Rennet ilave edilmiş sütte/pıhtıda kuvvetli lipolitik aktivite gösteren ikinci bir flora bulunmaz ise lipolitik aktivite düşük olmaktadır. LAB' nin lipolitik enzimleri intrasellüler enzimlerdir ve starter hücre lysisleri ve lipolizleri arasındaki ilişki buna örnek gösterilebilmektedir (Collins ve ark 2004).

Çevresel faktörler mikrobiyolojik açıdan peynirde ve/veya peynir yüzeyinde mikroorganizma gelişimini teşvik etmektedir. Bu mikroorganizmalar starter ve sekonder flora, starter olmayan laktik asit bakterileri ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizmalardan oluşmaktadır (Kılıç 2001).

Starter kültür üretim aşamasında gelişme gösterirse olgunlaşmanın ilk günlerinde birçok türün gelişimi durmakta ve bu noktadan sonra birçok organizma canlılıklarını kaybederek hücre içi enzimleri serbest kalmaktadır (Mcsweeney 2007b)

Birçok peynir sekonder floraya sahiptir ve bu flora olgunlaşmada çok önemli rol oynamaktadır. Örneğin Swiss peynirinde *Propionobacterium* türleri, olgunlaştırılan peynir yüzeyinde bulunan *Micrococcus, Staphylococcus, Corynebacterium* türleri, mayalar, mavi ve beyaz küf ile olgunlaştırılan küflü olgunlaşmış peynirlerdeki küfler sekonder flora olarak tanımlanmaktadır. Direkt olarak olgunlaşma kalitesini etkilediğinden sekonder flora olgunlaşmada önemli rol oynamaktadır. Bu mikroorganizmalar peynire üretimle

dahil olduğu gibi olgunlaşma aşamasında da katılabilmekte ve doğal kontaminatlar da sekonder florayı oluşturabilmektedir (Beresford 2007).

Starter olmayan laktik asit bakterileri (NSLAB) bütün peynirlerden izole edilebilmektedir. NSLAB dışarıdan peynir ortamına dahil olan mikroorganizmalardır ve sütte bulunabildiği gibi peynir üretimi aşamasında da kontamine olabilmektedir. NSLAB grubunda mezofilik *Lactobacillus* türleri peynir olgunlaşması boyunca gelişmekte ve olgunlaşma periyodu uzun olan birçok peynirlerde biyolojik aktif kültürler olarak görülmektedirler (Petterson ve Marshall 1990).

Koliform, Clostridium, *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enterica* patojen ve potansiyel olarak bozulmaya sebep olan hastalık etkeni mikroorganizmalardır ve süt ile ya da üretim aşaması esnasında peynire kontamine olabilmektedirler. Genelde peynirde bulunan bu organizmaların dış koşullarda gelişmeleri ve hayatta kalmaları oldukça zor olmaktadır (Beresford ve ark. 2001).

Çiğ sütte bulunan ve ısıya dayanıklı olan vejatatif formdaki patojen bakterilerin inaktivasyonu için 72-75^{0}C' de15-30 saniye gerekli olup bu sıcaklık normlarında sütte bulunan birkaç enzim de inaktive olmakta ve ürünün raf ömrü artmaktadır (Rehman ve ark. 2000). Peynir sütüne uygulanan pastörizasyon normunun lipaz enzimi ve starter olmayan laktik asit bakterileri üzerine etkili olması ile peynirde istenen tat gelişimi de pozitif olarak etkilenmektedir (Beresford 2007). Çiğ sütle yapılan peynirlerde uzun olgunlaşma zamanında risk her zaman vardır ve bu süreçte starter ve starter olmayan laktik asit bakterileri hep rekabet halindedir. Bundan dolayı bu peynirlerde düşük pH ve su aktivitesi ile yüksek tuz içeriği son ürünün özellikleri üzerinde belirleyici olmaktadır. Ayrıca proseste ilave uygulanan pastörizasyon işlemi, sütte bulunan patojenleri inaktive etmeye yönelik uygulanan membran filtrasyon tekniği ve yeni proses teknikleri de peynirde olgunlaşma süreci boyunca patojen bakterilerin gelişimi üzerinde etkili olmaktadır (Rynne ve ark. 2008).

Peynirde mikrobiyel floranın tanımlanması anlamında üretim aşaması önemli rol oynamaktadır. Bu anlamda peynire mikroorganizma girişi sınırlandırılmaktadır. Üretim aseptik olmadığından dolayı oldukça hijyenik önlemler alınsa dahi kontaminasyon gerçekleşebilmektedir. Başlangıç olarak sütün pastörizasyonundan başlanarak 72^{o}C'de 15

saniye ısıl işlem uygulanarak ısıya duyarlı bakteriler inaktive edilmektedir (Cogan ve Beresford 2002).

Bazı peynirlerde örneğin Swiss tipi peynirlerde süt sadece koagülasyon sıcaklığında alınmakta (30-37^{o}C) ve sonraki üretim aşamasında uzun süreli (50^{o}C'de 5 saat) pişirme işlemi yapıldığından starter ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi kontrol altına alınmaktadır. Bütün peynirlerde üretim sonunda ilave edilen tuz mikroflorayı kontrol altına almada önemli rol oynamaktadır. Olgunlaşmada özellikle nemdeki tuz (S/M) mikroorganizma gelişimini etkileyen önemli bir parametre olarak düşünülmektedir (Cogan ve Beresford 2002).

1.2. Peynir Yapımında Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler

Peynir yapımında en çok hayvansal, mikrobiyel ve rekombine mikrobiyel birçok enzim pıhtılaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Bunların proteolitik aktiviteleri de birbirinden çok farklıdır. Peynir pıhtısında kalan enzim kadar enzim aktivitesine etki eden faktörler de asitlik gelişiminde oldukça önemli olmaktadır. Örneğin yüksek asitli sütten yapılan peynir pıhtısında rennin enziminin daha fazla tutulduğu belirtilmektedir (Fox ve Mc Sweeney 1997). Ayrıca bakterilerin enzimatik reaksiyonları da optimum koşullarda maksimuma ulaşmaktadır. Bu durum starter kültürün bileşiminde yer alan mikroorganizmaları aşırı asitlik üretimi ve proteolitik aktiviteye teşvik etmektedir (Custy ve ark. 1987).

Proteoliz peynir olgunlaşmasının en karmaşık biyokimyasal olayıdır. Olgunlaşma sırasında proteolize neden olan proteinaz ve peptidazlardır. Bunların kaynakları ise pıhtılaştırıcılar, sütün doğal enzimleri, starter kültür bakterileri, starter olmayan laktik asit bakterileri, sekonder starterler ve olgunlaşmayı hızlandırmak için süte ve pıhtıya katılan proteinaz ve peptidazlardır. Bunlar büyük (suda çözünmeyen) ve orta büyüklükte (suda çözünen) peptidlerin oluşumuna sebep olmaktadır. Peynir üretiminde sütün enzimatik olarak pıhtılaşmasında kullanılan hayvansal, bitkisel ve mikrobiyel enzimler pıhtılaşmada görev aldığı gibi olgunlaşmada da peynir kalitesi üzerinde etkili olmaktadır (Koçak ve ark. 1996).

Rennet proteinazı olgunlaşma boyunca pıhtıda kalan rennet aktivitesi sonucunda peynirdeki kazein proteolizinin başlamasından birinci derecede sorumludur. Bu enzimler peynir yapısını αs_1 ve β-kazein yıkımı ile yavaş yavaş değiştirmekte ve bunun sonucunda

peynir matriksinin yapısı ve lezzet bileşenleri oluşmaktadır (Hayaloğlu ve ark. 2004b), αs_1 kazeinin αs_1-1 kazeine parçalanmasının depolama sırasında pıhtılaştırıcı etkisinin devam ettiğinin göstergesi olduğunu γ1, γ2, γ3 kazein bantları ile β-kazein yıkımında plasminin etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Hayaloğlu ve ark. (2004a), Beyaz peynir üretiminde farklı *Lactococcus* suslarının kullanımının peynirde αs_1 kazein yıkımını ve peptid oluşumunu etkilemediğini bildirmişlerdir.

Rennet ya da peynir mayası olarak ifade edilen protein koagülasyon enzimi pepsinleri, mikrobiyel proteinazları ve kimosinin fermentasyon ürünlerini de içermektedir. Rennet enzimi yüksek pıhtılaştırma özelliği göstermeli, k-kazein üzerine devamlı olarak oldukça kuvvetli bir etki göstererek sütte iyi bir aktiviteye sahip olmalıdır. Ayrılan peynir altı suyu aktif pıhtılaştırıcı içermemelidir. Sütü pıhtılaştırmak için kullanılan peynir mayaları saf proteinaz preparatlarından oluşmaktadır.

Sığır pepsini, domuz pepsini, tavuk pepsini ve *Rhizomucor miehei, R. pusillus ve Cryhonectria parasidica*'dan elde edilen asit proteinazların kullanılabileceğini belirtmektedir (Wallance ve Fox 1997). Genetik olarak mikroorganizmalardan kontrollü fermentasyonla üretilen kimosin de birçok ülkede geniş kullanım alanına sahip bulunmaktadır (Hayalloğlu ve ark. 2002).

Geleneksel olarak peynir mayası, buzağı, kuzu ve oğlak midesinden hazırlanmaktadır. Bu rennette bulunan başlıca proteinaz kimosindir. Son yıllarda hayvansal rennin enzimine (peynir mayası) alternatif olarak sütü pıhtılaştırıcı etki gösteren mikrobiyel proteazlar buzağı kimosin geni seçilmiş prokaryotik ve ökaryotik organizmalara klonlanarak elde edilen rekombinat mikrobiyel kaynaklı süt pıhtılaştırıcı enzimler de peynir üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Dervişoğlu ve ark. 2006, McSweeney 2007c).

En yaygın kullanılan hayvansal kaynaklı enzim buzağı rennetidir. Hayvansal rennetler (kimozin ve pepsinler), genelde kurutulmuş ya da % 10 NaCl ile tuzlanmış mide dokusundan ekstraksiyon ile elde edilmekte, aktif hale getirilmekte ve standardize edilmektedir (Eralp ve ark. 1974, Kurt 1987, Fox ve McSweeney 1997). Kimosin rennin olarak bilinmekte ve süt emen buzağıların mide duvarlarından bir inaktif proenzim olan

zimojen olarak salgılanmaktadır. Zimojenin N-terminal bölgesindeki 44-kalıntı peptidin asidik ortamlarda (pH 2-4) otokatalitik olarak uzaklaşmasıyla aktif hale geçmektedir (Foltmann 1987, 1995, Fox ve McSweeny 1997).

Kimozin moleküler olarak 320 amino asit içeren tek zincirli bir polipeptiddir ve molekül ağırlığı 35 600 dalton'dur ve katalitik olarak aktif aspartil gruplarının yer aldığı iki aktif bölge ile ayrılmıştır (Foltmann 1987, Fox ve McSweeney 1997, Mohanty ve ark. 1999). Buzağı renneti, kimozinin üç izo-enzimini içermektedir. Çoğunlukla kimosin A ve kimozin B, olup çok az miktarda da kimozin C bulunmaktadır. Bunların spesifik aktiviteleri sırasıyla 120, 100 ve 50 RU (rennet unit)/mg'dır. Kimozin A ve Kimozin B' nin optimum pH'ları sırasıyla 4.2 ve 3.7'dir (Fox ve McSweeney 1997, Chitpinityol ve Crabbe 1998).

Standart bir buzağı rennetinde süt pıhtılaşma işleminin % 88-94 kimozin tarafından gerçekleştirilmesi istenmektedir. Yetişmiş bir hayvandan elde edilen rennette ise % 90-94 pepsin ve % 6-10 kimozin bulunmaktadır (Guinee ve Wilkinson 1992, Tekinşen 1997, Rogelj ve ark. 2001). Buzağı, oğlak ve kuzu şirdeninden elde edilen rennetin % 95'i kimozin geri kalanı pepsin'dir. Pepsin bir asit proteinaz olup optimum pH'sı 2.0 civarındadır. Bazı yönlerden pepsin, buzağı kimozinine benzemektedir. Peynir üretiminde pepsinin tek başına kullanımı sınırlı bulunmaktadır (Akın 1996). Rennette pepsin oranının fazla olması proteolitik aktivitesi yüksek olması nedeniyle peynirde acı tat ve kokuya neden olacağından dolayı istenmemektedir (Irigoyen ve ark. 2002, Rogelj ve ark. 2001).

Rennetler içerisinde süt pıhtılaştırma aktivitesinin proteolitik aktiviteye oranı en fazla olan buzağı rennetidir. Bu oran buzağı rennetinde mikrobiyel rennete göre yaklaşık olarak 1.5 kat daha fazladır (Guinee ve Wilkinson 1992, Mohanty ve ark. 1999). Diğer taraftan mikrobiyel rennetlerin buzağı rennetinden daha yüksek oranda spesifik olmayan proteolitik aktivite içerdiği ve *Cryhonetria parasidica'*dan elde edilen proteazın ise en yüksek değere sahip olduğu bildirilmektedir (Üstünol ve Hicks 1990).

Hayvansal kaynaklardan elde edilen enzimlerin pahalı olmasından dolayı alternatif enzim kaynakları araştırılması yolunda yapılan çalışmalar sonucunda mikrobiyel kaynaklı olarak yeni enzim kaynakları bulunmuştur. Bunlar *Mucor miehei, Mucor pusillus, Endothia parasidica'nın* asit proteazları şeklinde sayılabilmektedir (Kilcawley ve ark. 2002). Mikrobiyel kaynaklı proteolitik enzimlerin kullanımının ilk yıllarında peynirlerde

erime, acı tat gibi bir takım problemlerin oluşmasına neden olduğu belirtilmektedir (Fox ve Stepaniak 1993, Akın 1996).

1960 yılının sonlarına doğru mikrobiyel enzimler peynir üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Akın 1996). Çeşitli araştırmacılar tarafından *Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Bacillus polymyxa, Cryphonectria parasidica, Rhizomucor miehei, Rihinolophus pusillus, Fusarium moniliforme, Penicillium expansum, Aspergillus versicolor* ve *Irpex lactis*'i de içine alan mikroorganizmaların proteinazları ekstrakte edilerek sütü pıhtılaştırma özellikleri incelenmiştir (Guinee ve Wilkinson 1992, Kosikowsi ve Mistry 1997).

Genetik mühendisliğindeki son gelişmelere paralel olarak rekombinat kimosin de incelenmeye başlanmıştır. Rekombinat kimoson *Esherichia coli, Saccharomyces cerevisiae, Kluyveromyces lactis, Aspergillus nidulans, Aspergillus niger ve Tricoderma reese'* ye prokimosin geninin klonlanması ve fermentasyon yolu ile üretilmesi ile elde edilmektedir. Rekombinat kimosin buzağı kimosininin bir ya da daha fazla izo enzimini içerdiğinden dolayı ayırt edilmeyecek derecede buzağı rennetine benzerlik göstermektedir (Guinee ve Wilkinson 1992, Kosikowsi ve Mistry 1997).

Yeşilyurt (1992), Beyaz peynirde randıman, titrasyon asitliği, kurumadde, yağ ve tuz içeriği üzerinde buzağı renneti, mikrobiyel rennet ve rekombine mikrobiyel rennetin önemli farklılıkların olmadığını bildirmiştir.

Saldamlı ve Kaytanlı (1998), Fromase 46T (*Rhizomucor miehei*), Rennilase 150 L (*Rhizomucor miehei*) ve Maxiren 50 (*Kluyveromyces marxionus* var. *Lactis*) ve buzağı renneti dahil 4 farklı rennin enzmi ile yaptıkları Beyaz peynirlerde enzimlerin aktivitelerinin aynı olduğunu ve üretiminde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Yetişmeyen ve ark. (1998) *Rhizomucor miehei*'den elde edilen bir mikrobiyel rennet enzimini ve buzağı rennet enzimini ultrafiltrasyon ile üretilmiş Beyaz peynir üretiminde kullandıkları çalışmada, 60 gün boyunca suda eriyen azot, protein olmayan azot ve serbest tirosin amino asit miktarını incelemişlerdir. Mikrobiyel rennet enzimi ile yapılan peynirlerde belirtilen analizlerde bulunan sonuçların yüksek olduğunu tespit etmişler, ancak duyusal kalite açısından buzağı rennetinin diğerlerinden daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Mikrobiyel rennet (Suparen) ve rekombinant kimosin (Maxiren) kullanarak Abdel-Kader (1992), inek sütünden Domiati peyniri üretmiştir. Mikrobiyel rennet ile yapılan peynirlerde protein hidrolizinin su, % 50 etanol, % 12 TCA'da çözünen azot miktarları ile Urea-faz ve RP-HPLC kromatogramlardan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ayrıca her iki pıhtılaştırıcı enzimin de peynirlerde acılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Mikrobiyel enzimler, buzağı rennetinden daha yüksek oranda spesifik olmayan proteolitik aktiviteye sahiptirler. *Cryphonectria parasidica*'dan elde edilen proteaz ise en yüksek değere sahiptir (Üstunol ve Hicks 1990). Proteolitik aktivitenin fazla olması sonucu çözünmüş protein miktarının artması ile randımanı düşeceği ifade edilmektedir. Peynirde olgunlaşma periyodu boyunca acı tat oluşturma riskinin de arttığı belirtilmektedir (Koçak ve ark. 1996). Hayvansal rennetlerin proteolitik aktiviteleri; tavuk pepsini > domuz pepsini > sığır pepsini > buzağı kimozini olarak sıralanmaktadır. Mikrobiyal rennetlerin proteolitik aktiviteleri ise; *Bacillus polymyxa* > *Cryphonectria parasitica* > *Rhizomucor miehei* > *R. pusillus* olarak sıralanabilir (Guinee ve Wilkinson, 1992).

Otaibi ve Wilbey (2006), salamura Beyaz peynirlerde kimosin oranını azalmış ve salamuraya peynir altı suyu ile NaCI ilave etmişler ve suda eriyen azot ile % 12 TCA' da çözünen azotun kimosin miktarından etkilendiğini fakat tuz miktarından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Ure-faz elektroforez ile 3 farklı kimosin oranı ve tuz uygulayarak yaptıkları peynirlerde αs_1-kazein hidrolizasyonunun β-kazein hidrolizasyonundan daha fazla olduğunu fakat peynirler arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p > 0,05$), kimosin miktarının peynirin sertliği ve kırılganlığı üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Süt proteinleri değişik fizikokimyasal özelliklerinden dolayı farklı fonksiyonel ve teknolojik özelliklere sahip olup bu özellikleri ile çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Fermente süt ürünleri, peynirlerin ve fonksiyonel süt proteinlerinin izoelektrik noktada kazein misellerinin pıhtılaşması önem taşımaktadır (Fox ve Kelly 2004).

Süt proteininin yaklaşık olarak % 80'ini oluşturan kazein, multimoleküler miseller halinde sütte bulunmaktadır. Kazein miselleri kazein fraksiyonlarının (αs_1 kazein , αs_2

kazein β-kazein ve k-kazein) birleşerek küresel şekil alması ile oluşmaktadır. Kazein miselleri kolloidal kalsiyum fosfat gibi inorganik iyonlarla bir araya gelen kazein misellerinin boyutları ve şekilleri birbirinden farklıdır. Bunlardan miselleri stabilize edici özelliği olan k-kazein kazein miselinin yüzeyinde bulunmakta ve Ca iyonları varlığında misellerin bir araya gelmesini engellemektedir. K-kazein ortamdan uzaklaştırıldığında diğer miseller Ca iyonları varlığında bir araya gelmektedir. Sütte bulunan iyonik kalsiyum bu yüzden çok önemli olmaktadır. Sütte 1200 mg/kg bulunan kalsiyumun 900 g'ı iyonik serbest, 300 g' ı iyonik olmayan (kolloidal halde) halde bulunmaktadır (Fox ve McSweeney 1998).

Kazeinler hidrofobiktir (suyu sevmeyen) ve farklı yapılarından dolayı da yüksek yüzey hidrofobiliğine sahiptirler. Hidrofobik, polar ve yük içeren bileşenler dizilimler boyunca homojen dağılmamış olup hidrofobik ve hidrofilik kısımlar olarak meydana gelmektedir (Fox ve Kelly 2004).

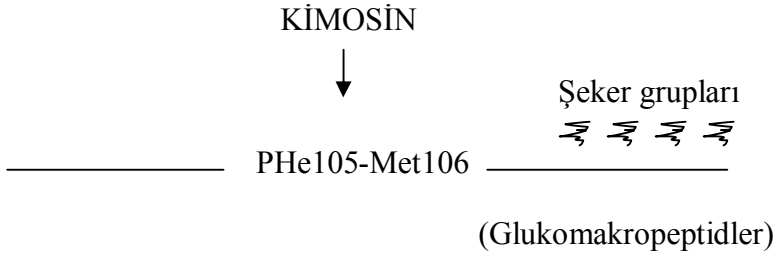
Hidrofobik ve hidrofilik k-kazein fraksiyonunun 1-105. bağları arası hidrofobik olup 106-169. bağlar arası hidrofiliktir. Sütün enzimatik olarak koagülasyonu esnasında PHe105-Met106 bağlarına yakın noktada rennetin proteinaz enzimleri Ca^{+2}'nin de etkisi ile agregasyonu teşvik etmektedir. K-kazeinin PHe105-Met106 bağları diğer bağlarından daha fazla duyarlıdır. PHe-Met bağlarının önemi ise k-kazein bölgesinde kimosin hareketinin birbirini takip eden bazı amino asitlerle kısa zincirli peptidler üzerine olan etkisinden kaynaklanmaktadır. En küçük kısa zincirli peptidlerin kimosin tarafından hidrolize olması sonucu k-kazein fraksiyonunun 104. ve 108. amino asitleri (Ser-PHe-Met-Ala-Ile) ortaya çıkmaktadır. 98-111. k-kazein fraksiyonu kolay bir şekilde belli amino asitlere hidrolize olabilmektedir. (Ser104, Leu103, Ala107, Ile108). PHe-Met bağı k-kazeinin duyarlı ve etkileşime açık olan bir parçasıdır. k-kazeinin 98-111. bağları rennete karşı çok hassas özellik taşımaktadır. k-kazeinin % 85'i hidrolize olduğu zaman miseller jel ağları oluşturarak bir araya gelmeye başlamaktadır. Jelleşme ile viskozitede hızlı bir artış ortaya çıkmaktadır. Bunu takip eden aşamalarda rennet ilavesinden sonra başlangıca göre viskozite çok az azalmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda hidrolize olan k-kazein yüzdesi düşmektedir. pH'nın azalması veya Ca^{+2} iyonlarının artmasının pıhtılaşma üzerine olumlu etkisi olmaktadır. Pıhtılaşma mekanizmasının gerçekte nasıl olduğu açık

değildir ve şu önemli noktalar dikkate alınmalıdır: Ca^{+2} iyonları pıhtılaşma için gereklidir fakat Ca^{+2}'un kazeine bağlanma kabiliyeti rennet enzimi ile pıhtılaşmayı değiştirmemektedir. Pıhtılaşma için kolloidal kalsiyum fosfat gereklidir ancak pıhtılaşma için oranının sütte % 20' den fazla olmaması gerekmektedir (Mcsweeney 2007d).

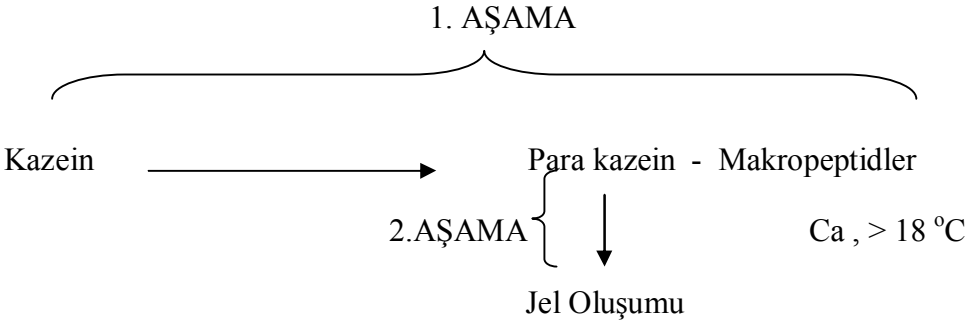
Pıhtılaşmada hidrofobik interaksiyonlar önemlidir. Elektrostatik etkileşimlerde iyonik gücü azalttığından dolayı etkilidir. İyonik güç rennet ile pıhtılaşma üzerine olumsuz bir etkiye sahiptir. pH'nın rennet ilavesinden sonra birinci aşamada daha çok etkili olup 2. aşamada etkisinin daha az olduğu belirtilmektedir. Pıhtılaşma olayında sıcaklık önemlidir ve sıcaklık <18 ^{0}C olmamalıdır (Fox ve Mcsweeney 1998).

Sütün enzimle pıhtılaşması sırasında k-kazein hidrolize olarak iki kısma ayrılmaktadır. Bu hidrolizasyon sonucunda para-k-kazein ve makropeptidler oluşmakta (Şekil 1.3, Şekil 1.4), ve misel stabilitesi korunmaya devam etmektedir. Oluşan makropeptidler sulu faz içinde difüze olmaktadır. Para-k-kazein ise misel çekirdeğine yapışarak kalmaktadır. Makropeptidler (% 30 k-kazein veya % 4-5 toplam kazein) ise kaybolmaktadır. Bu engellenemez bir kayıptır ve rennet koagülasyonu ile ortaya çıkmaktadır ve ayrıca peynir randımanını etkilemektedir (Mcsweeney 2007c).

Makropeptidlerin misellerden uzaklaşması misellerin yüzey gerilimini -20 mV' dan -10 mV' a düşürerek azaltmaktadır. Bu durumda stabilize olmuş tabaka ortadan kalkmaktadır. Toplam k-kazeinin de % 80'i hidrolize olduğunda misellerin kolloidal stabilitesi oldukça azalmaktadır. Ca iyonlarının varlığı ve 18^{o}C'nin üzerindeki sıcaklıklarda koagülasyon daha etkin olmaktadır. Bu olay rennet ile pıhtılaşmanın 2. aşaması olarak bilinmektedir (Guinee ve Wilkinson 1992).



Şekil 1.3. K-kazein fraksiyonu



Şekil 1.4. Rennet ile pıhtılaşma (Birinci faz: Enzimatik Faz, İkinci Faz: Pıhtılaşma Faz)

Rennet enzimi ile pıhtılaşmanın 1. ve 2. aşamanın kontrolü peynir üretimini hızlandırmak veya daha iyi yönlendirmek anlamında önemli olmaktadır. Peynir yapımında rennet ilavesinden sonra jelleşmenin olduğu aşamaya kadar (rennet ile pıhtılaşma zamanı) geçen tepkimelerin kontrolü gerekmektedir. Bu zamanın belirlenmesi ilave edilen rennet miktarını doğru saptamak ve sütün hacminin iyi ayarlanması ile gerçekleşmektedir. Rennet ile pıhtılaşma zamanı sıcaklık, pH, Ca^{+2} iyonları konsantrasyonu, süte uygulanan pastörizasyon sıcaklığı, enzim konsantrasyonu, kazeinin bileşim ve miktarından etkilenmektedir. Bu faktörlerin pıhtılaşmanın 1. ve 2. aşamasına olan etkileri Çizelge 1,2'de verilmektedir.

Çizelge 1.3. Sütün rennet enzimi ile pıhtılaşma zamanını etkileyen faktörler (Fox ve Mcsweeney 1998).

	1.Aşama	2. Aşama
Sıcaklık	(+)	(++)
pH	(+++)	(-)
Ca	(-)	(+++)
Isıl İşlem	(++)	(++++)
Rennet Konsantrasyonu	(++++)	(-)
Protein Konsantrasyonu	(+)	(++++)

1.3. Peynirdeki Biyokimyasal Değişmeler

Olgunlaşma sırasında peynirde meydana gelen değişimler içinde peynirin bileşiminde bulunan laktoz, protein ve süt yağının parçalanması son derece önemli olup bu değişimler sonucunda peynire özgü tat ve aroma bileşikleri oluşmaktadır. Starter mikroorganizmalar bu parçalanmalarda önemli rol oynamaktadır. (Çakmakçı 1996, Fox ve ark. 1996b, Akın 2006).

Peynir pıhtısında kalan aktif pıhtılaştırıcı miktarı olgunlaşma boyunca proteoliz ve peynirdeki biyokimyasal olaylar için önemlidir. Pıhtılaştırıcı aktivitesini ise peynirin nem içeriği, pişirme sıcaklığı, peynir altı suyu pH değeri, iyonik kuvvetler, süte ilave edilen pıhtılaştırıcı miktarı, sütteki kazein oranı, kazein misellerinin boyutu ve peynir olgunlaşması boyunca peynirde gelişen asitlik etkilemektedir (Mcsweeney 2007d).

Peynirin olgunlaşması ve telemenin peynire dönüşmesinde olgunlaşma şartları (sıcaklık, nem, tuz, pH ve süre), telemenin bileşimi, telemenin mikrobiyel içeriği ve enzimler etkili olmaktadır (Çakmakçı 2008).

Alizadeh ve ark. (2006) Feta tipi İran Beyaz peynirinde üretim parametrelerinden olan olgunlaşma zamanı (20-60 gün), olgunlaşma sıcaklığı, (6-10 ^{o}C), ilave edilen rennet miktarı ve salamura konsantrasyonunun (8-14 bome) peynirin proteoliz, lipoliz ve duyusal özellikleri üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada proteoliz aşamasında olgunlaşma sıcaklığı ve zamanının önemli etkisinin olduğunu ve aralarında doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Ji ve ark. (2004) farklı starter kültür oranları ve farklı olgunlaşma sıcaklığı kullanarak (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactoballus helveticus*) yapmış oldukları peynirlerde, suda eriyen azot, uçucu yağ asitleri ve Cd-ninhydrin metodu ile de serbest amino asit düzeylerini olgunlaşma periyodu boyunca incelemişlerdir. Peynirdeki serbest amino asit miktarı üzerinde kültür oranının etkili olmadığını ancak farklı olgunlaşma sıcaklığının etkili olduğunu ve tat gelişimini belirlediğini bildirmişlerdir. Peynirde tat gelişimi üzerinde temel rol oynayan bakterilerin uçucu yağ asitleri olduğunu gaz kromatografisi verilerine dayanarak vurgulamışlardır.

Peynirde uçucu olan ve olmayan çok çeşitli aroma bileşenlerinin olduğu belirtilmektedir. Peynir olgunlaşmasının biyokimyası oldukça karmaşık olup genel olarak 3 ana başlık altında tartışılmaktadır (Mcsweeney 2007e):

1) Peynirde kalan laktoz, laktat ve sitrat metabolizması
2) Proteoliz ve amino asit katabolizması
3) Lipoliz ve yağ asitleri metabolizması

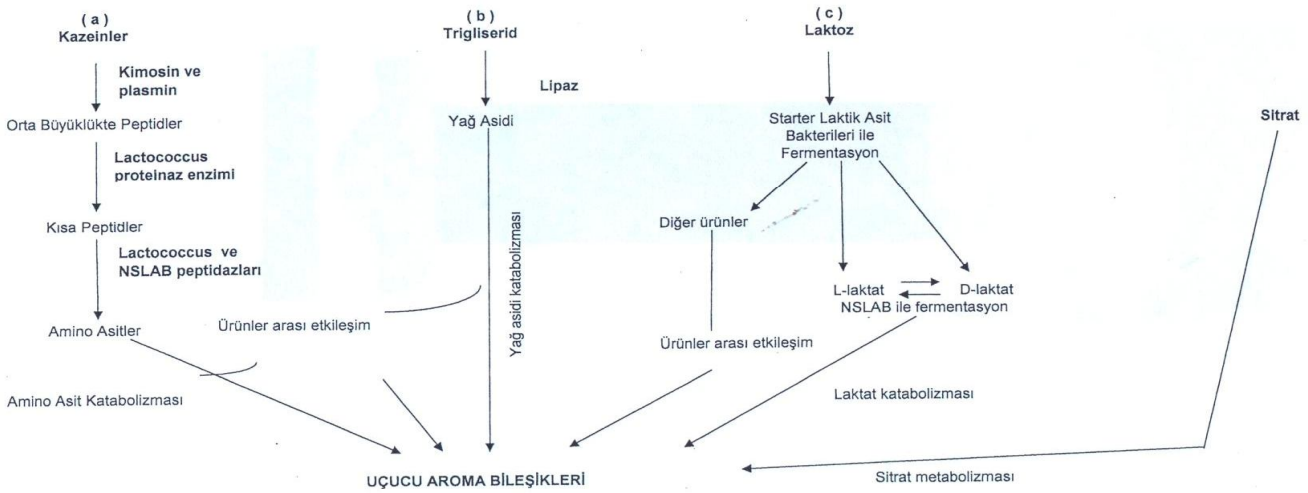
Peynir olgunlaşması yavaş gerçekleşen bir olay olup mikrobiyolojik, kimyasal ve biyokimyasal olayların bütünüdür ve bütün bunlar sonucunda peynirin aroması, tekstürü, görünüşü şekillenmektedir. Temel biyokimyasal olaylar glikoliz, proteoliz ve lipoliz olup olgunlaşmada ilk önce pirimer parçalanma ürünleri ortaya çıkmakta ve daha sonra da sekonder katabolizma olayları şekillenmektedir. Peynirde ortaya çıkan sekonder parçalanma reaksiyonları amino asitlerin deaminasyonu, dekarboksilasyonu ve desülfirazisyonu olup yağ asitlerinin β- oksidasyon tepkimelerini ve hatta esterleşme reaksiyonlarını da kapsamaktadır. Ortaya çıkan temel parçalanma ürünleri Çizelge 1.4' de, Şekil 1.5'te ise biyokimyasal yollar verilmiştir.

Sekonder proteolizin incelendiği bir çalışmada Lehrgänge (1996), seçilen 3 çeşit Edam peynirinde RP-HPLC kromatografik analiz ile peptid fraksiyonları elde etmiş, 3 peynirin hepsinde birbirinin benzeri 20 fraksiyon belirleyerek bunlardan 10 tanesini karakteristik olgunlaşma indexi olarak ifade etmiştir. 6. ayın sonunda acı tada rastlanmış ve peynirler satışa sunulmayacak nitelikte olmuştur. 8 haftalık ve 6 aylık peynirler arasındaki belirgin farkın hidrofobik karakterdeki peptid fraksiyonlarının konsantrasyonunun 6 kat artmış olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Çizelge 1.4. Peynir olgunlaşması boyunca biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda 3 temel süt bileşeninden ortaya çıkan tat bileşikleri (Fox and ark. 1995)

Kazein	**Süt Yağı**	**Laktoz ve Sitrat**
Petidler	Yağ asitleri	Laktat
Amino asitler	Keto asitler	Pürivat
Asetik asit	Metil ketonlar	CO_2
Amonyak	Laktonlar	Diasetil
Pürivat		Asetoin
Aldehitler		2,3 bütandiol
Alkoller		Asetaldehit
Karboksilik asit		Asetik asit
Sülfür bileşikleri		Etanol

Laktoz sütte peynir üretimi aşamasında peyniraltı suyu ile birlikte uzaklaşmakta ve pıhtıda kalan düşük seviyedeki laktoz starter kültür aktivitesine bağlı olarak ve tuzun inhibitör etkisi ile hızlı bir şekilde metabolize olmaktadır. Aynı olay starter olmayan laktik asit bakterileri (NSLAB) tarafından da gerçekleşmektedir. Sütün bileşimi, NSLAB, olgunlaşma şartları ve paketleme kalsiyum laktat kristallerinin oluşmasında etkili olmakta ve sonuçta ortaya çıkan kristalizasyon üreticiler için ticari zararlara sebep olmaktadır. (Aydınol ve Özcan 2009). Starter aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkan kalsiyum laktat kristalizasyonu pozitif ve negatif olarak laktoz metabolizmasını teşvik ettiği için önemlidir. L-laktat NSLAB aktivitesine bağlı olarak DL-laktata dönüştürülmekte ve bu da peynirde Ca-laktat kristallerinin oluşumu için önemli olmaktadır (Agarwal ve ark. 2005). Bazı NSLAB pürivatın laktat dehidrogenaz enzimi varlığında D(-) ve L(+) laktata dönüşmesi ve DL kompleksi oluşturması ile kalsiyum laktat kristalleri ortaya çıkmaktadır (Yim ve ark. 2000).



Şekil 1.5. Peynir olgunlaşması boyunca oluşan biyokimyasal tepkimeler (McSweeney 2004)

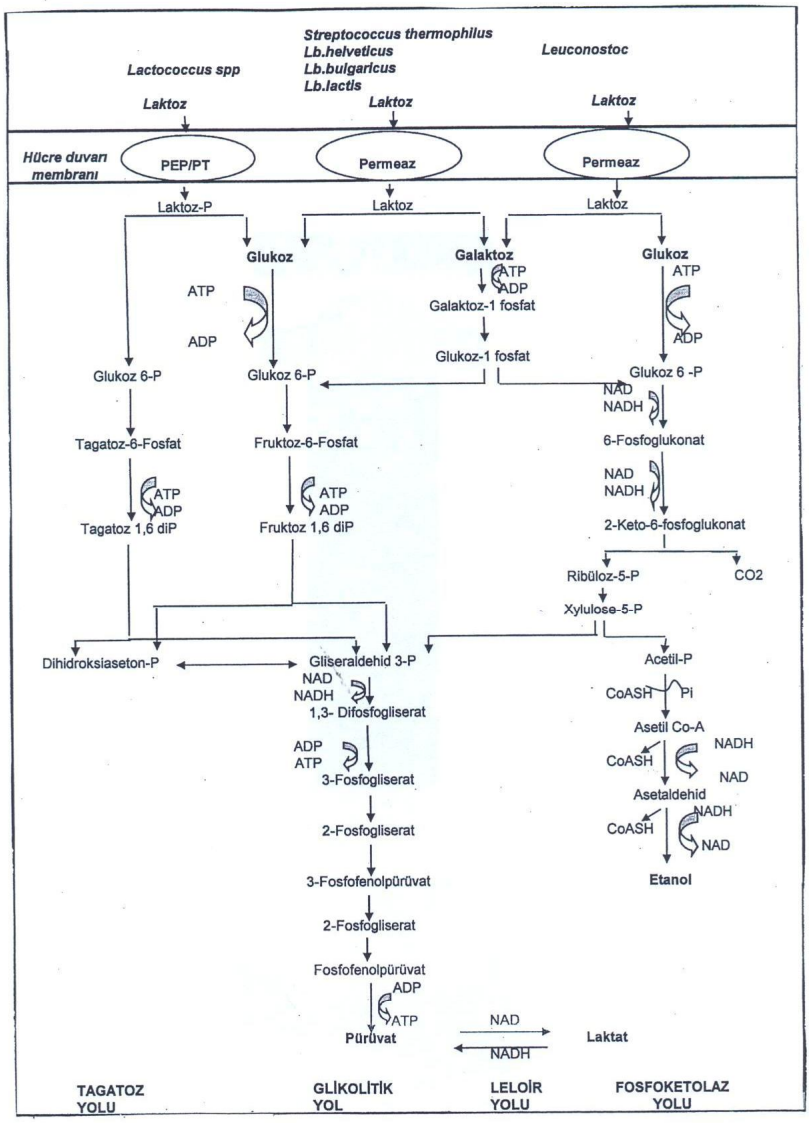
Laktoz fermentasyonu ile laktik asit oluşumu pH 5,2-5,3' de başlayıp pH 4,6'da tamamlanarak ürünün karakteristik özelliklerini meydana getirmektedir. Asitlik starter kültür mikroorganizmaları ve ortamın bileşenine bağlı olarak farklı zamanlarda gerçekleşmektedir. Laktik asit bakterilerinin asitlik gelişim eğrisi başlangıçta benzerlik gösterirken ortamda laktik asidin artmaya başlaması ve inhibitör etki yaratması sonucu değişmektedir (Cogan ve Accolas, 1996).

Süt asidi bakterilerinin en önemli özelliği oluşturdukları laktaz (β-galaktosidaz) enzimi ile süt şekerini parçalayıp süt asidi oluşturmalarıdır. Süt asidi bakterileri laktozu homofermentatif ve heterofermantatif olmak üzere iki şekilde fermente etmektedirler. Homofermantatif bakteriler % 99 oranında süt asidi oluştururken heterofermantatif olanlar % 70 oranında süt asidi % 30 oranında asetik asit, etil alkol ve CO_2 oluşturmaktadır (Yaygın ve Kılıç 1993).

Laktozdaki değişimler daha süt pıhtılaşmadan başlar. Süt peynire işlenmeden önce içerisinde bulunan laktik asit bakterilerinden özellikle *Streptococcus lactis* ve *Streptococcus cremoris* tarafından, 25-35 ^{o}C'ler arasında asitlik artışı olmaktadır. Birçok peynirde olgunlaşmanın ilk 24-48 saatinde laktozun tamamı laktik aside dönüşmektedir ya da birkaç hafta içinde glikoliz tamamlanmaktadır. Proteoliz ve lipoliz ise olgunlaşma boyunca devam etmektedir (Çakmakçı 2008).

Beyaz peynirde ise olgunlaşmanın başlangıcında peynirde kalan laktoz miktarı starter kültür aktivitesine ve salamuranın tuz miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu parçalanmada laktoz glikoz ve galaktoza daha sonrada enzimlerle laktik asite dönüşmektedir. Ayrıca tüm süt asidi bakterileri çok az da olsa propionik asit, formik asit, aseton ve asetaldehit üretmektedir (Kılıç 2001).

Şekil 1,6'da Mezofilik ve termofilik laktik asit bakterilerinin kendi hücre membranlarının içinde meydana gelen laktoz metobolizmasının nasıl gerçekleştiği bu laktoz metabolizmasının yolları ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 1.6. Mezofilik ve termofilik laktik asit bakterilerinin laktoz metobolizması (Fox and ark. 1990).

Olgunlaşmanın ileri aşamasında peynirde koku ve tat oluşumu için gerekli olan bakteriler önem kazanmaktadır. Bununla birlikte laktik asit bakterilerinin bulunmadığı peynir olgunlaşmadan anormal bir kitle halinde kalmaktadır. Oluşan laktik asitin serbest kalması ve laktat bileşikleri meydana getirmesi peynirin sert veya yumuşak olması ile yakından ilgilidir (Akın 2006).

Sütte sitrat çok düşük düzeyde bulunmaktadır (8 Mm) ve laktasyon boyunca da değişkenlik göstermektedir. Bazı mezofilik kültürlerde sitrat metabolizması önemli olmaktadır. Sitrat termofilik kültürler tarafından metabolize olmaktadır. Sitrat metabolizması ürünleri asetat, diasetil, asetoin, 2-3 bütan diol ve CO_2 olarak sayılabilmektedir (Monnet ve ark. 1995).

Saf kültürde yer alan mikroorganizmaların en önemli görevlerinden biri proteoliz olayını gerçekleştirmeleridir. Proteoliz, proteolitik enzimlerle proteinlerin parçalanmasıdır. Mikroorganizmalar ortamda serbest amino asit ve peptidler gibi doğrudan özümlenebilecek azotlu maddelere ihtiyaç duymaktadır. Bu maddeleri salgıladıkları proteaz enzimi ile ilk önce kazeini peptidlere ve daha sonra oluşan peptidleri de hücre içine alarak peptidaz enzimleri ile parçalayarak salgılamaktadırlar (Sheehan 2007).

Laktik asit bakterileri orta düzeyde protein hidrolizi gerçekleştirdiği için ortam asitliğine bağlı olarak proteinin hidrofilik özelliğinden dolayı son ürünün yapısı üzerinde etkili olmaktadırlar (Bianchi ve ark. 1995). Olgunlaşma sırasında en çok değişime uğrayan süt bileşeni proteinlerdir. Peynir mayası, süt asidi bakterileri ile süte geçen süt asidi bakterileri olgunlaşma döneminde protein kompleksini yavaş yavaş parçalayarak onu daha basit fiziksel ve kimyasal bir yapıya dönüştürmektedir. Bu değişimde çözünmeyen kompleks olan protein molekülü birbirini izleyen aşamalardan geçerek proteaz, pepton, polipeptid, amino asitler ve amonyağa kadar parçalanmaktadır. Bu parçalanma olayına proteoliz adı verilmektedir. Kazeinin hidroliz aşamaları Şekil 1.7' de verilmektedir (Steele ve Ünlü 1992).

Peynirde bulunan proteolitik etkenler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilmektedir (Visser 1993):

1) Rennet ve renneti meydana getiren maddeler,
2) Sütün içindeki proteinazlar,
3) Starter bakteriler ve bu bakterilerin ölümünden sonra ortaya çıkan enzimler,
4) Starter olmayan bakteriler (pastörizasyon normuna dayanıklı ve sonradan ürüne kontamine olan bakteriler),
5) Sekonder starter bakteriler

Azotlu maddelerin parçalanması 3 safhada oluşmaktadır (Fox ve ark. 1994):

1) Parakazein rennin ve mikrobiyel endopeptidazlar tarafından poli ve oligopeptidlere parçalanmaktadır,
2) Peptidler mikrobiyel eksopeptidazlarla amino asitlere parçalanmaktadır,
3) Amino asitler dekarboksilazlar, transaminazlar, dehidrogenazlar ve amino oksidazlar tarafından parçalanarak çeşitli parçalanma ürünlerine dönüşmesi.

Peynirde pirimer proteoliz αs_1 ve β-kazeinin peptidlere kadar parçalanmasıdır. Sekonder proteolizde ise proteinlerin, peptidlerin ve bunların parçalanmaları ile oluşan monomer (amino asitler ve enzimler) ürünler ortaya çıkmaktadır (Rank ve ark. 1985).

Gobetti ve ark. (2002), pıhtıda peptidaz aktivitesinin olgunlaşma boyunca arttığını ve bunun da peynir çeşitinei ve laktik asit bakterilerinin florasına bağlı olarak ta değişebileceğini bildirmişlerdir.

Düşük yağlı peynirlerde proteolizi teşvik etmek amacıyla özellikle son üründe serbest amino asit ve kısa zincirli peptidlerin miktarının artması gerekmekte ve aroma gelişimi için ilave kültürlerin kullanılması önem taşımaktadır (Michaelidoua ve ark. 2003).

Proteoliz birçok peynirin özellikle de yarı sert peynirlerin olgunlaşmasını hızlandıran bir parametredir. Yapılan son çalışmalar, laktik asit bakterileri ile proteolizin arttırılması üzerinde serbest amino asit ilave edilerek amino asit miktarının arttırılmasının peynirdeki aroma oluşumunu etkilemediği ve proteoliz hızının aroma bileşenlerinin amino asitlere dönüşümü olduğunu göstermiştir (Fox ve Wallence 1997, Christensen ve ark. 1999).

Fenelon ve Guinee (2000) Cheddar peyniri üzerine yaptıkları bir çalışmada, az yağlı peynirlerde β-kazein parçalanma oranı fazla iken tam yağlı peynirlerde αs_1-kazein parçalanma oranının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Peynirde acılık αs_1 ve β-kazein hidrolizi ile ortaya çıkan peptidlerden kaynaklanmakta olup pıhtılaştırıcı enzim, starter kültüre ait enzimler ile bulaşmış mikroorganizmalara ait enzimler aracılığıyla oluşmaktadır. Bunun için, proteolitik enzim konsantrasyonu ve proteolitik özelliği kullanılan kültürün asitlik oluşturma kapasitesi ve proteolitik aktivitesi bilinmelidir. Bu açıdan ürüne özgü kültürün seçilmesi, uygun üretim yönteminin uygulanması ve olgunlaşma koşulları oldukça önemli olmaktadır (Kılıç ve Eren Vapur 2003).



Şekil 1.7. Peynirde proteolizin gerçekleşmesi (kazeinin amino asitlere hidrolizi)

Proteoliz esnasında oluşan son ürün amino asitlerdir. Cheddar peynirinde temel amino asitler Glu, Leu, Arg, Lys, PHe ve Ser'dir. Amino asit konsantrasyonu genellikle olgunlaşma süresince artmaktadır. Ancak Arginin konsantrasyonun olgunlaşma boyunca azaldığı belirtilmektedir (Puchades ve ark. 1989). Peptidler ve serbest amino

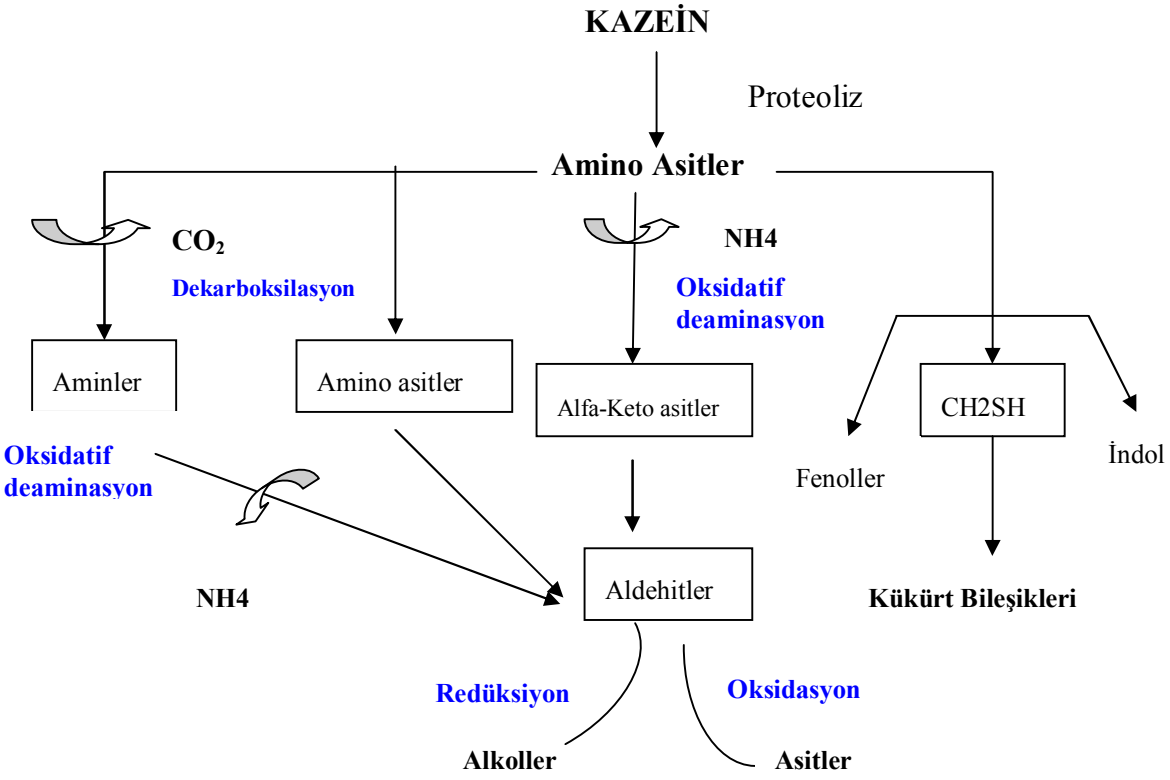
asitler (%5 fosfotungustik asitte çözünen) aroma gelişiminde güvenilir bir indikatör olarak düşünülmektedir(Fox 1989). Amino asit fraksiyonunun bileşimi ve serbest amino asidin relatif oranının karakteristik lezzet gelişimi için önemli olduğu bildirilmiştir (Broome ve ark. 1990).

Peynirde kazein hidrolizinde mikrobiyel proteinazlar ve peptidazlar serbest amino asitlerin yüksek miktarda oluşumuna neden olurken sütte doğal olarak bulunan plasmin enzimi de kazein hidrolizini teşvik etmektedir (Anne ve ark. 2000). Sütte plasmin, plasminojen ve plasminojen aktivatörleri kazein miseli ile birleşmiş durumdadır ve rennetin koagüle ettiği peynirlerde etkili olmaktadır (Farkye ve Fox 1990). Ancak plasmin inhibitörleri ve plasmin aktivatörleri serumdadır ve peyniraltı suyu ile birlikte kaybolmaktadır (Rham ve Andrews 1982, Chene ve Martal 1983).

Çiğ süt ile yapılan peynirlerde proteoliz daha hızlıdır. İyi kalitede peynir yavaş olgunlaştırma ile elde edilmektedir. Proteolizin hızını ve derecesini yüksek olgunlaştırma sıcaklığı, fazla peynir mayası kullanımı, yüksek nem, az tuz, pıhtı kesim büyüklüğü ve teleme parçalı peynir ve orta derecede asitlik belirlemektedir.

Peynirde tat oluşumu için amino asit katabolizması önemli olup amino asitlerin yıkımı ile tat bileşiklerinin oluşması laktik asit bakterileri ile diğer mikroorganizmalara bağlı bulunmaktadır. Amino asit katabolizmasın iki yoldan oluşmaktadır. Birinci yolda Metionin gözlenmekte olup sülfür içeren amino asit bileşikleri oluşmaktadır. İkinci yolda ise transaminasyon reaksiyonu ile laktik asit bakterileri tarafından bütün amino asitler oluşmaktadır. Oluşan keto asitler de daha sonra değişik aroma bileşiklerine parçalanmaktadır (Yvon ve Rijnen 2001). Şekil 1.8'de peynirde meydana gelen serbest amino asit katabolizması verilmiştir.

Fernandez ve Zuniga (2006), doğal laktik asit isolatları kullanarak oluşan hücre içi ve hücre dışı enzimlerin peynirde amino asitlerin oluşumu üzerine etkilerini incelemiş ve Alfa-ketoisovalerat dekarboksilaz aktivitesini gösteren suşların peynir olgunlaşması boyunca aroma gelişiminde anahtar rol oynadığını bildirmişlerdir. Bu anlamda süt endüstrisinde yüksek tat ve uçucu bileşikleri oluşturma kabiliyeti olan yeni suşların kullanımının önemini vurgulamışlardır.



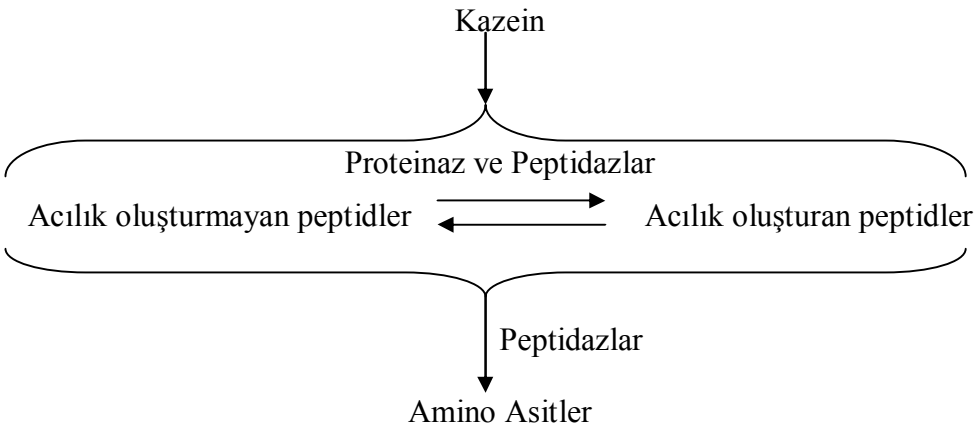
Şekil 1.8. Peynirde serbest amino asit katabolizması (Hemme ve ark. 1982).

Fox ve Wallence (1997), yaptıkları bir çalışmada serbest amino asitlerin konsantrasyonu ile ve lezzet arasında bir korelasyon olmadığını ve Cheddar, Gouda ve Edam gibi farklı peynir çeşitlerinde çok farklı aroma olmasına rağmen serbest amino asitlerin konsantrasyonu ve relatif oranlarının birbirine benzediğini belirtmişlerdir.

Peynirde acılık kusuru kazeinden kaynaklanan hidrofobik peptidlerin peynirde birikimi ile oluşmaktadır. Acılık gelişimi proteolizin istenen şekilde olmaması ile ortaya çıkmaktadır. Bu olay özellikle de β-kazeinin C-terminal bölgesinden kaynaklanmaktadır. Kazein hidrolizinde oluşan peptidlerin parçalanma ürünlerinden olan kısa zincirli bazı peptidlerin birikimi ile peynirde acılığın ortaya çıktığı bildirilmiştir. Özellikle de ileri parçalanma ürünleri olan ve molekül ağırlığı 1400-2400 dalton arasında değişen glutamik asit, lösin, izolösin, prolin, valin, fenilalanin gibi triaminler de acılığa sebep olmaktadır (Lemieux ve Simard, 1991). Orta ve küçük zincir uzunluğundaki peptidler ve serbest amino asitler peynirde farklı lezzetin oluşumunda rol oynamaktadır (Urbach 1995) ancak bazıları acı fındığımsı veya tatlı bir tada neden

olmaktadır. Hidrofobik peptidleri serbest amino asitlere parçalayan peptidaz aktivitesinin yetersiz olması sonucu serbest amino asit oluşumu az olmakta bu da acılık oluşumunda bir etken olmaktadır (McSweeney 2007a). Peynir olgunlaşması boyunca acılık oluşturan peptidlerin yıkımı Şekil 1.9 ‘ de görülmektedir.

Laktik asit bakterilerinin proteolitik aktivitesi mevcut hücre miktarına olduğu kadar suşların karakterine de bağlı olabilmektedir. Nitekim *Lactococcusc lactis* ssp. *cremoris* ile yapılan çalışmalarda çepere bağlı proteazlar ile intrasellüler proteazların varlığı ve aktivitesine göre acı peptidlerin miktarı ve dolayısı ile acılık oluşum düzeyinin değiştiği tespit edilmiştir (Lemieux ve Simard 1991).



Şekil 1.9. Peynir olgunlaşması boyunca acı peptidlerin oluşumu (Lemieux ve Simard 1991).

Acılık, tuzu düşük peynirlerde ve yağsız peynirlerde daha yoğun gelişmektedir. Tuzu az olan peynirlerin iyonik gücü de düşüktür. Bu iyonik gücün düşük olmasından dolayı özellikle de β-kazeinin C-terminal uçundaki hidrofobik kazeinlerin üzerindeki koagülant üzerine enzimin aktivasyonu kolaylaşmakta ve enzim ile kazeinler arasındaki hidrofobik interaksiyon zayıflamaktadır. Ayrıca hidrofobik peptidler peynirde yağ fazında saklı olduğundan yağsız peynirlerde acılık daha belirginleşmektedir (Lemieux ve Simard 1991).

Çizelge 1.5. Amino asitlerin lezzet tanımları ve eşik değerleri (Urbach 1995)

Amino asit	Q (cal/mol)	Eşik değer (mg/100 ml)	Cheddar Kon.(µg/g)	Algılama	Lezzet				
					Tatlı	Tuzlu	Ekşi	Acı	Kendine Has
Gly	0	130	371	(-)	***				
Ser	-300	150	1210	(-)	***				*
Thr	400	260	649	(-)	***			*	
His	500	20	436	±			***		
Asp	0	3	606	(+)			**		*
Glu	0	5	5075	(+)			***		**
Arg	750	50	1737	(+)				***	
Ala	500	60	337	(-)	***				
Met	1300	30	869	(+)				***	
Lis	1500	50	2330	(+)	**			**	
Val	500	40	2022	(+)				***	
Lös	1800	190	4610	±				***	
Pro	2600	300	389	(-)	***			***	
PHe	2500	90	2400	(+)				***	
Tyr	2300	(-)	607					***	
Ile	2950	90	466	(-)				***	
Trp	3400	90	(-)					***	

Olgunlaşma süresince peynirde istenilen tadın gelişmesi üzerinde süt yağı ve süt yağının parçalanması ile oluşan lipoliz önemli rol oynamaktadır. Peynir yapımında kullanılacak sütün yağı ayrılıp yerine diğer yağlar ilave edildiğinde veya yağsız sütten peynir yapıldığında istenilen tadın gelişmediği bir gerçektir (Wijensundera ve ark. 1998, Collins ve ark. 2004, McSweeney 2004).

Otaibi ve Wilbey (2005) ultrafiltre sütten üretilen salamura Beyaz peynirler üzerine yapmış oldukları çalışmada, yüksek kimosin miktarı ve düşük tuz oranını peynir üretiminde uygulamışlardır. 8 hafta sonra peynirlerde acılık oluştuğunu ve nedeninin k-kazein fraksiyonunun birikimi olduğunu belirlemişlerdir.

Peynirde trigliseritlerin enzimatik hidrolizasyonu ile yağ asitlerinin, gliserol, mono ve diaçilgliserollere dönüştürülmesi birçok peynirde önemli bir tepkimedir. Peynirin tat ve aroması üzerinde kısa zincirli yağ asitleri belirleyici rol oynamaktadır. Peynirde yüksek konsantrasyonda bulunan bütürik asit hem lipaz enziminin etkisi ile hem de

peynir mikroflorasındaki bazı mikroorganizmalar tarafından sentezlenmektedir (Collins ve ark. 2004, Akın ve ark 2003).

Beyaz, Kaşar ve Cheddar tipi peynirlerde yüksek lipoliz ransiditeye neden olduğundan istenmemektedir. Serbest yağ asitlerinin konsantrasyonu ve özellikle proteoliz ve diğer reaksiyon ürünleri dengeli olarak oluştuğunda bu peynirlerin tat ve aromasına önemli derecede katkıda bulunmaktadır. Çok uzun zamanda olgunlaşan peynirlerde serbest yağ asitlerinin miktarı yüksektir. Bu doğal süt lipazından (lipoprotein lipaz enzimi) kaynaklanmaktadır. İnek sütünde lipoprotein lipaz enziminin >%80'i kazein miseline bağlıdır. Lipoprotein lipazı çiğ sütten yapılan peynirlerin özellikleri için oldukça önemlidir. Bu enzimin aktivitesi pastörizasyon işlemi ile azalmakta ve enzim 78°C'de 10 saniyede tamamen inaktive olmaktadır. Beyaz peynirde serbest yağ asidi içeriği 337-640 mg/kg arasında belirlenirken, kaşar peynirinde bu değer 840-1801 mg/kg. arasındadır (Akın 2006).

Yüksek yağlı gıdalarda lipidler hidrolitik veya oksidatif olarak parçalanmaktadır (Şekil 1.10). Ancak peynirin oksidasyon ve redüksiyon potansiyeli düşüktür. Sütte çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı çok düşük olduğu için peynirde yağ oksidasyonu sınırlı olarak ortaya çıkmaktadır. Peynirde lipidlerin parçalanmasındaki önemli yol hidrolitik yol olup süt yağının lipaz enzimi ile serbest yağ asitlerine ve açilgliserollere parçalanmasıdır. Peynirde bulunan lipolitik ajanlar ise beş kaynaktan oluşmaktadır (Collins ve ark. 2004):

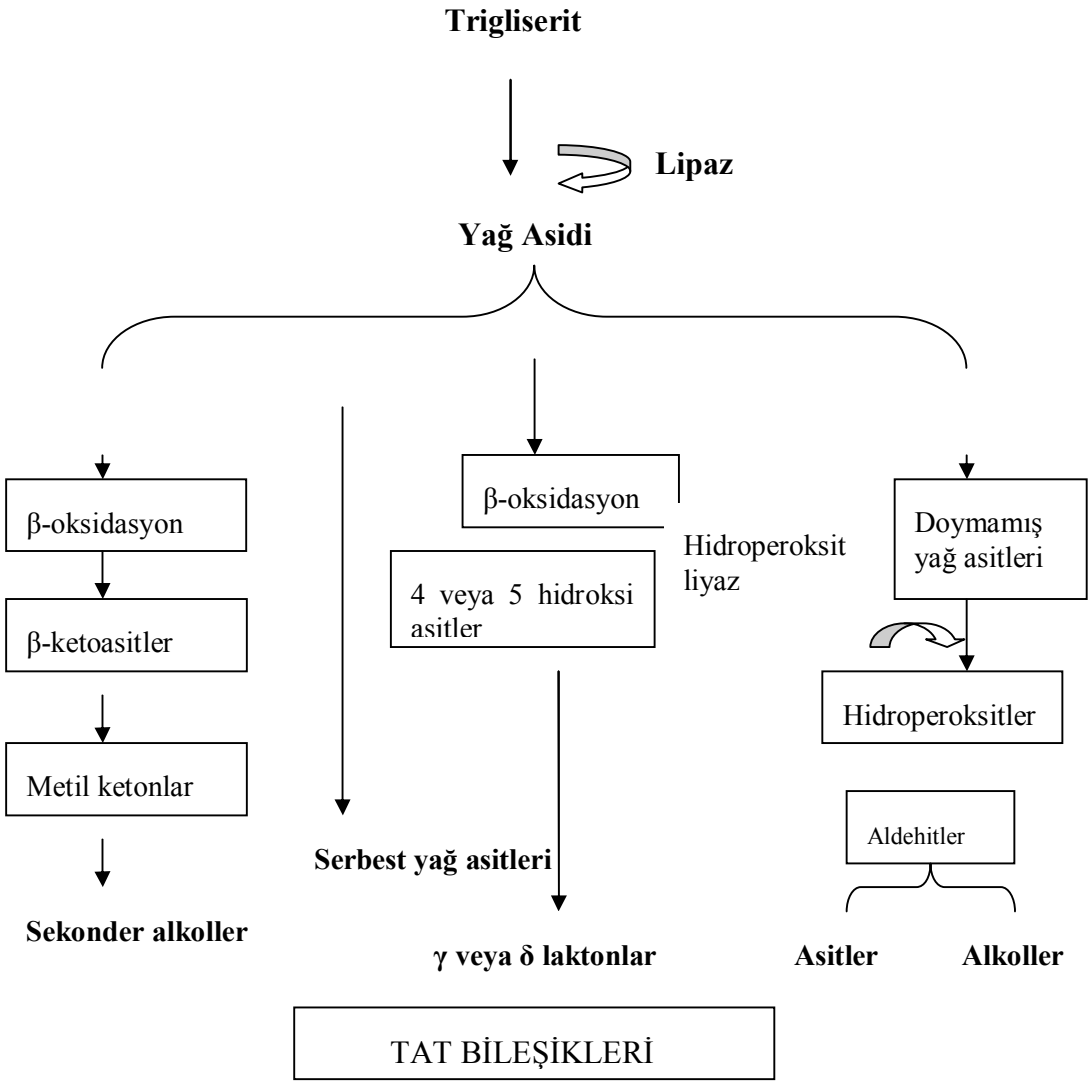
1) Süt yüksek miktarda lipoprotein lipazını (LPL) içermektedir. Bu enzim pastörizasyonda yüksek oranda inaktive olmaktadır ancak çiğ sütten yapılan peynirlerde yüksek miktarda bulunmaktadır.

2) Pıhtılaştırıcıda lipolitik enzim bulunabilir ya da bulunmayabilir. Bu sebeple sütü pıhtılaştırmak için kullanılan rennet ekstraklarında lipaz aktivitesi olabilmektedir. Örneğin geleneksel Yunan peynirleri ve İtalyan peynirlerinde kullanılan Pregastric Esterazlar lipolitik özelliğe sahiptir.

3) Starter ve starter olmayan laktik asit bakterileri genellikle zayıf lipolitik özellik göstermektedir. Bunların hücre içi lipaz, esteraz enzimleri lipolizi çok az teşvik etmektedir.

4) Sekonder organizmalar (küfle veya yüzey küfü ile olgunlaştırılan peynirde) çok fazla lipolitik aktivite göstermektedir.

5) Peynir olgunlaşmasını hızlandırmak amacı ile kullanılan exogen lipazlar.



Şekil 1.10. Peynirde triaçilgliserol ve serbest yağ asitleri metabolizması (Collins ve ark. 2004)

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmanın araştırma materyalini Bigadiç ve Dursunbey süt toplama merkezlerinden işletmeye getirilen sütler oluşturmuştur. İki tekerrür olarak yapılan denemede aynı bölgeden temin edilen sütler kullanılmıştır. Sütlerin kimyasal özellikleri Çizelge 2.1' de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Deneme sütlerinin kimyasal analiz sonuçları

Denemeler	% Yağ	% YKM	% Laktoz	%Protein	pH	SH	KM
1.tekerrür	3,23	8,27	5,08	3,22	6,55	7,50	11,50
2.tekerrür	3,26	8,21	4,96	3,16	6,70	7,20	11,47

2.1.1. Peynirlerin Üretiminde Kullanılan Starter Kültürler

Peynir üretiminde starter kültür olarak *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris ile, Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* bakteri suşlarını içeren mezofilik-termofilik karışık ve direkt tekneye inoküle edilen (DVS) kültür (Danisco, CHOOZIT RA 22 LYO (50 DCU)) kullanılmıştır.

Burada DCU (Danisco Culture Unit) ve kültürün içindeki laktik asit bakterilerinin konsantrasyonu tanımLamaktadır.1 DCU= 1 X10 ^{9} kob/mL kültür spektinde tanımlı laktik asit bakterilerini içermektedir.

2.1.2. Peynirlerin Üretiminde Kullanılan Peynir Mayaları

Peynir mayaları Mayasan firmasından temin edilen hayvansal ve mikrobiyolojik peynir mayalarıdır. Mikrobiyel peynir mayası olarak "Valiren", hayvansal peynir mayası olarak ta "Renna" isimli mayalar kullanılmıştır.

Valiren *Mucor miehei'*den kontrollü fermentasyon şartlarında üretilen bir mikrobiyel kaynaklı maya olup maya kuvveti 1/16.000' dır. Renna % 100 buzağı renneti'dir ve mayanın kuvveti 1/18,000'dir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Denemenin Düzenlenmesi

Peynirin üretimi YÖRSAN A.Ş (Susurluk) yuvarlak beyaz peynir üretim ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Üretim yapılmadan önce kullanılan alet ve ekipmandan mikrobiyolojik swab yöntemi ile örnek alınmıştır. Alet ekipman kaynaklı herhangi bir mikrobiyolojik kontaminasyon söz konusu olmadığı durumLarda üretim gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak 2 maya orijini x 4 kültür oranı x 5 olarak 8 ayrı uygulamada tam yağlı beyaz peynir üretilmiştir. Ogunlaşma periyodunun 1., 15., 30., 60., ve 90. günlerinde analizler yapılmış ve deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çizelge 2.2. Beyaz Peynir Üretiminde Kullanılan Deneme Deseni

Peynir Çeşiti	**Uygulama Şekli**	**Depolama Süresi (gün)** **(1., 15., 30., 60., 90.)**
A	*Kültürsüz- Hayvansal rennin enzimi*	
B	*Kültürsüz- Mikrobiyel rennin enzimi*	
C	5 DCU / ton kültür + *Hayvansal rennin enzimi*	
D	5 DCU / ton kültür + *Mikrobiyel rennin enzimi*	
E	10 DCU / ton kültür + Hayvansal*l rennin enzimi*	
F	10 DCU / ton kültür + *Mikrobiyel rennin enzimi*	
G	20 DCU / ton kültür + *Hayvansal rennin enzimi*	
H	20 DCU / ton kültür + *Mikrobiyel rennin enzimi*	

Kültür oranı yapılan ön denemeler ve firma önerileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Ön deneme sonuçlarına göre 5 DCU/ton, 10 DCU/ton, 20 DCU/ton kültür oranları kullanılarak, 34-35°C mayalama sıcaklığında kültür ilavesi gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Deneme Beyaz Peynirlerinin Üretimi

Süt toplama merkezlerinden 6-8 ^{o}C sıcaklıkta işletmeye getirilen 12,000 litre inek sütü peynir üretim ünitesine verilmeden önce tanka alınmış ve tankın karıştırıcısı sürekli olarak çalıştırılmıştır. Karıştırmanın 15. dakikasında çiğ süt örneklerinden 250 mL örnek alınarak laboratuvara getirilmiştir. Beyaz peynir üretimi Şekil 2.1'de belirtildiği gibi gerçekleşmiştir.

2.2.2.1. Beyaz Peynir Üretimi

SÜT
↓
Pastörizasyon (72°C'de 10 dakika)
↓
Mayalama sıcaklığında (34,5 - 35 °C) proses teknesine dolum
↓
Kalsiyum klorür ilavesi (% 0,045)
↓
Starter kültür ilavesi (5 – 10 – 20 DCU/ ton)
↓
Maya ilavesi ve pıhtılaştırma (90 dakika)
↓
Pıhtı kesme (1–1,5 cm^3)
↓
Teleme karıştırma
↓
Yan süzme plakalarını koyma ve teleme çöktürme
↓
Cendere bezi kapatma
↓
Peynir altı suyunun uzaklaştırılması
↓
Elde edilen telemenin yuvarlak beyaz peynir kalıplarına konması
↓
Teleme içeren peynir kalıplarının üst üste dizilmesi
↓
Kalıpların kalıp çevirme makinasında çevrilmesi (2 saat ara ile 4 kez)
↓
Peynirlerin kalıplardan çıkarılarak 500 g tenekelerde ambalajlanması
↓
Salamura dolumunun yapılması (8 bome , 38-40 ^{0}C)
↓
Kapama asitliğine gelmesi için bekleme (70 – 80 SH)
↓
Teneke kapama işleminin yapılması
↓
Depolama (5-6 ^{0}C)

Şekil 2.1. Starter kültürlü beyaz peynir üretim akış şeması

Kontrol gubu peynirleri hariç istenilen normLarda ısıl işlemden geçirilen sütler ünitede her bir tekneye 1,250 litre olacak şekilde 6 tekne olarak hazırlanmıştır. Üretim hattına süt verildiğinde su karışma ihtimaline karşı ilk tekne deneme için kullanılmamış ve ikinci tekneden itibaren deneme peynirleri üretilmiştir. 1.ve 2. tekneye 20 DCU/ton kültür, 3. ve 4. tekneye 10 DCU/ton kültür, 5. ve 6. tekneye 5 DCU/ton kültür ilave edilmiştir. Bu teknelere starter kültür ilave edilirken her bir kültür oranı için teknenin birine hayvansal maya diğerine mikrobiyel maya katılmıştır.

2.2.2.2. Starter Kültür İlavesiz (Kontrol Gubu) Beyaz Peynir Üretimi

Kontrol gubu peynirlerin üretiminde 40 litre süt kullanılmıştır 34,5-35 ^{O}C de, %0,045 oranında $CaCI_2$ ilave edilmiştir. Kültür ilavesi olmadan bir guba maya kuvvetine göre hesaplanan oranda mikrobiyel diğer guba ise hayvansal maya ilave edilerek üretim gerçekleştirilmiştir.

Maya ilavesinden sonra 500 mL'lik cam beherlere alınan süt örnekleri mayalama sıcaklıkları korunarak kimyasal analiz laboratuarına getirilmiş Brookfield Viscometer ile viskozite ölçümü yapılmıştır.

2.2.3. Kültürlerin Aktive Edilmesi

Beyaz peynir üretiminde mezofilik- termofilik karışık kültür olan DVS (Direct Vat Set) Danisco CHOOZIT RA 22 LYO (50 DCU) kültürleri prospektüsünde açıklandığı gibi kullanılmıştır. Otoklavda arınık edilmiş 1 litrelik steril şişelere kültür ilave edilmeden yaklaşık 15-20 dakika önce süt konulmuş ve kültürde ön aktivasyon işlemi yapılmıştır.

Starter kültürün aktive edildiği sıcaklık peynire işlenecek sütün mayalama sıcaklığı olan 34.5-35 °C'dir. Ağız kısmı alkolle sterilize edilen kültür poşeti steril makasla kesilerek 35°C sıcaklıktaki süte ilave edilmiş ve kültür içeriğinin çok iyi karışması sağlanmıştır. Ön aktivasyon işlemi sütün pH değeri 5,90-6,00 arasında olana kadar devam etmiştir. Kültürler peynir üretim teknelerine 20 DCU/ton, 10 DCU/ton ve 5 DCU/ton luk ünitelerde ilave edilmiştir.

2.2.4. Tekne Sütüne İlave Edilecek Maya Miktarının Belirlenmesi

Sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi hesaplanırken peynir yapımında kullanılacak olan hayvansal ve mikrobiyel mayalar 1/10 oranında sulandırılmıştır. Bu seyretme işlemi 10 mL maya alınıp 100 mL'ye tamamLanarak uygulanmıştır. Daha sonra starter kültür ve $CaCI_2$ ilave edilerek 10 dakika ön olgunlaştırma işlemi yapılan tekne sütünden 25 mL'lik temiz beherler içine 25 mL süt alınmıştır. Süt sıcaklığının sabit kalması için beherler tekne içine batırılmış ve süt maya testine tabi tutulmuştur.

Süt içine 1/ 10 oranında sulandırılmış test edilecek mayadan (mikrobiyel ya da hayvansal) 1 mL ilave edilip hemen kronometre çalıştırılmış ve sütün ilk pıhtılaşmaya başladığı süre tespit edilmiştir. Burada ilave edilecek maya miktarı aşağıdaki formül göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Bu formülde kesim olgunluğuna gelme süresi işletmede pratik olarak uygulanan ve ön denemelerde doğrulanan 1,5 saat olarak hesap edilmiştir (Metin ve Öztürk 2002).

İlave Edilecek Maya Miktarı (mL)=6 x Süt Miktarı (ton) x İlk Pıhtılaşmanın Görüldüğü Süre (sn)

Maya kuvvetinin belirlenmesinden sonra peynire işlenecek süte katılacak maya miktarı bulunmuştur.

Maya Kuvveti = 2400 x S / Z x M

Maya Kuvveti= 600.000 / Z

Z: 250 mL örneğin pıhtılaşma süresi (sn), S: 250 mL, M: 1 mL

1,5 saatlik pıhtılaşma süresinin (90 dk.) ½ si olan 45 dakika (45x60=2700 sn) pıhtı oluşum süresi olarak kabul edilmektedir. Bu süre maya kuvvetinin belirlediği eşitliğe konularak tekneye ilave edilecek süt miktarı bulunmuştur.

Maya Kuvveti = 2400 x S / V x 2700

S: Tekneye alınan süt miktarı (mL) V: İlave edilecek maya miktarı (mL)

2.2.5. Peynirlerden Örnek Alma ve Analize Hazırlama

Peynir üretiminin yapıldığı yuvarlak peynir kalıplarının her biri yaklaşık olarak 200-250 g. olarak belirlenmiş, kimyasal ve duyusal analizler için iki tekerrürlü olarak alınan 2 kalıp peynir kilitli naylon torbalarda analiz bitinceye kadar saklanmıştır.

2.2.6. Sütlerde Yapılan Analizler

2.2.6.1. Duyusal Analizler

Beyaz peynirlerin üretiminde kullanılacak olan sütlerin duyusal analizlerinde renk, koku, kıvam ve görünüş açısından herhangi bir anormallik saptanmamıştır.

2.2.6.2. Koliform Gubu Mikroorganizma ve *Escherichia coli* Sayımı

Beyaz peynir üretiminde kullanılacak olan tekne sütlerinde *Koliform* gubu bakteriler ile *E.coli* belirlenmesi (TS 7725 ISO 4831 (03.04.1996)) Standardı'na göre yapılmıştır. Toplam *Koliform* gubu bakterilerin sayımı için genel kurallar En Muhtemel Sayı Tekniği (EMS) ile yapılmıştır. EMS yöntemine göre LST (Lauryl Sulfate Tryptose) sıvı besi yerleri kullanılarak çoklu tüp metoduna göre yapılan ekimde 10^{-2}' ye kadar seyreltmeler yapılarak tekne sütleri ekime alınmıştır. Burada içinde Durham tüpleri ve 9 ml LST Broth olan sıvı besi yerlerine sütten 1 mL alarak 3 tüpe, 10^{-1} dilüsyonundan 1 mL alarak 3 tüpe ve 10^{-2} dilüsyonundan 1 mL olmak üzere 3 tüpe ekimler yapılmıştır. Tüpler 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüpler inkübatörden çıkartılarak EMS tablosu ve dilüsyon oranı göz önüne alınarak mikroorganizma sayısı saptanmıştır. Sonuçlar değerlendirilirken Durham tüpleri içinde gaz olup olmadığı kontrol edilmiştir. Teknelerden alınan ve ısıl işlem uygulanmış kalsiyum ile starter kültür ilave edilmiş olan tekne sütlerinde Koliform gubu bakterilerin olmadığı belirlenmiştir.

E. coli sayımı için tüplerin içine 1 mL 1 N NaOH ilave edilmiş, tüpler elle çalkalanmış ve UV ışık altında florasan renk veren tüpler pozitif, rengi değişmeyenler ise negatif olarak belirlenmiştir. Üretime verilen tekne sütlerinin E. *coli* içermediği tespit edilmiştir (Anonim 1996).

2.2.6.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

2.2.6.3.1. Süt Örneklerinde Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi

Asitlik Soxhlet Henkel derecesi olarak belirlenmiştir (Anonim 2002a).

2.2.6.3.2. Süt Örneklerinde % Yağ Oranının Belirlenmesi

Üretime verilen sütün % yağ oranının belirlenmesinde Gerber yöntemi kullanılmıştır (Anonim 1990).

2.2.6.3.3. Süt Örneklerinde % Yağsız Kurumadde Oranının Belirlenmesi

Süt örneklerinin yağsız kurumadde oranı EMC (Electromagnetic Compatibility) yöntemi ile çalışan Foss-50 model Milcoscan cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu cihazın her ay referans metod karşılaştırmaları yapılmaktadır (Anonim 2002b).

2.2.6.3.4. Süt Örneklerinde % Laktoz Oranının Belirlenmesi

Süt örneklerinin % laktoz oranı Foss-50 model Milcoscan cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu cihaz EMC (Electromagnetic Compatibility) yöntemi ile çalışmaktadır (Anonim 2002b).

2.2.6.3.5. Süt Örneklerinde % Protein Oranının Belirlenmesi

Süt örneklerinin % protein oranı EMC (Electromagnetic Compatibility) yöntemi ile çalışan Foss-50 model Milcoscan cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 2002b).

2.2.7. Peynirde Yapılan Analizler

2.2.7.1. Peynir Randımanı

Peynir randımanı, süzülme işlemi tamamLanmış ve kapama asitliğine getirilmiş olan peynirlerin tartılarak 100 kg. sütten elde edilen peynir miktarının hesaplanması ile bulunmuştur (Anonim 2007a).

2.2.7.2. Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler

2.2.7.2.1. Peynir Örneklerinde Kurumadde Oranının Belirlenmesi

Peynir örneklerinde kurumadde oranının belirlenmesinde içinde kum (yaklaşık olarak 20 g) ve cam çubuk bulunan kurumadde kaplarına 3 g kadar tartılan peynir örnekleri 105 ^{0}C'de etüve yerleştirilerek 4 saat süre ile kurutulmuştur. Sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutma işlemi devam etmiştir. Etüvden çıkan kaplar desikatöre alınarak soğuması için beklenmiş ve gavimetrik olarak sonuç hesaplanmıştır (Metin ve Öztürk 2002).

2.2.7.2.2. Peynir Örneklerinde % Yağ Oranının Belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş peynir örneklerinin % yağ oranları 0-40 taksimatlı Van-Gulik peynir bütirometresi ile Gerber metodu ile belirlenmiştir (Anonim 1978).

2.2.7.2.3. Peynir Örneklerinde Kurumadde de % Yağ Oranının Belirlenmesi

Peynir örneklerinin kurumaddede % yağ oranları aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Kurt 1990, Oysun 1996).

Kurumaddede % yağ = (% yağ oranı / % kurumadde oranı) x 100

2.2.7.2.4. Peynir Örneklerinde Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi

Oda sıcaklığına getirilmiş olan peynir örnekleri hassas terazide 10 g olarak tartılmış ve üzerine 90 mL 40^{0}C' deki saf su ilave edilerek parçalayıcı ile ezilmiştir. Daha sonra üzerine % 1' lik fenolftalein indikatöründen 2-3 damLa damLatılarak 0.25 N NaOH ile dijital büret ile açık pembe renk elde edilene kadar titrasyon yapılmıştır. Sarfiyat 10 ile çarpılarak SH tayini yapılmış ve asitlik SH olarak tespit edilmiştir (Anonim 2006c).

SH = Sarfiyat (mL) x 10

% Laktik Asit = SH x 0,0225

2.2.7.2.5. Peynir Örneklerinde pH' nın Belirlenmesi

Peynirin pH' sı WTW 315I tipi masa üstü pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Standart tampon çözeltilerle (pH: 4 ve pH: 7) kalibre edildikten sonra cihazın elektrodu saf su ile yıkanmış ve örnek içerisine batırılarak peynirde iç ve dış pH ölçümLeri yapılmıştır (Metin ve Öztürk 2002).

2.2.7.2.6. Peynir Örneklerinde % Tuz Oranının Belirlenmesi

Tartılan 5 g peynir sıcak su yardımı ile havanda iyice ezilmiş ve yalnız sulu kısım 500 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Bu işlem 5-6 kez tekrar edilip, peynirin içindeki tuz sıcak suda eritilerek balon jojeye aktarılmıştır. Balon bir süre sonra soğumaya bırakıldıktan sonra çizgisine kadar oda sıcaklığındaki damıtık su ile tamamlanmış ve süzülmüştür. Süzüntüden 25 mL alınıp 1-2 damla potasyum kromat indikatörü (saf suda % 5'lik çözeltisi) katılarak, 0,1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı rengi oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan gümüş nitrat çözeltisi miktarından peynirin tuz miktarı şöyle hesaplanmıştır (Anonim 2006c).

% Tuz = (G X 0,00585 / 0,25) x 100

G = Titrasyonda kullanılan 0,1 N $AgNO_3$ Çözeltisi (mL)

2.2.7.2.7. Peynir Örneklerinde Kurumaddede % Tuz Oranının Belirlenmesi

Kurumadde de % tuz oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Kurumadde' de % tuz = (% tuz %kurumadde oranı) x 100

2.2.7.2.8. Peynir Örneklerinde Schilowitsch Yöntemi ile Olgunlaşma Derecesinin Belirlenmesi

Peynirde olgunlaşma derecesi Oysun (1996)'un bildirdiği amino asit miktarı hakkında bilgi veren yönteme göre belirlenmiştir.

Hassas terazide 5 g tartılan peynir örneğinin üzerine 40-45^{0}C' de 45 mL saf su ilave edilmiş ve Ultratorax'ta karıştırılmıştır. Karışım cam pamuk üzerinden süzülmüştür. Toplanan filtrattan iki ayrı erlene 10'ar mL alınmıştır. Birinci erlene 1-2 damla % 2'lik fenolftalein damlatılıp 0,1 N NaOH ile hafif pembe renge kadar dijital büret ile titre

edilmiştir. İkinci erlene ise 10-15 damla timolftalein damlatılıp 0,1 N NaOH ile açık mavi renk olana kadar titre edilmiştir. Titrasyon dönüm noktası doğrulaması yapılmış ve bir pH metre ile kontrol edilmiştir. Analizlerde fenolftaleinin dönüm noktasının pH 8,40-8,50 ve timolftaleinin dönüm noktasının da pH 9,40-9,50 olduğu belirlenmiştir.

Timolftalein ile titrasyon değerinden (T1), fenolftalein ile titrasyon değeri (T2) çıkarılarak elde edilmesi ve en son bulunan değerin 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır (Oysun 1996).

Olgunlaşma Derecesi = (T1 – T2) x 100

2.2.7.2.9. Peynir Örneklerinde Formol Titrasyon Yöntemi ile Protein Oranının Belirlenmesi

Formol titrasyon yöntemi Schilowitsch yönteminin devamını oluşturmaktadır. Scihilowitsch yöntemi ile elde edilen filtrattan 10 mL alınıp % 2'lik fenolftalein indikatörlüğünde 0,1 N NaOH ile dijital büret ile titre edilmiştir. Üzerine 2-3 mL %35' lik formaldehit çözeltisi ilave edilip 1 dakika bekledikten sonra titrasyona devam edilmiştir. Titrasyon sonucu elde edilen sarfiyat amino asit miktarı ve peynirde proteoliz düzeyi hakkında bilgi vermektedir (Scancalapore ve Longone 1988).

2.2.7.2.10. Peynir Örneklerinde Toplam Azotlu Maddelerin Belirlenmesi

Toplam azot oranları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması yardımı ile bulunmuştur. Yöntemin esası yüksek sıcaklıkta katalizör etkisi ile proteinlerden azotun H_2SO_4 ile yakma, ayırma ve amonyum tuzu halinde tutma tekniğine dayanmaktadır. Damıtma sırasında derişik NaOH ile açığa çıkan amonyak, borik asit çözeltisi içinde amonyum tetra borat olarak tutulmakta ve ayarlı bir asitle titrasyon yapılmaktadır (Metin ve Öztürk 2002).

% Toplam Azot= $(S_{örnek} - S_{tanık})$ X 14,007 X N X 100 / m

$S_{örnek:\ örnek}$ için harcanan NaOH sarfiyatı (mL)

$S_{tanık}$: tanık deneme için harcanan NaOH sarfiyatı (mL)

M: örnek miktarı (mg).

2.2.7.2.11. Peynir Örneklerinde Suda Çözünen Azot Oranının Belirlenmesi

10 g peynir örneği 40^0C'de 50 mL'lik saf su ilave edilerek 10,000 devirli Turrax tipi bir parçalayıcıda 1 dakika karıştırılarak homojen hale getirilmiş ve 1 dakika bekletildikten sonra tekrar karıştırılmıştır. Karışım 1 saat bekledikten sonra 4^0C'ye soğutulmuş ve Whatman 40 filtre kağıdından süzülerek Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir (Metin ve Öztürk 2002).

$$\% \text{ Suda çözünen azot (w/w)} = \frac{[1{,}4 \times (V_1 - V_0) \times N \times F]}{m}$$

V_1: Örnek için harcananHCl, (mL)

V_0: Kör denemede harcanan HCl, (mL)

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı (g)

2.2.7.2.12. Peynir Örneklerinde Triklor Asetik Asitte Çözünen Azot (TCA) Oranının Belirlenmesi

Suda çözünen 25 mL azot fraksiyonu üzerine 25 mL % 24'lük TCA çözeltisi ilave edilmiş ve süspansiyon 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra Whatman 42 filtre kâğıdından süzülmüştür. Sonuç Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir (Metin ve Öztürk 2002).

2.2.7.2.13. Peynir Örneklerinde Serbest Amino Asit Değerlerinin Hesaplanması

Peynirde serbest amino asit bileşikleri LC/APCI-MS (Sıvı Kromatografisi/Atmosferik Basınç Kimyasal İyonizasyon-Kütle Spektrofotometresi) tekniği kullanılarak TÜBİTAK Ankara Test ve Analiz Laboratuarında (ATAL) belirlenmiştir. Bu amaçla peynir numuneleri analiz zamanına kadar – 18 ^{0}C'de muhafaza edilmiştir.

Sıvı Kromatografisi analitik ayırma teknikleri amacı ile duyarlılığı, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozunabilen bileşiklerin ayrılması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. Çalışmada Kullanılan Yüksek Performanslı Sıvı Kromatogafisi (HPLC).

2.2.7.2.13.1. Kullanılan Çözeltiler ve Standartlar

Çalışılan amino asit standartları Çizelge 2.3' de verilmiş olup % 99'u Aldrich (Milwaukee, USA) firmasından ve %98'lik formik asit ile glasiel asetik asit Merck firmasından temin edilmiştir. Ultra saf su ise Milli-Q Ultrapure Water Systems'den (Millipore, Belford, Mass) elde edilmiştir.

2.2.7.2.13.2. Cihaz (HPLC) Koşulları

22 amino asit miktarı ve izlenmesi LC/APCI-MS ile (Waldbronn, Almanya) analiz edilmiştir. Agilent 1100 MS cihazı bir adet 2'li pompadan, bir adet atmosfer sıcaklık kontrollü kolandan oluşmakta olup bu kolonlar bir adet APCI interfaz ile Agilent 1100 MS dedektöre bağlıdır. Analitik ayırma işlemi bir Zorbax Bonus-RP, Narrow-Bore (100 mm x 2,1 mm, 3,5 µm) kolon üzerinden olmakta ve kimyasal olarak ta mobil fazda eşit oranda 0,01 Mm asetik asit ve % 0,2 formik asit içeren solüsyonundan oluşan bir ısoactatic karışım kullanılmıştır. Kolondan akış süresi ise 0,2 mL/dakika' dır. Kullanılan kurutma gazı N_2 olup hızı 4 lt/dakika' dır. Nebilüzör (sıvıyı ince partiküller halinde dağıtan aygıt) basıncı 55 psig, gaz kurutma sıcaklığı 325^{o}C, kolon sıcaklığı 40^{o}C, buharlaşma sıcaklığı 427^{o}C, kapiller voltaj ± 3 kv olarak uygulanmıştır.

2.2.7.2.13.3. Amino Asit Standartlarının Hazırlanması

Her biri 2 mL su içinde çözündürülmüş 10 µg/mL konsantrasyonundaki amino asit standartlarından 1000 µg/mL'lik dilüsyonlar hazırlanmıştır. Çalışılan tüm standartlar 0,2 Mm asetik asit ilave edilerek amino asit stok çözeltileri elde edilmiştir. HPLC cihazına verilen standartlar ve bunlara ait kromatogamlar Çizelge 2.3 ve Şekil 2.3' de verilmektedir.

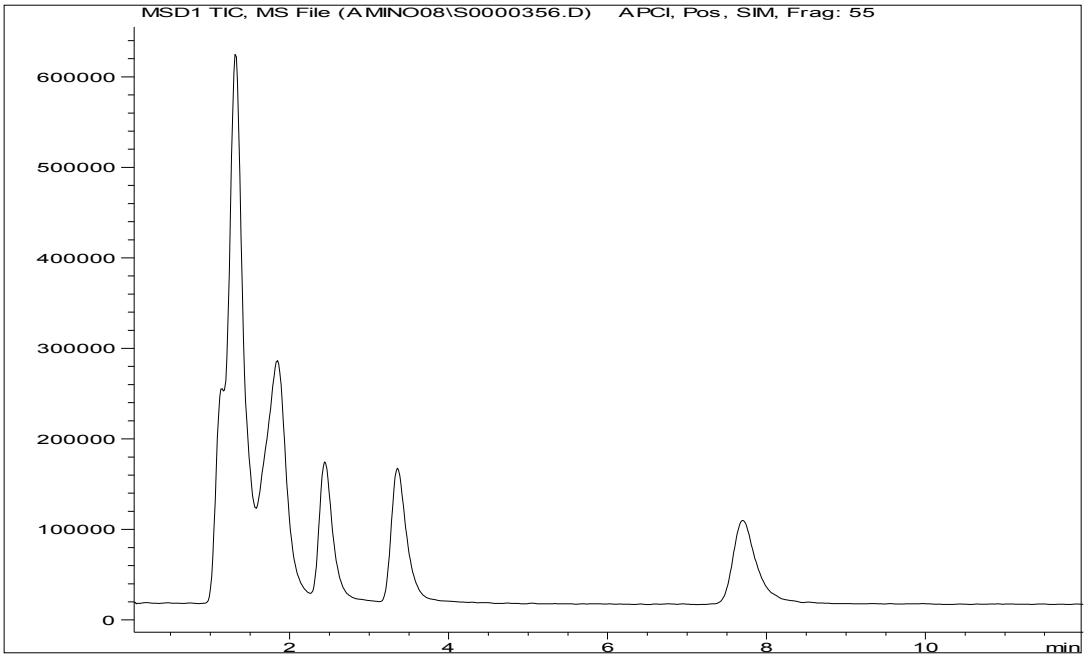
Her bir amino asit 25 mg olarak tartılıp 25 mL distile suda çözündürülmüştür. Çalışma standartları ise 0,2 mM asetik asit ile 0.05-5,00 µg/mL amino asit konsantrasyonları olarak solüsyonlar şeklinde stok solüsyonlar da 4°C' de bir hafta günlük kullanım için hazırlanmıştır ve –18 °C' de ise uzun periyotlarda kullanılma durumu olması ihtimaline karşı tutulmuştur. Çalışma standartları ise analizden önce günlük olarak hazırlanmıştır.

Çizelge 2.3. Kullanılan amino asit standartları

1	Alanin	Ala
2	Aspargine	Asn
3	Aspartik asit	Asp
4	Cysteine	Cys
5	Cystine	Cys-Cys
6	Glulamik asit	Glu
7	Glutamin	Gln
8	Glysine	Gly
9	Histidine	His
10	Hydroxiproline	Hyp
11	Leucine	Leu

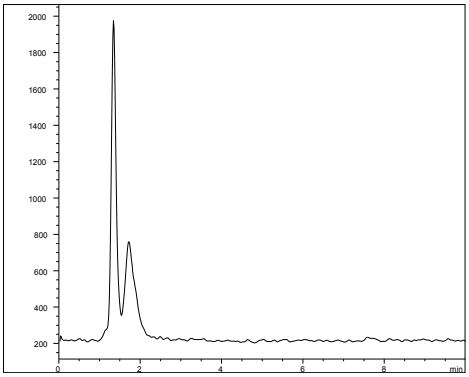
12	Arginin	Arg
13	Isoleucine	Ile
14	Lysine	Lys
15	Methionin	Met
16	Phenylalanine	Phe
17	Proline	Pro
18	Serine	Ser
19	Threonin	Thr
20	Tyrosin	Tyr
21	Tyrtophan	Trp
22	Valin	Val

Amino asit satandartları cihaza verildikten sonra cihazın vermiş olduğu ölçülebilirlik düzeylerinin kromatogam aşağıda Şekil 2.3'de verilmiştir. Amino asit standartlarının her birinin vermiş olduğu kromatogamlar ise Şekil 2.4'de ayrı ayrı ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

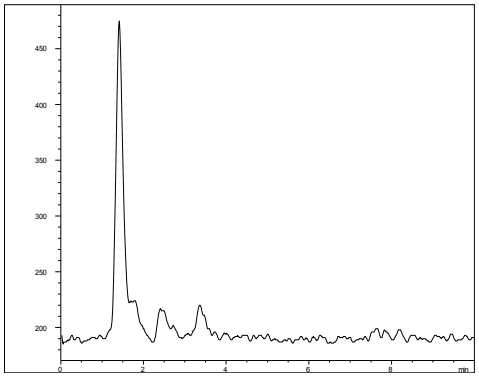


Şekil 2.3. Amino Asit Standartlarına ait Alınan Kromatogamlar

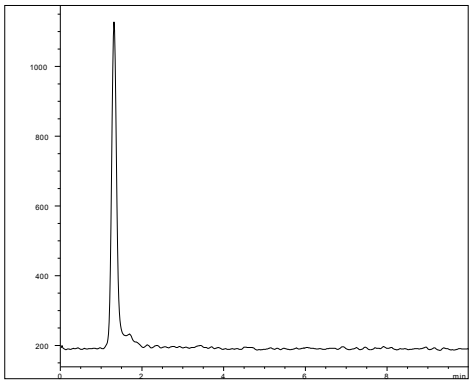
Asparagine (m/z:133)



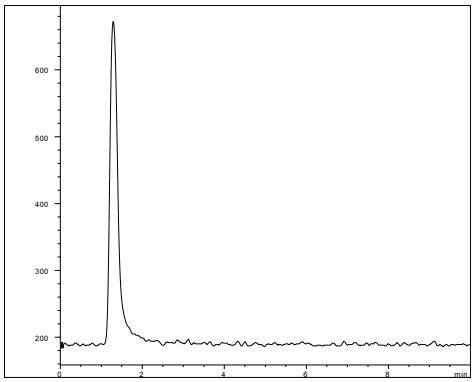
Aspartic Acid (m/z:134)



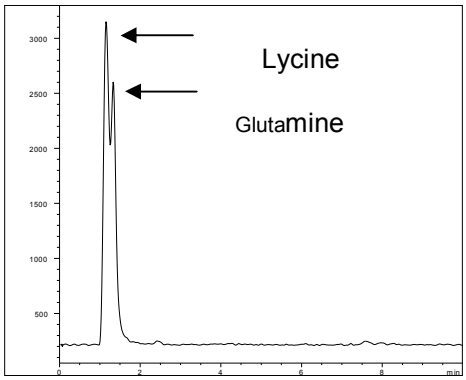
Serine (m/z:106)



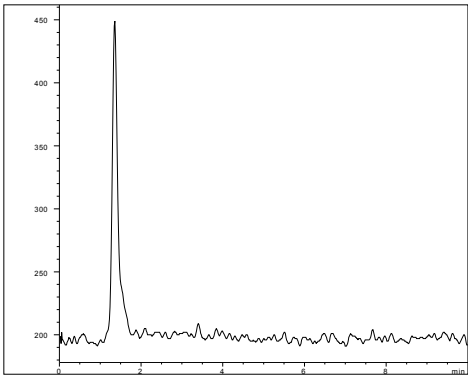
Glycine (m/z:76)



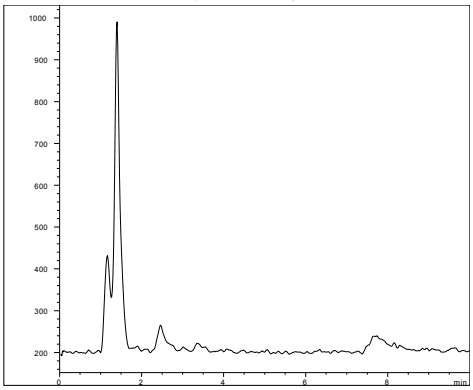
Lysine-Glutamine (m/z:147)



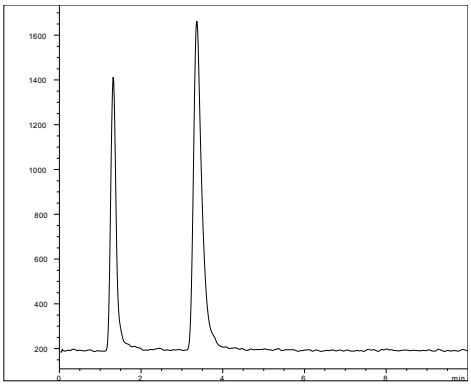
Cysteine (m/z:122)



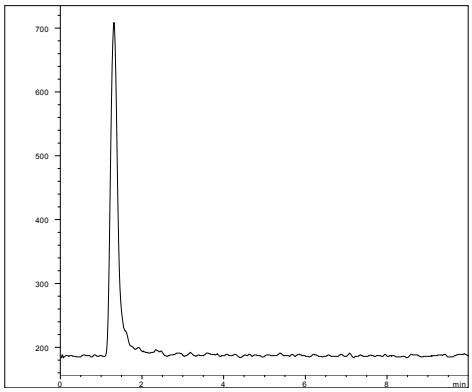
Glutamic Acid (m/z:148)



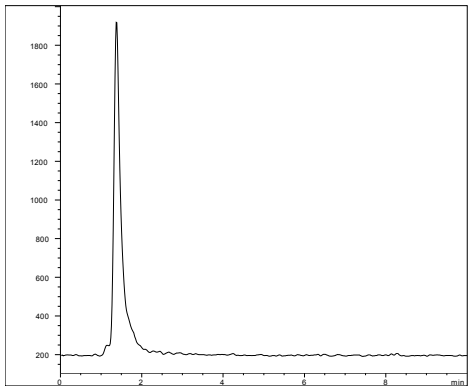
Threonine (m/z:120) – Phenylalanine (m/z:166)



Alanine (m/z:90)

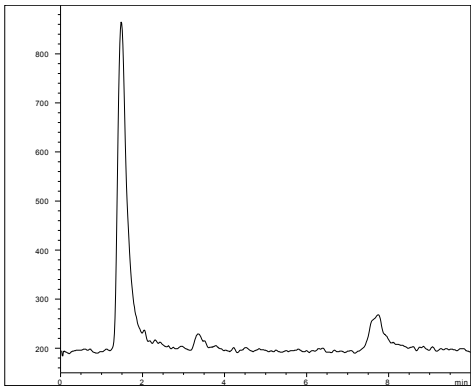


Proline (m/z:116)

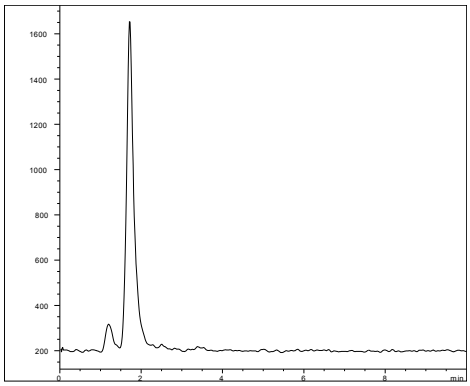


Şekil 2.4. Cihaza (HPLC) Verilen 19 Adet Amino Asit Standartlarına Ait Kromatogramlar

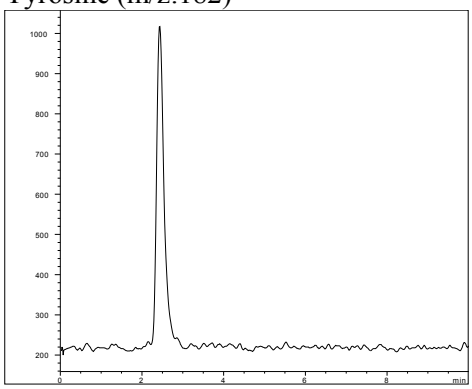
Valine (m/z:118)



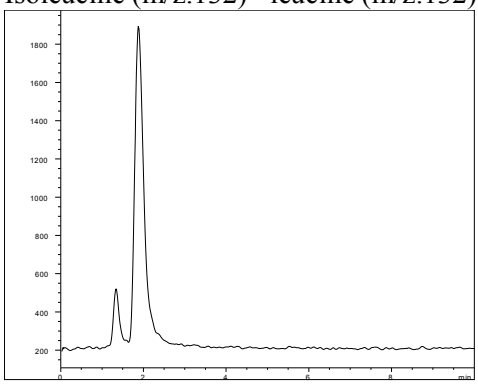
Methionine (m/z:150)



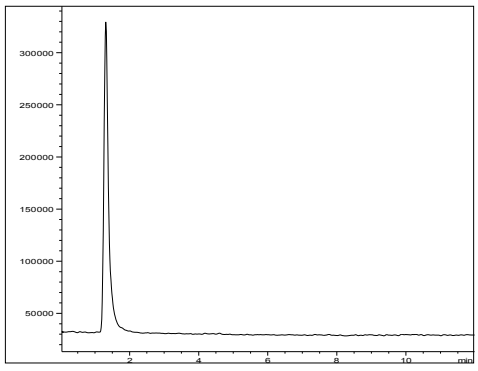
Tyrosine (m/z:182)



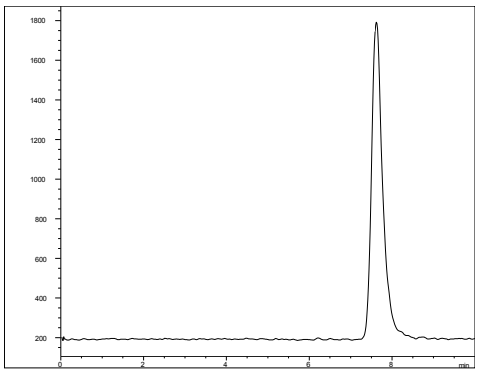
İsoleucine (m/z:132) –leucine (m/z:132)



Hydroxyproline (m/z:132)

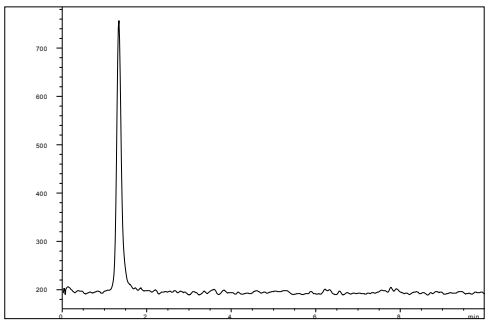


Tyrptophan (m/z:188)

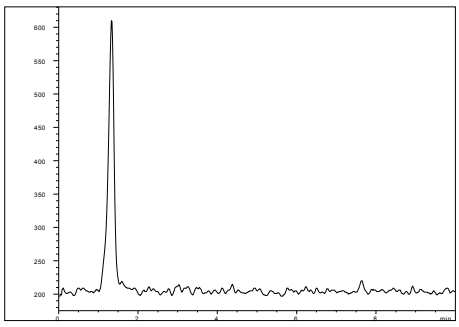


Şekil 2.4. Cihaza (HPLC) Verilen 19 Adet Amino Asit Standartlarına Ait Kromatogramlar (Devamı)

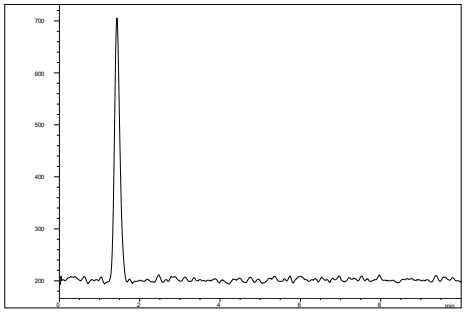
Histidine(m/z:156)



Arginine (m/z:175)



Cystine (m/z:241)

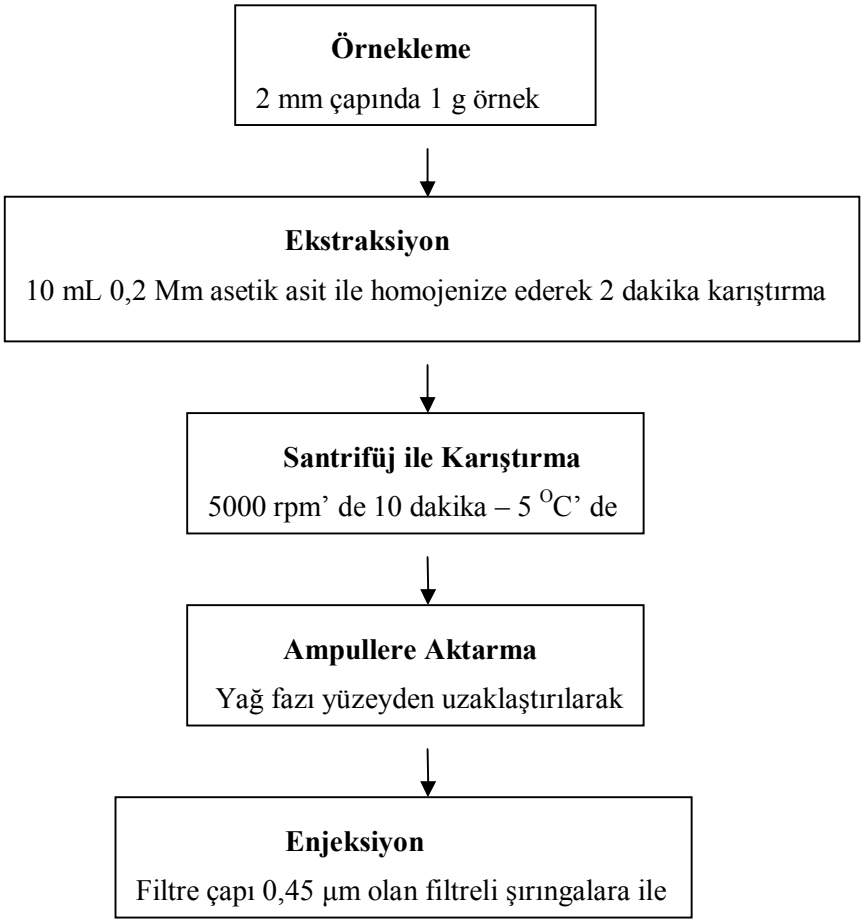


Şekil 2.4. Cihaza (HPLC) Verilen 19 Adet Amino Asit Standartlarına Ait Kromatogramlar (Devamı)

2.2.7.2.13.4. Örneklerin Analize Hazırlanması

Örnekler Ultra Torax parçalama cihazı ile 2 mm boyutlarında parçalanmıştır. Homojenize olan her bir örneğin pH değeri ölçülmüştür. pH ölçümünün gerekliliği ise literatürlerde belirtilmektedir. Örneğin, Umagat ve ark. (1982), mobil faz pH değerinin amino asitlerin ayrılmasını ve hassasiyetini etkilediği için önemli olduğunu bildirirken Synder ve ark. (1997)' da pH' nın alınan kromatogamlarda cihazda alınan pikin ortaya çıkma zamanını, alıkonma zamanını ve sinyallerin verilme zamanını etkileyebileceğini bildirmektedirler. Kalan örnekler yüksek yoğunluklu polietilen plastik şişe kaplarda -20^0C' de depolanmıştır. Çok küçük parçacıklar halinde homojen hale getirilmiş peynir

örnekleri 1 g olacak şekilde 10 mL'lik cam santrifüj tüplere tartılmıştır. Üzerine 10 mL 0,2 Mm asetik asit ilave edilip bir vortex ile 2 dakika karıştırıldıktan sonra karışım 5000 rpm' de 10 dakika -5 ^{0}C'de santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra berrak olan kısım (çökeltinin üstündeki yüzey) eğer üst kısımda yağ varsa uzaklaştırılarak, ampule aktarılmıştır. Bu ampul içindeki solüsyon daha sonra 0,45 µm çapında por büyüklüğü olan bir şırınga ile LC-MS cihazına analiz edilmek üzere verilmiştir (Özcan ve Hamide 2006). Şekil 2.5'de analiz için örnek hazırlama akış şeması da verilmektedir.

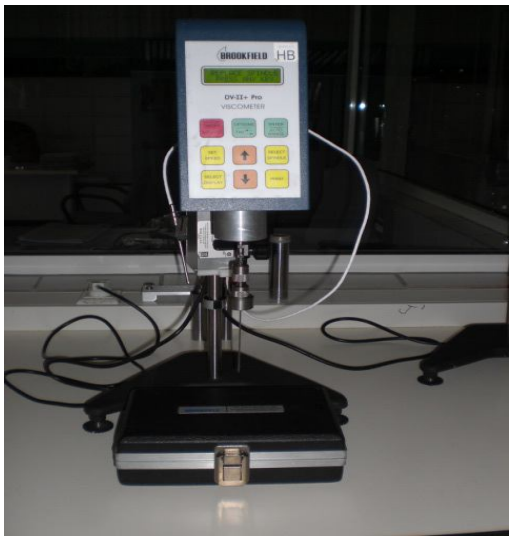


Şekil 2.5. HPLC Analizi için Örnek Hazırlama Akış Şeması

2.2.7.2.14. Tekne Sütünde Maya İlavesinden Sonra Viskozite(cp) Belirlenmesi.

Viskozite ölçümü tekne sütüne maya ilavesinden 1,5 saat sonra pıhtı kırım olgunluğuna gelen telemede yapılmıştır. Deneme üretimleri yapılırken (1.tekerrür, 2.

tekerrür) teknelere gerekli olan kültür, $CaCI_2$ ve maya ilavesi yapılmış ve bu sırada da her bir teknelerden 500 mL beherlere süt alınarak hemen laboratuvara getirilmiştir. Mayalanmış 35^0C'lik su banyosu üzerinde 90 dakika tutulmuş ve sonra Brookfield Viscometer ile viskozite ölçümleri yapılmıştır (cp olarak). Burada seçilen su banyosunun sıcaklığı tekne sütlerinin mayalama sıcaklığıdır. Viskozimetrede 64 nolu uç ve 100 devir/dk. kullanılmıştır. Her bir beherde 4 farklı noktadan ölçüm alınmıştır. Daha sonra değerlendirme yapılırken ölçümlerin ortalamasından yararlanılmıştır. Kullanılan viskometre ise Şekil 2.5.' de verilmektedir.



Şekil 2.6. Kullanılan Brookfield Digital Viscometer (HB-DV-II + Ro) Modeli

2.2.7.3. Peynir Örneklerinde Duyusal Analizler

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirilmesi için Ayad ve ark. (2000, 2004)'nın değerlendirme skalası modifiye edilerek uygulanmıştır. Değerlendirme ve derecelendirme işlemi, kendilerine daha önceden ön bilgiler verilmiş olan bölüm elemanlarından oluşan 11 kişilik panel gubu ile yapılmıştır. Panel üyeleri değerlendirmelerini skalaya bağlı kalarak yapmışlar ve değerlendirmelerinde kesirli sayı kullanmamışlardır.

Çizelge 2.4. Beyaz peynir örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan skala

	PUANLAMA				Peynirin kendine özgü niteliklerinin tanımLanmasında kullanılacak olan kalite özellikleri
	1	2	3	4	
Yapı ve Görünüş	Yumuşak	Normal	Sert	Çok Sert	TAT: Acı tat, maya tadı, pişmiş tat, ekşi tat, tuzlu tat, yavan tat, metalik tat, karakteristik tat ve aromada, istenmeyen aroma taşıyan.
Tekstür	Bozuk	Orta	İyi	Çok iyi	
Tat	Kötü	Yeterli	İyi	Çok İyi	
Tuzlıluk Derecesi	Tuzsuz	Çok Tuzlu	Biraz Tuzlu	Normal	
Koku	Kötü	Yeterli	İyi	Çok iyi	YAPI: Gözenekli yapı, telemenin kaynaşmamış olması, kırılgan ve dağılan bir yapı, pürüzlü bir yapı, dağılmış, benekli, parlak, mat, yetersiz olgunlukta, aşırı olgun, yapışkan.
Renk	Kötü	Yeterli	İyi	Çok iyi	
Aroma Yoğunluğu	Az ya da yok	Orta	Güçlü	Çok güçlü	
Genel Kabuledilebilirlik	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	

2.2.8. Salamurada Yapılan Analizler

Peynir örneklerinin içinde bulunduğu salamuralarda titrasyon asitliği (%), pH ve % tuz değerleri incelenmiştir.

2.2.8.1. Salamurada Titrasyon Asitliğinin (SH) Belirlemesi

Titrasyon asitliği Soxhelet Henkel derecesi (S.H.) olarak belirlenmiştir. Sütte olduğu gibi 25 mL salamura örneği alınmış ve harcanan 0,25 N NaOH miktarı 4 ile çarpılarak çıkan sonuç SH olarak belirtilmiştir (Anonim 2002a).

2.2.8.2. Salamurada pH Değerinin Belirlenmesi

Salamura pH değeri WTW 315I marka masa üstü pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Standart tampon çözeltilerle kalibre edildikten sonra cihazın elektrotu saf su ile yıkanmış ve 20^{o}C' deki salamura içerisine batırılarak salamuralarda pH ölçümleri yapılmıştır (Anonim 2006c)

2.2.8.3. Salamurada Tuz Değerinin Belirlenmesi

250 mL'lik beherlere alınan salamura örneğinin 1 mL' sine 24 mL deiyonize saf su ilave edilmiştir. Örnek homojen olarak karıştırıldıktan sonra 0,1 N $AgNO_3$ ile % 5'lik K_2CrO_4 indikatörü eşliğinde titre edilmiştir (Anonim 1986).

2.2.9. İstatistiksel Analizler

Örneklerin değerlendirilmesinde tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Deneme deseninin modeli 2 (maya orijini) x 4 (kültür oranı) x 5 (olgunlaşma süresi) olup, varyans analizi ve guplar arası karşılaştırmada LSD testi uygulanmıştır. Ayrıca analizlerin değerlendirilmesinde standart sapmalar da göz önüne alınmıştır. SPSS Software Progamında analiz sonuçlarının istatistiksel olarak $p<0,05$ ve $p<0,01$ düzeyinde önem seviyeleri değerlendirilmiştir (Tekin 2006).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Peynir Randımanı

Süt teknolojisinde randıman ürünün değerlendirilmesi açısından belirleyici bir faktör olarak düşünülmektedir. Peynir randımanı, yani 1 kg. peynir üretnek için ne kadar süt kullanılacağı birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler; çiğ sütün kalitesi ve bileşimi, sütün sağımı ve sütün soğutulması, standardizasyon uygulamaları, pastörizasyon, peynir üretim parametreleri, kullanılan ekipmanlar ve uygulanan teknoloji olarak sayılabilmektedir (Fox ve ark. 2000). Bu faktörler içinde ise en önemli olan çiğ süt kalitesi ve bileşimidir (Raynald ve Remeuf 2000, Esteves ve ark. 2001, Huppertz ve ark. 2004).

Peynir randımanı üzerinde kazeinin yağ ile birlikte pıhtıda kalması önemli bir etkiye sahiptir. Kurt (1990), asitliği yüksek ortamlarda süt yağının daha iyi topaklaşarak daha az kayba uğradığını, starter kültür kullanılması ile üretim sırasında pıhtı asitliğinin artmasının bir sonucu olarak peynirde yağ kaybınında daha az olduğunu belirtmektedir.

Pıhtılaşma sırasında oluşan kazein ağı içinde suyun da tutulması randımanı doğrudan etkilemektedir. Peyniraltı suyu ile birlikte peyniraltı suyu proteinleri, kaseinomakropeptidler, laktat ve sütte çözünür halde bulunan tuzlar oluşan pıhtıda yer alan diğer bileşenlerdir (Bank, 2007).

Randıman üzerine olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla kullanılan proteolitik (*Bacillus subtilis'* den elde edilen Neutrase) ve lipolitik (*Mucor miehei'* den elde edilen Picantase) enzimlerin etkisinin incelendiği bir çalışmada, enzim ilaveli peynirlerde kontrol grubuna göre randıman değerlerinin daha düşük olduğu ve bunun peynir altı suyu ile olan azot kayıplarının fazla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Yetişmen ve ark. 1998).

Yapılan araştırmalarda buzağı renneti ve rekombinant kimozin ile üretilen değişik peynirlerin randıman değerlerinin birbirlerine yakın olduğu belirtilmektedir (Green ve ark. 1985, Hicks ve ark. 1988, Emmons ve ark. 1990, Banks 1992, Kaytanlı 1995, Eleni ve ark. 2007).

Çizelge 3.1. Beyaz peynir örneklerine ait randıman değerleri

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	1.Tekerrür Randıman (kg süt/1 kg peynir)	2.Tekerrür Randıman (kg süt/1 kg peynir)	ORT.	ORT.
A	Hayvansal rennin enzimi	10,60	8,42	9,51	9,73
B	Mikrobiyel rennin enzimi	10,83	9,09	9,96	
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	8,69	7,27	7,98	8,13
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	8,51	8,08	8,30	
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	8,16	7,27	7,72	7,87
F	10 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	8,27	7,79	8,03	
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	9,09	8,00	8,55	8,45
H	20 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	8,63	8,08	8,36	

Peynir örneklerine ait randıman değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi randıman olarak en iyi örneği 7,87 L süt ile 10 DCU kültür/ton kullanılarak yapılan peynirler oluşturmaktadır. Kültür oranları dikkate alındığında üretilen peynirler içinde özellikle 5 DCU kültür/ton ve 10 DCU kültür/ton kültür ilavesi ile yapılan peynirlerde hayvansal maya ile yapılan peynirlerin randımanının 20 DCU kültür/ton kültür oranı ve hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Randımanın kültür oranı en yüksek olan (20 DCU kültür/ton) peynirlerde ve kültür ilavesi yapılmamış peynirlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu 1 kg. peynir üretmek için daha fazla süt kullanılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu anlamda kullanılan kültür oranının önemli olduğu kültür oranı ile maya orjini arasında randımanın arasında pozitif bir interaksiyonun kurulabileceği görülmektedir. Çalışmada buzağı renneti kullanılarak yapılan peynirlerin randımanın daha iyi olduğu bulunmuştur. Benzer sonuçlar Emmons ve ark. (1990) ile Lucey ve Kelly (1994) tarafından bildirilmiştir.

Kültür ilave edilen peynirler kendi aralarında değerlendirildiğinde 20 DCU kültür/ton oranı ile yapılan peynirlerde randımanın düşük olmasının kültürün oransal olarak fazla olması ile starter mikroorganizmaların hızlı aktivite göstermesi, peynir altı suyunun hızlı ve fazla miktarda ayrılması, peyniraltı suyu ile birlikte kayıpların daha fazla olması ve asitlik gelişimine bağlı olarak peynirde syneresis olayının fazla olup suyun peynir içinde daha az tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı şekilde Spinnler ve Perlat (2007)'da syneresis olayının asitlik gelişimi ile arttığını belirtmektedir.

Kullanılan maya orjini açısından peynir altı suyu ile olan kayıp peynir randımanı açısından değerlendirildiğinde hayvansal maya ile yapılan peynirlerde randımanın daha iyi olduğu görülmektedir. Budtz (1989), sığır pepsini, buzağı renneti, *Cryphonectria parasitica, Rhizomucor pusillus* ve *Rhizomucor miehei* enzimlerini kullanarak sütü pıhtılaştırmış *Rhizomucor miehei* enzimiyle peyniraltı suyuna geçen protein miktarının kimosinden daha fazla olduğunu ama farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirlemiştir.

3.2. Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler

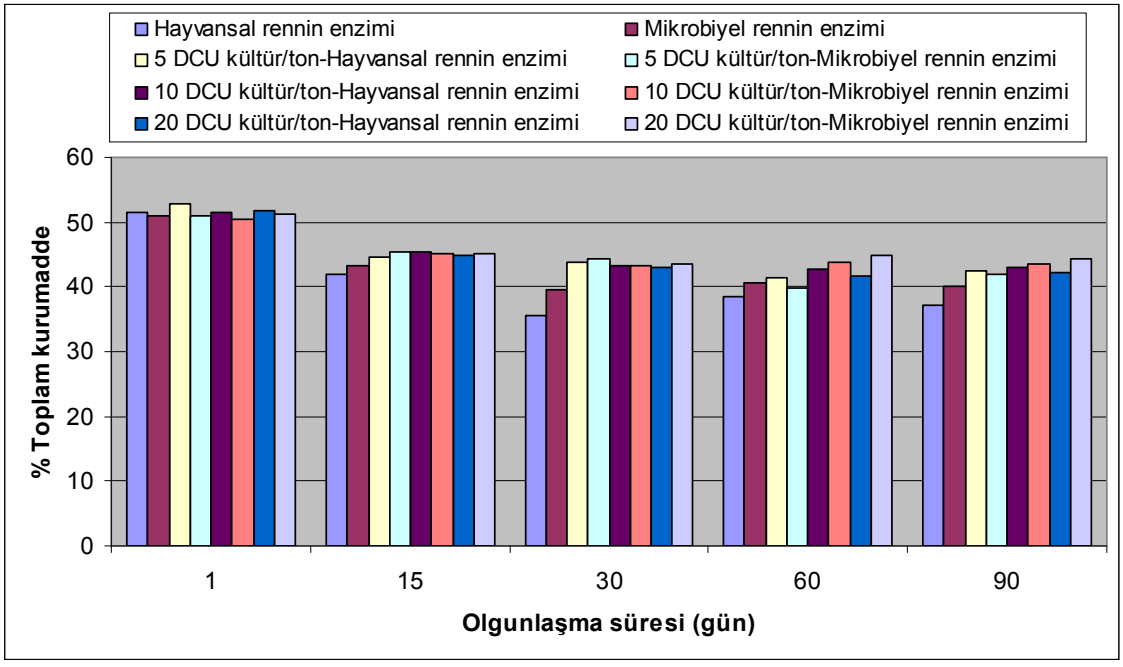
3.2.1. Kurumadde Oranı

Peynirin duyusal ve yapısal özelliklerini ve ayrıca besleyici değerini etkileyen kurumadde peynirin esasını oluşturmaktadır. Deneme peynirlerine ait kurumadde değerleri Çizelge 3.2.1'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde olgunlaşmanın 1. gününde bütün peynir örneklerinin kurumadde oranı yüksek olarak tespit edilmiştir. Peynirde en hızlı kurumadde düşüş oranı peynire teneke içindeki dolum salamurasının nüfus etmesine bağlı olarak 15. günde olmuştur. Kontrol grubu peynirlerde ise kurumadde düşüşü 30. güne kadar devam etmiş ve TS 591'de belirtilen % 40 kurumadde değerinin altına düşmüştür. Araştırmada kültür oranı değiştirilerek, hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan diğer grup peynirler Beyaz peynir standardına uymaktadır. Bu peynirlerin 30.60. ve 90. günde kurumadde oranı %40'ın üzerinde olup % 1-3 arasında düşme eğilimi göstermiştir.

Çizelge 3.2.1. Peynir örneklerine ait kurumadde oranları (%)

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	51,39	41,84	35,60	38,59	37,10	**40,90**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	51,05	43,29	39,52	40,63	40,07	**42,91**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	52,70	44,64	43,69	41,51	42,60	**45,03**
D	5 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	50,87	45,44	44,37	39,78	42,08	**44,51**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	51,49	45,31	43,30	42,74	43,02	**45,17**
F	10 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	50,43	45,10	43,24	43,74	43,49	**45,20**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	51,69	44,77	42,88	41,63	42,26	**44,65**
H	20 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	51,21	45,22	43,62	44,91	44,26	**45,85**
Ortalama		**51,35**	**44,45**	**42,03**	**41,69**	**41,86**	

Uygulanan peynir mayaları ve kültür kombinasyonlarına bağlı olarak peynirlerin kurumadde değerlerinin olgunlaşma süresine göre değişimi Şekil 3.2.1'de verilmiştir.



Şekil 3.2.1 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % kurumadde oranının değişimi

Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin kurumadde oranı azalmakta ve bu azalış 15. günden sonra hızla artmaktadır.

Peptid bağları parçalanarak ambalaj içindeki dolum salamurasından peynire su geçişinin olması, yeni iyonik grupların ortaya çıkması (Tzanetakis et ark. 1995) ve düşük sıcaklık derecelerinde depolama sonucu proteinlerin su bağlama özelliğinin artmasına bağlı olarak peynirin kurumadde miktarı azalmaktadır (Gürsoy ve ark. 2001, Sarantinopoulos ve ark. 2002, Hayaloğlu 2003).

Araştırma sonuçlarına paralel olarak Beyaz peynirlerde yapılan diğer çalışmalarda olgunlaşma periyoduna bağlı olarak peynir asitliğindeki azalmanın peynirin kurumadde miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Berg ve Exterkate (1993), salamurada olgunlaştırılan peynirlerin asitliklerinin 4,70-4,80 pH olması gerektiğini yüksek pH değerlerininde peynirin tekstürünün bozulduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada 10 ve 20 DCU kültür/ton olarak üretilen peynirlerde olgunlaşma periyoduna bağlı olarak kurumadde içeriğinin 5 DCU kültür/ton ilave edilerek ve hiç kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerine oranla daha az olması katılan starter kültür miktarına bağlı olarak oluşan laktik asit miktarının ve pH'nın farklı olması ile bunun sonucunda peynirdeki kazein matriksinin olgunlaşma süresi ilerledikçe büzülmesi ve daha fazla su kaybına neden olması ile açıklanabilir (Lawrence ve ark. 1987).

Peynir üretiminde rennet ile pıhtılaştırılan kazein jeli kırıldığında çıkan peynir altı suyunun miktarı mayalama sıcaklığı, sütün pH'sı, kırılan pıhtının karıştırılması, kalsiyum ve protein konsantrasyonlarından etkilenmektedir. Peynirdeki nem içeriğini kontrol altına almak için bu faktörler kontrol altına alınmalıdır (Fox ve ark. 1990).

Her bir grup peynirde kurumadde olgunlaşma süresi boyunca azalarak yumuşama eğilimine doğru gitmiştir. Bu Sarantinopoulos ve ark. (2002) ile Hayaloğlu (2002)'nun bulguları ile de benzerlik göstermektedir. Peynirin yumuşamaması için asitliğin çok yüksek olmaması, enzimatik ve bakteriyel aktivitenin az olması gerekmektedir. Çünkü bu şartlar altında protein parçalanması az olmakta ve peynir tekstürünün yumuşaması gecikmektedir (Gobbetti ve ark. 2002).

Peynirlerin kurumadde değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2.2'de verilmiştir. Peynirlerin kurumadde değerleri arasındaki farklılık kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Olgunlaşma süresi ve maya orjinleri arasında bir interaksiyon bulunamamıştır. Kullanılan maya orjininin farklı olması ise istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.2. Peynir örneklerinin kurumadde oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orjini	1	6,903	1,281
Kültür Oranı	3	92,532	17,174**
Süre	4	584,506	108,483**
Süre x Maya Orjini	4	8,056	1,495
Süre x Kültür Oranı	12	12,608	2,340 **
Maya Orjini x Kültür Oranı	3	6,11	1,134
Süre x Maya Orjini x Kültür Oranı	12	3,422	0,635

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Peynir örneklerinin kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.3' de verilmiştir. Kültür katılmayan kontrol grubu peynirler ile kültür katılarak yapılan peynirler arasında istatistiksel fark olduğu, kültür oranlarının farklı olmasının ise kurumadde üzerinde bir farklılık yaratmadığı ve bu peynirlerin aynı gruba dahil olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin 1. ve 15. gününden sonra peynirlerin kurumadde değerleri düşüş göstermiştir. 1. ve 15. günler arasında peynir kurumaddelerinde bir farklılık olduğu fakat 15. günden sonra kurumadde değerlerinin çok fazla değişmediği görülmüştür. Bunun peynirin olgunlaşma süresince peynire salamura girişi ve belli bir süre sonra oluşan asitlikle birlikte tekrar bünyesinden dışarıya su vermesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum 90. günde kurumaddenin ortalama %41.57'den 42.13' e çıkması ile açıklanabilir (Çizelge 3.2.3). Olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirde bulunan suda çözünür protein ve peptidlerin salamuraya geçişi kurumadde de azalmalara neden olabilmektedir (Karakuş ve Alperden 1995). Hayaloğlu (2003), farklı

starter kültürler kullanarak ürettiği Beyaz peynir örneklerinde kurumadde oranlarının depolama süresince azaldığını bildirmiştir.

Çizelge 3.2.3. Peynir örneklerinin kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları

	Maya Orjini	n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal	95	44,200 [a]	± 0,241
	Mikrobiyel	91	44,589 [a]	± 0,241
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	49	42,435 [b]	± 0,334
	5 DCU kültür/ton	45	44,634 [a]	± 0,348
	10 DCU kültür7ton	42	45,0123 [a]	± 0,360
	20 DCU kültür7ton	50	45,0978 [a]	± 0,332
Süre	1.gün	35	51,380 [a]	± 0,395
	15.gün	37	44,505 [b]	± 0,386
	30.gün	38	42,270 [c]	± 0,380
	60.gün	36	41,572 [c]	± 0,389
	90.gün	40	42,135 [c]	± 0,371

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Beyaz peynir örneklerinin kurumadde içeriklerindeki farklılık hammadde sütün asitliği, kullanılan kültür tipi ve oranı, kullanılan $CaCI_2$ miktarı, olgunlaşma süresi boyunca peynirde canlı kalan starter kültür mikroorganizmaları, uygulanan üretim tekniği, salamura sıcaklığı ve konsantrasyonu, peynir kitlesindeki tuz miktarı, peynirin asitliği, olgunlaşma süresi ve sıcaklığı gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır.

Kullanılan mayanın hayvansal veya mikrobiyel orijinli olması istatistiksel açıdan $p>0,05$ düzeyinde önemsiz olarak bulunmuştur. Şekil 3.2.1'de görüldüğü gibi üretimden sonra 1. günde havyasal rennin enzimi ile yapılan peynirlerin % kurumadde değerleri daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın diğer günlerinde benzer durum gözlenmiş ve maya orijininin % kurumadde üzerinde farklılık olmadığı saptanmıştır.

3.2.2. Yağ Oranı

Beyaz peynirlerin % yağ oranları Çizelge 3.2.4'de verilmiştir. Yağ değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve olgunlaşmanın 15. ve 30. günlerinde hızlı bir azalmanın olduğu bulunmuştur. Kültür oranı 20 ve 10 DCU kültür/ton olan peynirlerde bu farklılık daha belirgindir. 30. günden sonra peynirlerin % yağ oranlarındaki değişim belirgin olmamıştır, bu günden sonra bütün örneklerde bir azalma gözlenmiş ve 60. günde ise çok az bir artış tespit edilmiştir. 90. güne gelindiğinde ise % yağ oranlarında, 20 DCU kültür/ton + hayvansal maya katılan peynir örneği hariç bir azalma olduğu saptanmıştır.

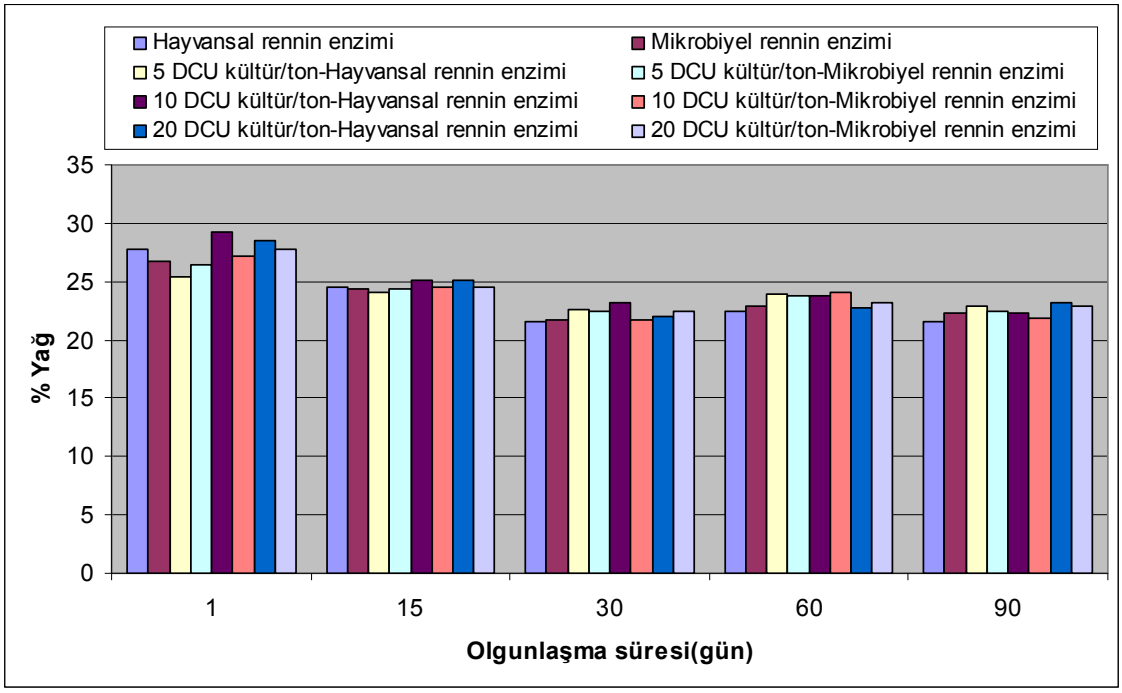
Çizelge 3.2.4. Beyaz peynir örneklerine ait % yağ oranları

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	27,75	24,58	21,50	22,50	21,63	**23,59**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	26,75	24,42	21,75	22,88	22,25	**23,61**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	25,38	24,13	22,63	23,88	22,88	**23,78**
D	5 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	26,38	24,38	22,50	23,75	22,50	**23,90**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	29,25	25,17	23,13	23,75	22,25	**24,71**
F	10 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	27,13	24,54	21,75	24,00	21,88	**23,86**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	28,50	25,17	22,00	22,75	23,13	**24,31**
H	20 DCU kültür/ton - Mikrobiyel rennin enzimi	27,75	24,58	22,50	23,13	22,88	**24,17**
Ortalama		**27,36**	**24,62**	**22,22**	**23,33**	**22,42**	

Peynirlerin üretiminde uygulanan kültür oranı ve maya orijininin % yağ oranı üzerinde az da olsa etkili olduğu belirtilebilir. Kültür oranı azaldıkça peynir kitlesinde kalan % yağ oranı da azalmıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde peynirlerin % yağ oranları %21,25 ile % 29,25 arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 3.2.4'de belirtilen genel ortalama göz önüne alındığında kültür oranı yüksek olan 20 ve 10 DCU kültür/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerde % yağ oranı daha yüksek bulunmuştur.

Olgunlaşmanın sonuna doğru % yağ oranının bütün örneklerde biribirine yakın sonuçlar göstermiştir. Genel olarak peynir ve salamura arasında olan tuz geçişi ve buna bağlı olarak peynirin kuru maddesinde olan değişimler peynirin bileşiminde etkilemektedir. Bu anlamda gerek tuz gerekse de yağ bileşenlerinin kurumadde içerisindeki oranlarının bilinmesi önemlidir. Bu değerlerin bütün peynir çeşitlerinde olgunlaşmanın sonuna doğru azaldığı bildirilmektedir (Gider 2006). Şekil 3.2.2'de olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % yağ değerlerinin değişimi verilmektedir.



Şekil 3.2.2 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % yağ değerlerinin değişimi

Peynir örneklerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2.5'de verilmiştir. Peynir % yağ değerleri arasında bulunan farklılık olgunlaşma süresine bağlı olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken maya orijini ve kültür oranı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresi arasında kurulan interaksiyonla da $p>0,05$ düzeyinde önemsiz olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.2.5. Peynir örneklerinin % yağ oranlarına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orjini	1	1,702	0,910
Kültür Oranı	3	4,068	2,176
Süre	4	143,811	76,934 **
Süre x Maya Orjini	4	1,350	0,722
Süre x Kültür Oranı	12	2,813	1,505
Maya Orjini x Kültür Oranı	3	1,268	0,678
Süre x Maya Orjini x Kültür Oranı	12	1,510	0,808

Peynir örneklerinin % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.6'da verilmiştir. Kültür katılmayan kontrol grubu peynirler ile kültür katılarak yapılan peynirler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ve aynı grup içinde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın 1. günü peynirlerin farklı olduğu ve diğer olgunlaşma sürecinde peynir % yağ değerlerinin düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.6. Peynir örneklerinin % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	23,800 [a]	± 0,153
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	23,590 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	23,325 [a]	± 0,216
	5 DCU kültür/ton	40	23,537 [a]	
	10 DCU kültür/ton	40	23,95 [a]	
	20 DCU kültür/ton	40	23,975 [a]	
Süre	1.gün	32	27,359 [a]	± 0,242
	15.gün	32	23,250 [b]	
	30.gün	32	22,218 [c]	
	60.gün	32	23,406 [b]	
	90.gün	32	22,250 [c]	

3.2.3. Kurumadde de % Yağ Oranı

Yağ peynirin gerek besinsel gerekse de duyusal nitelikleri üzerine olumlu etkisi olan bir bileşendir. TS 592 Beyaz Peynir standardına göre, tam yağlı Beyaz peynirlerde

kurumadde de % yağ oranın en az % 45 olması gerekmektedir. Yapılan çalışmada peynirlerin kurumaddede % yağ oranının bu değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Peynirlerin kurumaddede % yağ oranının kontrol grubu peynirler hariç olmak üzere % 48,08-59,76 arasında değişmiş, ortalama olarak %50-56 olarak belirlenmiştir.

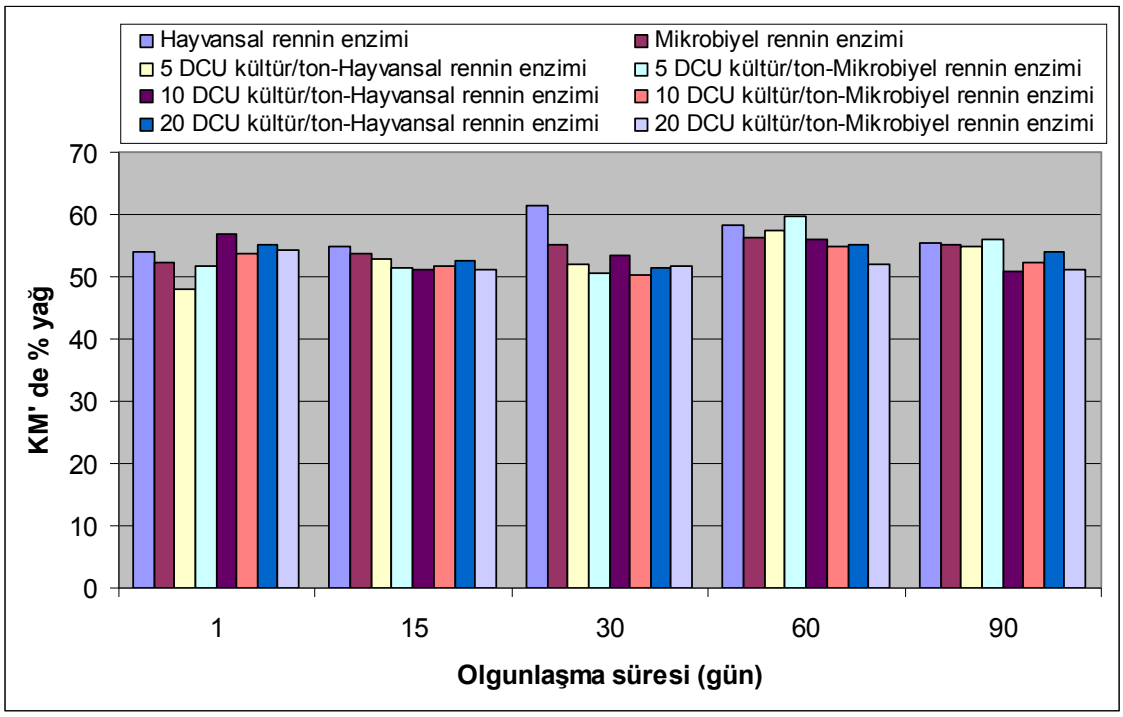
Salamura beyaz peynir üzerinde yapılan bir çalışmada olgun ve taze peynirlerin % yağ oranlarının %14,55 ile 22,75 arasında olduğu belirtilmiştir (Hayaloğlu ve ark. 2002). Hayaloğlu (2003) salamurada olgunlaştırılan Beyaz peynir örneklerinde 90.günde %yağ oranının 19,08- 25,42 ve kurumadde de % yağ oranının % 48,04 – 51,76 değerleri arasında değiştiğini saptamıştır. Çizelge 3.2.7'de yapılan çalışmada peynir örneklerinin kurumaddede % yağ oranlarının değişimi verilmiştir.

Çizelge 3.2.7. Beyaz peynir örneklerine ait kurumadde de % yağ oranları

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	53,96	54,91	61,35	58,30	55,52	**56,81**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	52,36	53,66	55,04	56,29	55,16	**54,50**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	48,08	52,75	51,94	57,54	54,79	**53,02**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	51,77	51,41	50,70	59,76	55,87	**53,90**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	56,75	51,12	53,53	55,98	50,75	**53,62**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	53,69	51,71	50,34	54,95	52,41	**52,62**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	55,14	52,49	51,42	55,00	53,94	**53,60**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	54,17	51,03	51,65	51,99	51,16	**52,00**
Ortalama		**53,24**	**52,39**	**53,25**	**56,23**	**53,70**	

Araştırmada bulunan % yağ ve kurumaddede % yağ oranlarının Beyaz peynirler üzerinde yapılan çalışmalardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu oranın peynirin üretim yöntemi, süt yağı oranı ve pastörizasyon normu ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Denememizde çiğ süte uygulanan pastörizasyon normu olan 72^0Cde

serum proteinlerinde denatürasyon az olduğundan peynir bünyesinde tutulan su miktarı fazla olmamakta ve peynirin kurumadde oranı daha yüksek olmaktadır. Buna bağlı olarakda kurumadde içinde bulunan % yağ oranı da oransal olarak artmaktadır. Şekil 3.2.3'de olgunlaşma süresince peynir örneklerinin kurumaddede % yağ değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 3.2.3. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin kurumadde % yağ değerlerinin değişimi

Beyaz peynirlerin kurumadde de % yağ oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2.8' de verilmiştir. Peynirlerin kurumadde de % yağ oranı üzerine mayanın etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunurken kültür oranı ve olgunlaşma süresinin $p<0,01$ düzeyinde önemli, maya orijini ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon ise önemsiz olarak saptanmıştır.

Çizelge 3.2.8' de verilen varyans analizi sonuçlarında maya orijini bir farklılık yaratmadığı görülürken kültür oranı ve olgunlaşma süresinin $p< 0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. En yüksek kurumadde de % yağ oranı olgunlaşmanın 60. gününde çıkmış olup diğer olgunlaşma sürelerinden farklı bulunmuştur. Bu anlamda sonuçlar

paralellik göstermektedir. 1.15.30. ve 90. günlerde peynirin kurumadde % yağ oranları istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Kültür ilavesi yapılmayan kontrol grubu peynirleri ile kültür ilavesi yapılan peynirler farklı gruba dahil olmuştur.

Çizelge 3.2.8. Peynir örneklerinin kurumadde de % yağ oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	66,113	5,342 *
Kültür Oranı	3	72,232	5,837 **
Süre	4	74,515	6,021 **
Süre x Maya Orijini	4	4,746	0,384
Süre x Kültür Oranı	12	34,039	2,751 **
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	9,107	0,736
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	14,099	1,139

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.9. Peynir örneklerinin kurumadde de % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları

		n	**Ortalama**	**Standart Hata**
Maya Orjini	Hayvansal	80	54,258 [a]	± 0,393
	Mikrobiyel	80	52,973 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	55,582 [a]	± 0,556
	5 DCU kültür/ton	40	52,757 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	53,376 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	52,746 [b]	
Süre	1.gün	32	53,233 [b]	± 0,622
	15.gün	32	52,380 [b]	
	30.gün	32	53,395 [b]	
	60.gün	32	56,252 [a]	
	90.gün	32	52,815 [b]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Peynir örneklerinin kurumaddede % yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.6'da verilmiştir. Kültür katılmayan kontrol grubu peynirler ile kültür katılarak yapılan peynirler arasında istatistiksel olarak fark olduğu ve aynı grup içinde yer almadığı tespit edilmiştir.

3.2.4. Tuz Oranı

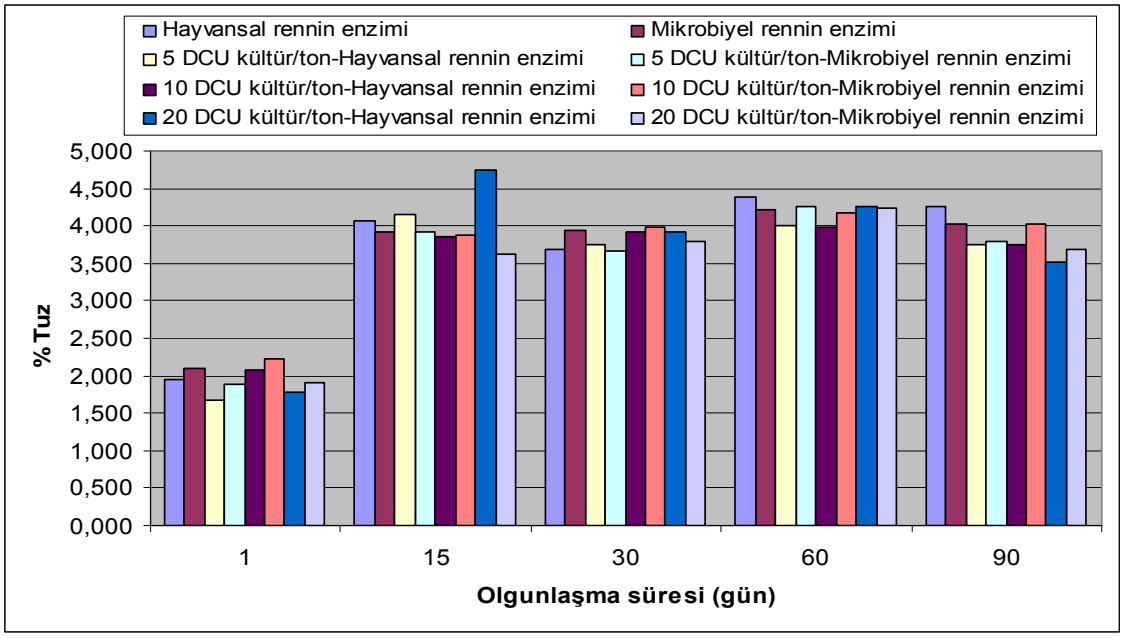
Ülkemizde en çok üretilen peynir çeşidi olan Beyaz peynirde salamura tuzlama tekniği kullanılmaktadır. Tuz direkt olarak peynir lezzetine ve aromasına katkıda bulunması, starter ve starter olmayan bakterilerin gelişimlerini kontrol altına alması, rennet ve peynir kitlesinde bulunan diğer enzimlerin aktivitelerini düzenlemesi ve sineresisi teşvik etmesi gibi etkilerinden dolayı önemlidir (Morris ve ark. 1985, Uraz ve Gencer 2000). Çizelge 3.2.10'da Beyaz peynir örneklerine ait % tuz değerlerinin maya orijini, kültür ve olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimleri verilmiştir.

Çizelge 3.2.10. Beyaz peynir örneklerine ait % tuz değerleri

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	1,95	4,08	3,68	4,39	4,27	**3,67**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,11	3,92	3,94	4,21	4,03	**3,64**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,68	4,15	3,74	4,01	3,74	**3,46**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,88	3,92	3,66	4,27	3,80	**3,51**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,08	3,86	3,92	3,98	3,74	**3,51**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,23	3,88	3,98	4,17	4,04	**3,66**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,77	4,74	3,92	4,27	3,51	**3,64**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,91	3,63	3,80	4,23	3,68	**3,45**
Ortalama		**1,95**	**4,02**	**3,83**	**4,19**	**3,85**	

Şekil 3.2.4'de olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % tuz değerlerinin değişimi verilmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi oldunlaşma süresinin 1. gününde % tuz

oranının %1,5-2 arasında olduğu görülürken diğer günlerde %3,5-4,5 arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 3.2.4. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin % tuz değerlerinin değişimi

Çizelge 3.2.11'de peynir örneklerine ait % tuz değerlerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde peynirin % tuzu üzerine sadece olgunlaşma süresinin istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.11. Peynir örneklerinin % tuz oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,071	0,169
Kültür Oranı	3	0,222	0,528
Süre	4	26,092	62,126 **
Süre x Maya Orijini	4	0,395	0,941
Süre x Kültür Oranı	12	0,277	0,661
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,105	0,250
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,152	0,363

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Peynir örneklerinin % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.12'de verilmiştir. Kültür katılmayan kontrol grubu peynirler ile kültür katılarak yapılan peynirler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ve aynı grup içinde yer aldığı tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca da 1. gün dışında diğer süreçte peynirlerin aynı grup içinde yer aldığı ve istatistiksel olarak aralarında farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.12. Peynir örneklerinin % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	3,572 [a]	± 0,072
	Mikrobiyel rennet enzimi	80	3,530 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	3,656 [a]	± 0,102
	5 DCU kültür/ton	40	3,484 [a]	
	10 DCU kültür/ton	40	3,517 [a]	
	20 DCU kültür/ton	40	3,546 [a]	
Süre	1.gün	32	1,950 [b]	± 0,115
	15.gün	32	4,000 [a]	
	30.gün	32	3,829 [a]	
	60.gün	32	4,124 [a]	
	90.gün	32	3,85 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.5. Kurumadde de % Tuz Oranı

Tuz peynirin suda eriyen bir bileşeni olmasından dolayı peynirin su miktarından yani kurumadde oranından etkilenmektedir. Aynı şekilde kurumadde içeriklerindeki farklılıklar da tuz geçişi üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle peynirdeki tuzun kurumadde de tuz olarak ifade edilmesi önemlidir (Gürsoy ve Kınık 2005)

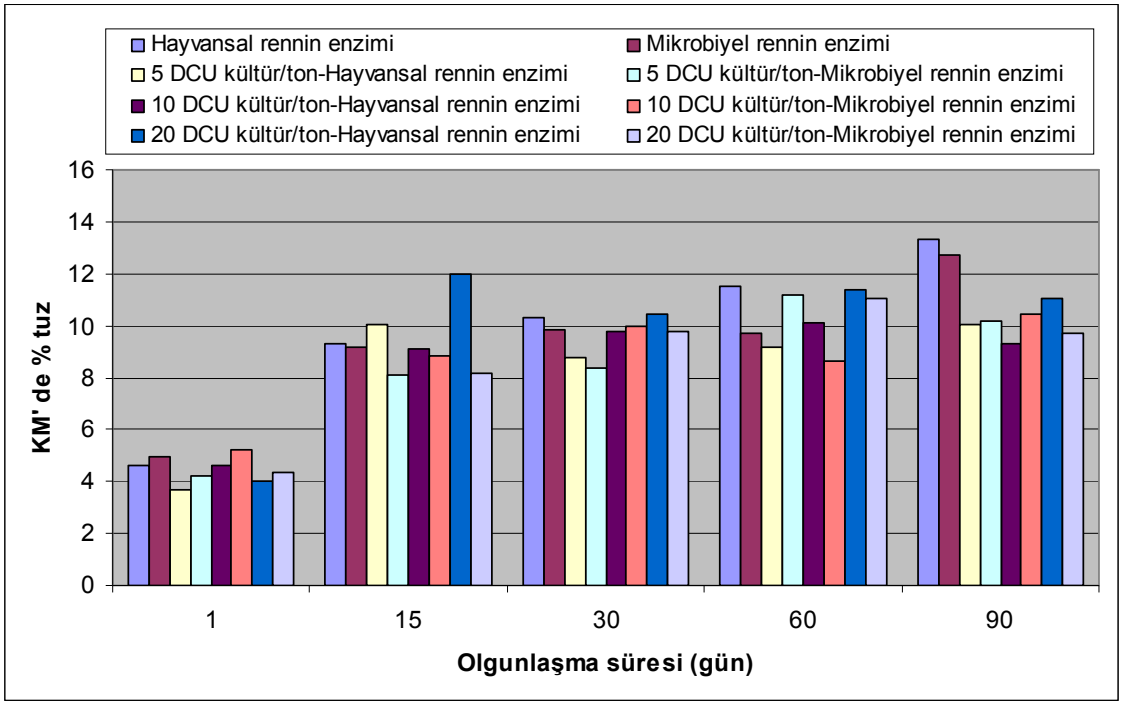
Deneme peynirlerine ait kurumaddede % tuz oranları Çizelge 3.2.13'de verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi üretimden sonraki ilk günde peynirlerin tuz oranları en düşük düzeyde iken 60. ve 90. günde yüksek değerlere ulaşmıştır. Ortalama kurumadde % tuz oranları sıra ile 1. günde % 4,46, 15. günde % 9,34, 30. günde %

9,65, 60. günde % 10,35 ve 90. günde ise % 10,85 olarak bulunmuştur. Olgunlaşma süresince peynirdeki tuz konsantrasyonunun artışı ile yağ miktarında azalmaların meydana geldiğini belirtilmektedir (Gahun 1981, Kınık 1987, Şimşek 1989, Merdivan ve ark 2004). Ancak denemede kurumaddede % yağ 60. günde en yüksek bulunmuştur (Çizelge 3.2.7). Peynirdeki tuz konsantrasyonu arttıkça yağ oranının azalmasının sebebinin olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirin kurumadde değerindeki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresine bağlı olarak salamuranın peynire geçişi ile birlikte peynirin kurumadde içeriği düşecek ve dolayısı ile peynirde birim miktardaki yağ oranı da azalacaktır.

Çizelge 3.2.13. Beyaz peynir örneklerine ait kurumadde de % tuz oranları

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	4,60	9,3	10,28	11,54	13,34	**9,81**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	4,98	9,19	9,87	9,71	12,74	**9,30**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,69	10,07	8,78	9,20	10,01	**8,35**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,24	8,11	8,35	11,19	10,17	**8,41**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,63	9,11	9,78	10,13	9,31	**8,59**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	5,21	8,81	9,95	8,65	10,44	**8,61**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,99	11,95	10,42	11,36	11,06	**9,76**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,38	8,2	9,77	11,03	9,71	**8,62**
Ortalama		**4,46**	**9,34**	**9,65**	**10,35**	**10,85**	

Yapılan denemede kurumadde de tuz oranının kontrol grubu peynirlerde yüksek olduğu Şekil 3.2.5 ’de görülmektedir. Peynirin asitlik değeri olgunlaşma boyunca kültür oranı azaldıkça azalmaktadır. Peynirin kurumaddede tuz oranı ile asitlik arasındaki ilgileşim katsayısı – 0,922 olup asitlik ile tuz miktarı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Peynirlerde asitlik düştükçe, salamuradan peynire geçen tuz miktarı artmaktadır Benzer ilişki başka yapılan araştırma sonuçlarında da alınmıştır (Sadek ve Hammed 1955, Eralp ve ark. 1974, Üçüncü 1971, Kaymaz 1979, Oktar 1975).



Şekil 3.2.5. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin kurumaddede % tuz değişimleri

Ham peynir (teleme) asitliği ile olgunlaşmış peynirdeki tuz oranı arasında zıt yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Araştırmacılar asitlik arttıkça salamuradan çekilen tuz miktarındaki azalmanın nedenini, hem düşük pH'larda pıhtıdaki tuzun eriyebilirliğinin daha az olması, hem de yüksek asitlikte sineresiz artacagından peynirdeki nem içeriğinin azalması şeklinde açıklamaktadırlar (Lawrence ve Gilles 1969, Guinee ve Fox 1993).

Peynirde su oranının artması halinde difüzyon olayı hızlandığından, hem salamuradan absorbe edilen tuz miktarı hem de peynirden salamuraya geçen su ve diğer maddelerin oranı artmaktadır. Araştırmacılar su oranı fazla olan peynirlerde peynir kitlesine salamuradan tuz geçişinin fazla olduğunu belirtmektedirler (Jakubowski ve Reeps 1964).

Tuz, su çekme özelliği ve salamuranın kuvvetli ozmotik basıncı nedeniyle peyniraltı suyunun ayrılmasını kolaylaştırmakta ve peynirde su içeriğinin dengelenmesine yardımcı olmaktadır. Burada para-kazeinle sodyum klorürün interaksiyonu sonucunda

belirli düzeydeki sodyum iyonları, kazeinlerin su bağlama kapasitesini artırmaktadır (Nielsen ve Ullum 1989).

Tuz sütün doğal enzimlerini, peynir mayası, starter bakterileri ve bunlara ait enzimlerin aktivitelerini etkilemektedir. Düşük seviyelerdeki tuz laktik asit kültürlerinin gelişimini teşvik ederken, % 2'nin üzerindeki oranlar peynirde laktik asit fermentasyonunu azaltmaktadır (Fox 1987).

Yapılan çalışmalarda kimozin ve pepsin tarafından αs1-kazeinin proteoliz oranının % 5-10 tuz varlığında maksimum düzeyde olduğu ve β-kazein proteolizi % 10 tuzlu ortamda tamamıyla engellendiği belirtilmektedir. Tuz, αs1–kazeinin proteolizi ile bağlantılı olarak yapıyı da etkilemekte ve az tuzlu peynirlerde zayıf hamurumsu yapı; tuz oranı yüksek olanlarda ise tersi bir durum gözlenmektedir. Peynirlerde karşılaşılan acılık, genel olarak hidrofobik karakterli β-kazeinin hidroliziyle ortaya çıkan acı peptidlerden kaynaklanmaktadır. Tuzun acılığı önlemedeki etkisi, β-kazeinin hidrolizasyonunu engellemesi şeklinde açıklanmaktadır (Fox ve Walley 1971, Fox 1987).

Yapılan denemede salamuranın asitliği peynire göre ayarlanmıştır. Tuzlama sırasında, salamuranın hafif asitik nitelikte olması gerektiği ve salamura ile ham peynir (teleme) pH'sının birbirine yakın olduğu durumlarda tuz geçişinin daha düzenli gerçekleşeceği belirtilmektedir (Ramanauskas 1998, Üçüncü 1991).

Georgakis (1973), Feta peynirinde tuz geçişini belirlemek üzere gerçekleştirdiği bir çalışmasında 78 gün süreyle olgunlaştırılmış peynir kalıplarının yüzeylerinden itibaren 0,5; 1,5; 2,5 ve 3,5 cm derinlikten alınan örnekleri tuz içerikleri yönünden incelemiştir. Araştırmacı elde ettigi verilere dayanarak, peynire tuz geçişinde difüzyon katsayısı, salamurada bekletme süresi, salamuradaki tuz konsantrasyonu, peynirin nem ve yağ içeriği ile bağıl yüzey alanının etkili olduğunu, fakat bunların içerisinde salamuradaki tuz konsantrasyonunun daha fazla önem taşıdığını belirtmektedir.

Deneme peynirlerine ait kurumaddede % tuz oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2.14'da verilmiştir. Peynirlerde kültür oranı ve olgunlaşma süresi sonunda

ortaya çıkan değişimler ve olgunlaşma süresi ve kültür oranının interaksiyonu da p<0,01 düzeyinde de önemli bulunmuştur. Bu değişimde oluşan laktik asit ve kurumadde oranlarındaki farklılığın etkili olduğu söylenebilir. Peynire ilave edilen mayanın niteliği ise istatistiksel olarak önemsiz olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.14. Peynir örneklerinin kurumadde de % tuz oranlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orjini	1	3,309 [a]	1,476
Kültür Oranı	3	17,744 [a]	7,917 **
Süre	4	225,667	100,686 **
Süre x Maya Orijini	4	1,915	0,854
Süre x Kültür Oranı	12	4,394	1,96 *
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	2,371	1,058
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	1,028	0,459

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.15'de Beyaz peynir örneklerine ait kurumaddede % tuz oranlarının LSD testi sonuçları verilmiştir. Kontrol grubu peynirlerinin dışında (20 DCU/ton, 10 DCU/ton ve 5 DCU/ton kültür oranı) değişik oranlarda kültür katılarak yapılan peynirlerin kurumaddede % tuz oranlarının aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca ise kurumaddede % tuz oranı en yüksek 60. ve 90. günlerde saptanmış olup aynı grupta yer almıştır. 15. ve 30. günde örneklerin kurumaddede % tuz içerikleri benzer değerleri göstermiştir. Olgunlaşmanın 1. günden sonra peynirlerin tuz içerikleri artmıştır ve tuz dengesinin 15. günden sonra oluştuğunu belirlemiştir.

Çizelge 3.2.15. Peynir örneklerinin kurumadde de % tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	8,638 [a]	± 0,167
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	8,350 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	9,469 [a]	± 0,237
	5 DCU kültür/ton	40	8,124 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	8,019 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	8,362 [b]	
Süre	1.gün	32	3,844 [c]	± 0,265
	15.gün	32	9,071 [b]	
	30.gün	32	9,185 [b]	
	60.gün	32	10,005 [a]	
	90.gün	32	10,362 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.6. pH

pH süt ve ürünlerinde aktüel asitliği tanımlayan pH, serbest ve aktif hidrojen iyonu ile dengede bulunan diğer bileşikler tarafından meydana getirilmektedir. Bu bileşikleri serbest bazik bileşikler, serbest nötral tampon bileşikleri, proteine bağlı asidik ve bazik gruplar ile serbest organik asitler oluşturmaktadır (Öztek, 1981).

Peynirin yapısını etkileyen önemli fizikokimyasal bir parametre olan pH starter organizmaların oluşturduğu asitlik ve peynir pıhtısının asitliğe karşı göstermiş olduğu bir tamponlama kapasitesi ile birlikte belirginleşmektedir. Başlangıçta starter kültür bakterileri tarafından asitlik gelişiminin sağlandığı, daha sonra pH'nın sabit kaldığı ve ileri aşamasında ise düştüğü varsayılmaktadır. Peynirin bileşimi sütten oldukça farklıdır ve maksimum tamponlama özelliği göstermektedir. Örneğin Cheddar ve Emmental peyniri maksimum tamponlama kapasitesine sahiptir ve pH 4,8'dir. Buna peynirdeki kazeinin sebep olduğu belirtilmektedir (Salaün ve ark 2005).

Kazeinin yıkımı sırasında inorganik fosfatlar ve organik asitlerin oluşması (laktat, sitrat, propionat, asetat ve bütirat) peynire tamponlama özelliği kazandırmaktadır. Bu bileşiklerin oluşmasında sütün bileşimi, syneresis, pıhtının nem miktarı ve ayrılan peyniraltı suyunun pH değeri etkili olmaktadır (Salaün ve ark. 2005). Ayrıca peynir olgunlaşması boyunca oluşan CO_2 miktarı veya organik asitlerin üretimi, kalsiyum fosfatın presipitasyonuna bağlı olarak peynirde kalsiyum karbonat oluşması, laktat parçalanması, kazein proteolizi veya defosforilizasyonuna bağlı olarak peynirin tamponlama kapasitesi değişebilmektedir (Fox ve Lucey 1990).

Peynir olgunlaşması boyunca deneme Beyaz peynirlerde görülen pH yükselmeleri tamponlama kapasitesindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

3.2.6.1. Peynir İç pH Değişimleri

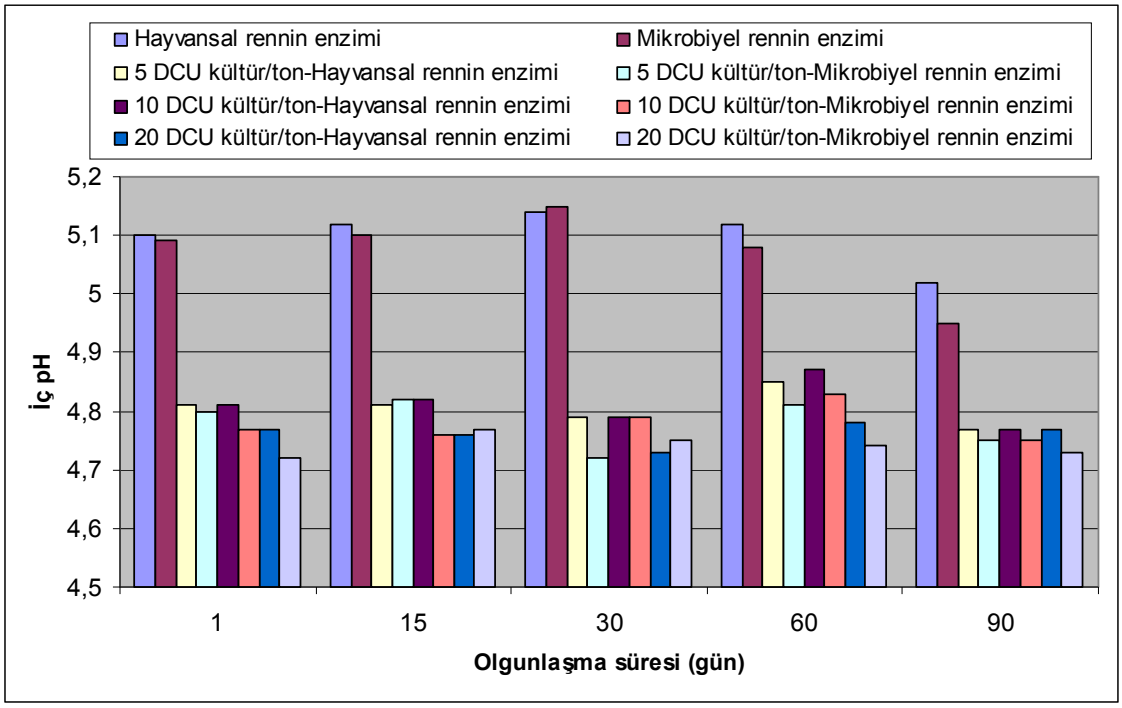
Çizelge 3.2.16'da Beyaz peynir örneklerine ait iç pH değerlerinin maya orijini, kültür kullanım oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimleri görülmektedir. Çizelgede kültür katılmadan yapılan peynirlerin iç pH değerlerinin kültür katılarak yapılan peynirlere oranla yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak kültür oranındaki farklılığın da peynir iç pH değerlerini belirgin bir şekilde etkilemediği görülmektedir.

Çizelgede olgunlaşma süresi boyunca peynir örneklerinin pH değerlerinin birbirine yakın olduğu fakat 60. günde biraz yükselip sonra düştüğü görülmektedir. Bunun da sebebinin proteolize bağlı olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma dönemleri arasındaki pH değişimlerinin amonyak ve karbonil bileşikleri gibi bazı bazik maddeler ile aminoasitlerin deaminasyonu ve organik asit metabolizması sonucunda meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir (Azarnia ve ark 1997, McSweeney ve Sousa 2000).

Şekil 3.2.6'da olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin iç pH değerlerinin değişimi incelendiğinde kontrol grubu peynirler ile kültür katılarak yapılan peynir örneklerinde kültürün peynir pH değerleri arasında farklılığa sebep olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.16. Beyaz peynir örneklerine ait iç pH değerleri

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	5,10	5,12	5,14	5,12	5,02	**5,10**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	5,09	5,10	5,15	5,08	4,95	**5,07**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,81	4,81	4,79	4,85	4,77	**4,80**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,80	4,82	4,72	4,81	4,75	**4,78**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,81	4,82	4,79	4,87	4,77	**4,81**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,77	4,76	4,79	4,83	4,75	**4,78**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,77	4,76	4,73	4,78	4,77	**4,76**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,72	4,77	4,75	4,74	4,73	**4,74**
Ortalama		**4,86**	**4,87**	**4,86**	**4,88**	**4,81**	



Şekil 3.2.6 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin iç pH değerlerinin değişimi

Çizelge 3.2.17. Beyaz peynir örneklerinin iç pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	0,031	3,614
Kültür Oranı	3	0,956	111,142 **
Süre	4	0,018	2,116
Süre x Maya Orijini	4	0,020	0,247
Süre x Kültür Oranı	12	0,01	1,119
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,002	0,174
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,001	0,122

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.17'de Beyaz peynir örneklerine ait iç pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre maya orijini ve olgunlaşma süresinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı fakat kültür oranının p<0,01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık starter kültür miktarına göre aktivitenin ve buna paralel olarak peynirde asitlik gelişiminin artmasından kaynaklanmaktadır. Olgunlaşma süresine bağlı olarak asitlik gelişimindeki farklılığın önemsiz olmasında peynir olgunlaşmasında asitliğin yanı sıra proteoliz ile oluşan amin gruplarının da etkili olduğu söylenebilir. Çünkü olgunlaşma süresi boyunca pH değişimleri çok belirgin olmayıp 60. güne kadar aynı kalmıştır.

Beyaz peynir örneklerine ait iç pH değerleri ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.18'de verilmiş olup peynirlerin iç pH değerleri arasında kültür oranlarının etkisinin aynı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri kontrol grubu peynirlerine aittir. En düşük peynir iç pH değeri ise 90. günde gözlenmiştir. Bu durum peynirde olgunlaşma periyodu boyunca enzimatik parçalanmalara bağlı olarak ortaya çıkan biyokimyasal değişimlerin yoğunluğu ile ilgilidir.

Çizelge 3.2.18. Beyaz peynir örneklerinin iç pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal rennin enzimi	80	4,868 [a]	± 0,01
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	4,841 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	5,086 [a]	± 0,015
	5 DCU kültür/ton	40	4,784 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	4,783 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	4,764 [b]	
Süre	1.gün	32	4,857 [ab]	± 0,016
	15.gün	32	4,867 [a]	
	30.gün	32	4,856 [ab]	
	60.gün	32	4,876 [a]	
	90.gün	32	4,814 [a]	

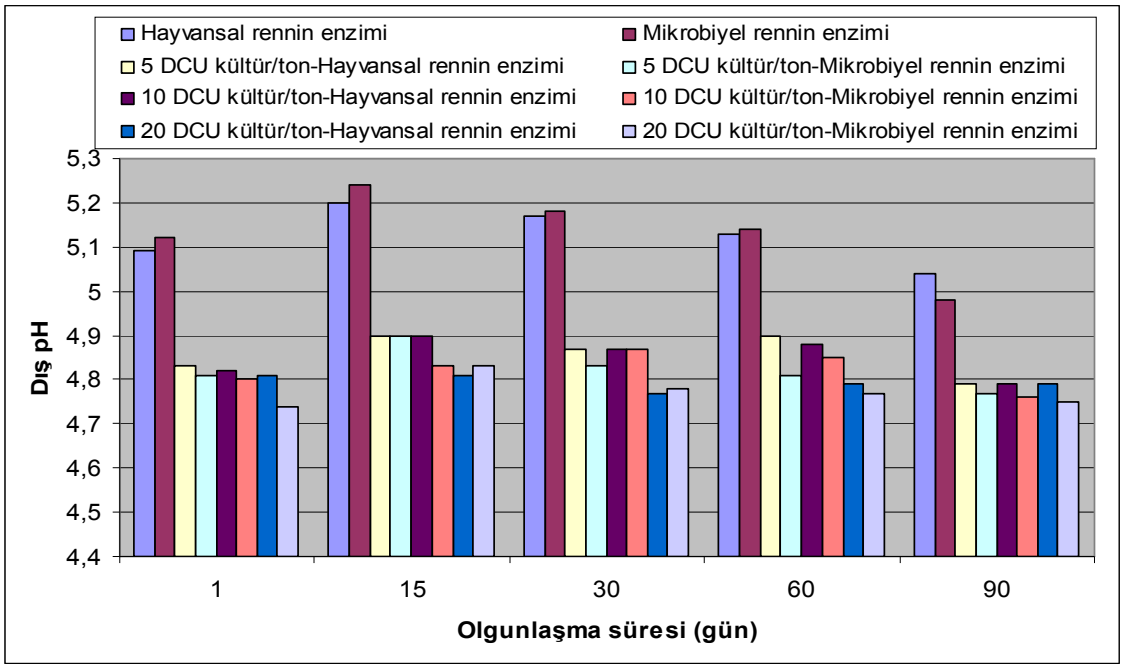
***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.6.2. Peynir Dış pH Değişimleri

Çizelge 3.2.19'da görüldüğü gibi olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinde ortalama olarak peynirin dış pH değerlerinde bir değişkenlik olduğu ve belirgin farkın 90. günde oluştuğu görülmüştür. 15. günde pH değerinin 5,12' den 5,24'e yükselmesi peynirin dolum salamurasını bünyesine almasından kaynaklanmaktadır. Bu durum % kurumadde azalışı ile ilgilidir. Peynirlerin % kurumadde içerikleri ortalama % 51,35' ten % 44,65'e düşmüş ve peynir kitlesine 15 günde % 13 oranında salamura girmiştir. Dağdemir ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada 30 günde peynirdeki kurumadde içeriklerindeki azalmanın peynirin bünyesinde bulunan laktik asitin salamura içerisine olan kısmi hidrolizasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Şekil 3.2.7' de kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerin olgunlaşma süresi boyunca pH değerlerinin hep yüksek olduğu görülmektedir. Fox ve ark.(2000) ile Melilli ve ark. (2005) peynirde pH'nın peynirin nemdeki tuz içeriği ile orantılı olduğunu vurgulamaktadırlar. Peynirin sulu fazında ozmotik basınç artarsa hem istenen hem de istenmeyen bakteri hücrelerinin dehidrasyona uğrayarak inhibe olmaları sonucunda laktik asit üretimi azalmakta ve pH yükselmektedir.

Çizelge 3.2.19. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerleri

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	5,09	5,20	5,17	5,13	5,04	**5,12**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	5,12	5,24	5,18	5,14	4,98	**5,13**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,83	4,90	4,87	4,9	4,79	**4,86**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,81	4,90	4,83	4,81	4,77	**4,82**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,82	4,90	4,87	4,88	4,79	**4,85**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,8	4,83	4,87	4,85	4,76	**4,82**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,81	4,81	4,77	4,79	4,79	**4,79**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,74	4,83	4,78	4,77	4,75	**4,77**
Ortalama		**5,12**	**5,24**	**5,18**	**5,14**	**4,98**	



Şekil 3.2.7. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin dış pH değerlerinin değişimi

Çizelge 3.2.20'de Beyaz peynirlerin varyans analizi sonuçlarına göre peynir örneklerinin dış pH değerleri arasındaki farklılık maya orijininin etkisi dışında $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ortaya çıkan bu farklılıkta kültür oranı ve süresinin etkisi belirgindir. Bununla birlikte olgunlaşma süresi ve kültür oranının interaksiyonunun veya olgunlaşma süresi ve maya orijini arasındaki interaksiyonun sonuçlar üzerine bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.20. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orjini	1	0,015	2,036
Kültür Oranı	3	0,972	130,154 **
Süre	4	0,067	8,998 **
Süre x Maya Orjini	4	0,001	0,142
Süre x Kültür Oranı	12	0,008	1,127
Maya Orjini x Kültür Oranı	3	0,003	0,410
Süre x Maya Orjini x Kültür Oranı	12	0,002	0,257

Çizelge 3.2.21. Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

		n	**Ortalama**	**Standart Hata**
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	4,906 [a]	± 0,01
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	4,886 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	5,129 [a]	± 0,014
	5 DCU kültür/ton	40	4,824 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	4,826 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	4,803 [b]	
Süre	1.gün	32	4,876 [b]	± 1,0015
	15.gün	32	4,954 [a]	
	30.gün	32	4,911 [b]	
	60.gün	32	4,907 [b]	
	90.gün	32	4,830 [c]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Beyaz peynir örneklerine ait dış pH değerleri ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.21' de verilmiş olup peynirlerin dış pH değerleri arasında her bir kültür oranının etkisi aynı olup bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri kontrol grubu peynirlerine ait olup en düşük dış pH değeri ise peynirlerde 90. günde ortaya çıkmıştır. 1. gün, 30. gün ve 60. gün'de belirlenen peynir pH dış değerleri aynı grupta olup istatistiksel olarak farklı değil iken 90. günde belirgin PH azalmasına bağlı olarak farklılık önemli bulunmuştur.

3.2.7. Titrasyon Asitliği (SH)

Olgunlaşma sırasında peynirin asitlik değerleri değişirken duyusal değerleri de etkilenmektedir. Süt asidi fermentasyonu tekneye alınan sütte başlamakta ve üretim boyunca devam etmektedir. Birçok peynir işletmesi peynirin kimyasal özelliklerini değerlendirirken daha çok SH değerlerini dikkate almaktadır. Deneme Beyaz peynirlere ait SH değerleri Çizelge 3.2.22'de ve olgunlaşma süresince değişimleri Şekil 3.2.7'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi kontrol grubu Beyaz peynirlerde SH değerleri oldukça düşük olup, olgunlaşma periyodu boyunca sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. 10 ve 20 DCU/ton kültür oranları ile yapılan peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca hayvansal maya ile yapılan peynirlerde asitlik değerleri arasındaki değişim az olup, bu peynirlerde mikrobiyel mayanın ortalama asitlik üzerine etkisinin biraz daha az olduğu buradaki kültür oranındaki 10 DCU/ton artışın peynirin asitliğini az da olsa etkilediği tespit edilmiştir. Genel olarak denilebilir ki, 5, 10, 20 DCU/ton kültür olması peynir örneklerinde kontrol grubu örneklerinde olduğu gibi belirgin bir SH değişimi yaratmamıştır. Düşük kültür oranı bile peynirde istenilen asitliğe ulaşmak anlamında yeterli görülmektedir. 20 DCU/ton kültür oranı ve hayvansal maya ile yapılan peynirde asitlik ortalama olarak 83,92 SH' dan 78,57 SH'ya düşerken 20 DCU/ton kültür oranı ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynirde bu oran ortalama olarak 87,64' den 79,92' ye düşmüştür. Yani bu düşüş yaklaşık olarak 5 SH ile 7,5 SH arasında değişmektedir.

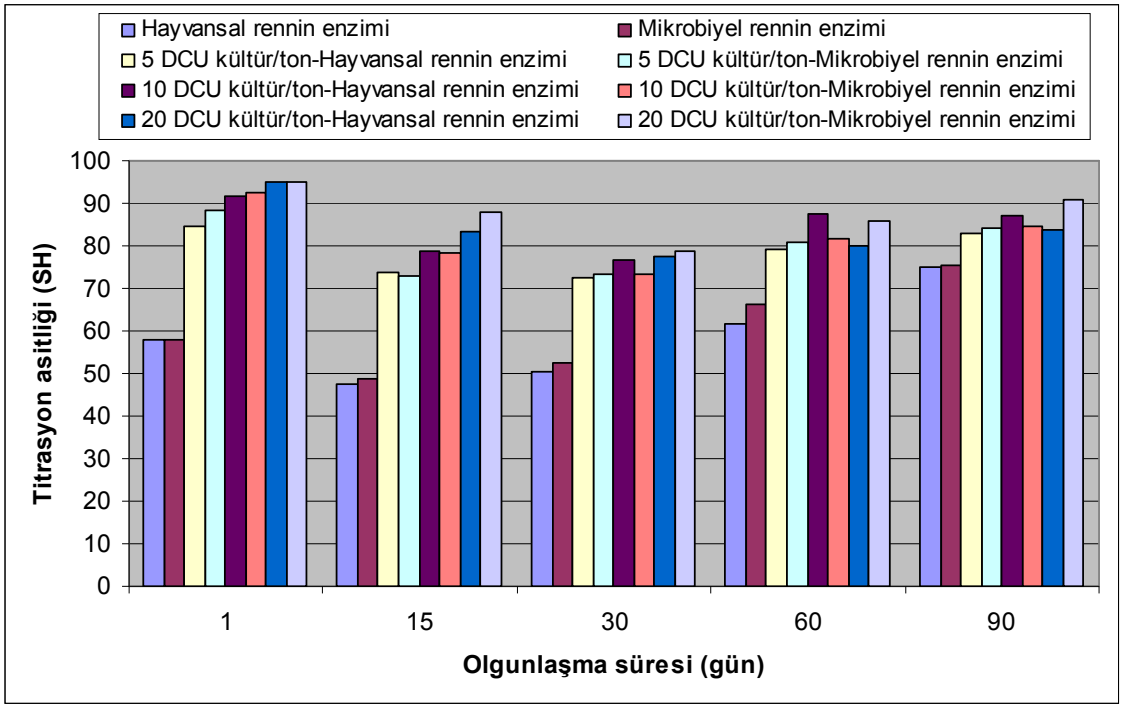
Ayrıca peynir üretiminde starter kültür, rennin ve sütün içinde bulunan doğal enzimlerin peynirde farklı özelliklerin ortaya çıkmasına ve pıhtının kompozisyonun değişmesine neden olduğu, bu faktörlerin de birbirine bağlı olduğu bildirilmektedir. Tek başına asitlik oluşumu da istenilen özellikte peynir yapımı için yeterli değildir. Peynirde

iyi bir nem oranı, tuz, yağ ve pH derecesi kaliteli bir peynir üretimi için gereklidir (George 1971).

Çizelge 3.2.22. Beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (SH) değerleri

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	57,73	47,51	50,50	61,68	74,85	**58,45**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	57,83	48,75	52,67	66,20	75,45	**60,18**
C	5 DCU kültür/ ton - Hayvansal rennin enzimi	84,5	73,85	72,38	79,28	82,85	**78,57**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	88,35	72,90	73,25	80,75	84,35	**79,92**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	91,60	78,80	76,48	87,60	87,10	**84,32**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	92,53	78,3	73,51	81,5	84,55	**82,08**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	94,90	83,45	77,43	80,08	83,75	**83,92**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	94,98	87,86	78,78	85,95	90,63	**87,64**
Ortalama		**82,80**	**71,43**	**69,37**	**77,88**	**82,94**	

Şekil 3.2.8'de görüldüğü gibi olgunlaşmanın 15. ve 30. gününde peynirlerin titrasyon asitliği değerlerinin düştüğü daha sonra yeniden arttığı görülmektedir. Aynı şekilde Dağdemir ve ark.(2003) farklı starter kültür kullanarak yaptıkları salamura Beyaz peynirlerin asitlik değerlerinin olgunlaşmanın ilk 30 gününde düştüğünü ve 90. gün sonunda ise yükseldiğini tespit etmişlerdir. Benzer bulgular Gürsoy ve ark. (2001) tarafından da belirtilmektedir.



Şekil 3.2.8. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin titrasyon asitliği (SH) değerlerinin değişimi

Beyaz peynir örneklerine ait Çizelge 3.2.23'te verilen varyans analizi sonuçlarına göre peynir örneklerinin SH olarak titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılıkta starter kültürün aktivitesinin ve pastörizasyon normuna bağlı olarak ortaya çıkan ve tamamen inaktive olmayan sütün doğal enzim florasının etkisinin olduğu da söylenebilir. Peynire ilave edilen kültür oranları, olgunlaşma süresi açısından $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken maya orijini önemsiz olarak bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin de $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Peynirin üretiminde maya orjininin ise peynirin asitlik değerlerinin değişimi üzerine hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresinin birbiri ile olan interaksiyonuna bakıldığında ise sadece olgunlaşma süresi ve kültür oranı arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.23. Beyaz peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (SH) değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	20,385	0,542
Kültür Oranı	3	5,498	46,271 **
Süre	4	1,287	34,247 **
Süre x Maya Orijini	4	9,862	0,262
Süre x Kültür Oranı	12	173,46	4,615 **
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	44,087	1,173
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	15,514	0,413

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Peynir örneklerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 3.2.24' de verilmiştir. En yüksek SH değerine 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerde ve olgunlaşmanın da 90. gününde ulaşılmıştır. Maya orijinin etkisinin ise olmadığı görülmektedir. 10 DCU ve 20 DCU/kültür oranı ile yapılan peynirler aynı grupta değerlendirilirken, 5 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynir farklı bir grupta değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak 15. ve 30. gün alınan sonuçlar aynı grup içinde yer alırken, olgunlaşma periyodunun 1. ve 90. gününde alınan sonuçlar arasında da bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bu, olgunlaşma süresinin belli bir aşamasında proteolize bağlı olarak ortaya çıkan amin gruplarının peynir asitliğini nötralize etmesinden kaynaklanmaktadır. 60. günden sonra ortaya çıkan asitlik artışında ise lipoliz olayının yani ortaya çıkan yağ asitleri kompozisyonunun da etkisinin olduğu düşünülmektedir. İnal (1990) peynir üretiminin başlangıcında laktik asit fermentasyonuna bağlı olarak laktoz oranında az veya çok bir azalma görüldüğünü ve meydana gelen asitliğin protein parçalanmasının düzenli bir şekilde seyrini sağladığını ifade etmektedir.

Olgunlaşma süresi boyunca peynirin titrasyon asitliği değerlerinde düzensiz artış ve azalışlar görülmekle birlikte kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak bulunan değişimler istatistiksel olarak p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.2.24. Beyaz peynir örneklerine ait SH değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal rennin enzimi	80	76,490 [a]	± 0,685
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	77,204 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	59,665 [c]	± 0,969
	5 DCU kültür/ton	40	79,246 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	83,196 [a]	
	20 DCU kültür/ton	40	85,278 [a]	
Süre	1.gün	32	82,860 [a]	± 1,084
	15.gün	32	71,240 [c]	
	30.gün	32	69,374 [c]	
	60.gün	32	77,878 [b]	
	90.gün	32	82,940 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.8. Toplam Azot (TN)

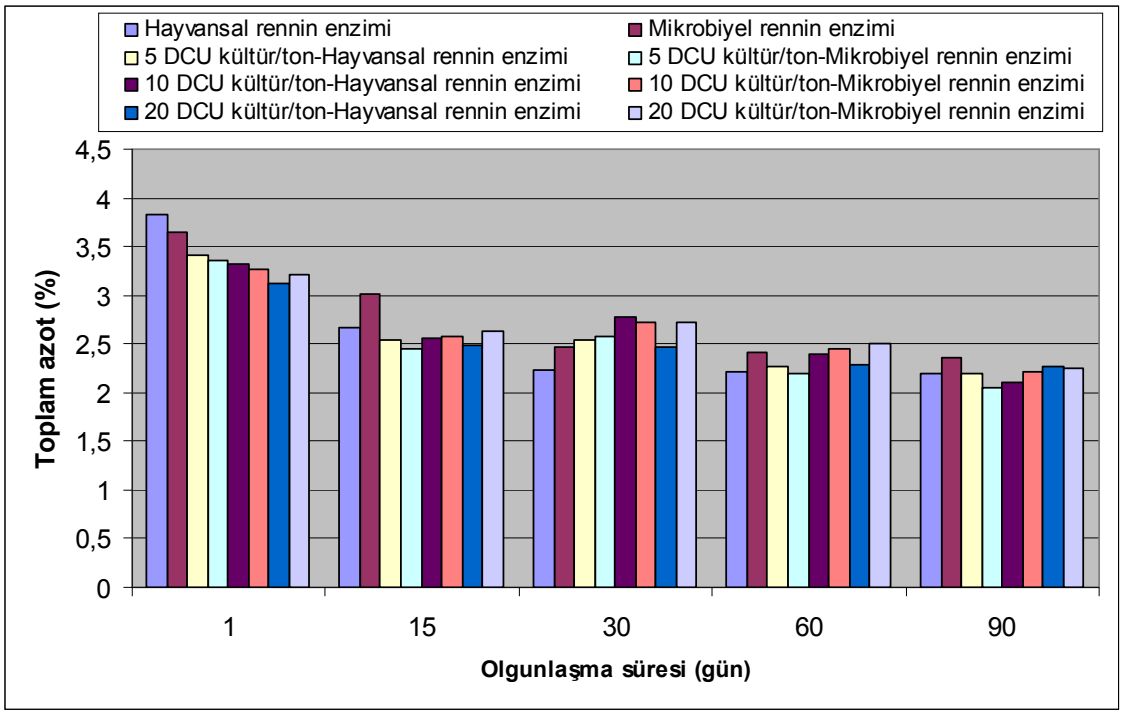
Peynirde toplam azot peynirin proteoliz düzeyi hakkında bilgi vermesi anlamında olgunlaşma periyodu boyunca belirlenmesi gereken önemli bir parametre olup peynir bileşenleri içerisinde de protein miktarının saptanması açısından önemli bir yer tutmaktadır (Law 1987).

Peynir örneklerinin 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca belirlenen protein oranları ve değişimleri Çizelge 3.2.25 ve Şekil 3.2.9'de verilmiştir.

Çizelge 3.2.25 ve Şekil 3.2.9 incelendiğinde, peynir örneklerine ait toplam azot oranlarının olgunlaşma süresi sonuna doğru azaldığı görülmektedir. Peynirlerin olgunlaşma periyoduna paralel olarak tuz oranları artsa da proteoliz düzeyi etkilenmemiş ve toplam azot miktarı azalmıştır. Aynı Atasoy ve ark. (2008), tuz oranı yüksek yöresel bir Beyaz peynir olan Urfa peynirinde toplam azot oranının depolama süresince azaldığını saptamışlardır. Guinee ve Fox (1993) ise, peynirde NaCI konsantrasyonunun çok yüksek olmasının proteolizi engellediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3.2.25. Beyaz peynir örneklerine ait toplam azot oranları

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	3,83	2,67	2,23	2,21	2,19	**2,62**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	3,65	3,02	2,46	2,41	2,35	**2,78**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,41	2,54	2,54	2,26	2,20	**2,59**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,37	2,46	2,58	2,19	2,05	**2,53**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,33	2,57	2,77	2,39	2,10	**2,63**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,27	2,59	2,72	2,46	2,21	**2,65**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,13	2,49	2,46	2,30	2,26	**2,53**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,22	2,64	2,72	2,51	2,25	**2,67**
Ortalama		**3,40**	**2,62**	**2,56**	**2,34**	**2,20**	



Şekil 3.2.9.Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin toplam azot değerlerinin değişimi

Olgunlaşmanın 90. gününde toplam azot oranındaki en yüksek azalmanın kontrol grubu peynirlerde olduğu ve en düşük azalmanın ise 20 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynirlerde olduğu belirlenmiştir. Kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerde bu farkın yüksek olması proteinlerin daha fazla parçalanmasıdır. Kontrol grubu peynirlerin kurumadde içeriklerinin düşük olmasının proteolizi teşvik ettiği ve buna bağlı olarak kazeinin enzimler tarafından parçalanması ile meydana gelen suda eriyen özellikle düşük molekül ağırlıklı peptidlerin ve amino asitlerin salamuraya geçme eğilimi sonucunda olduğu düşünülmektedir (Michaelidou ve ark. 1998).

Çizelge 3.2.26'de peynir örneklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde peynir örneklerinde kullanılan maya orijininin farklı olmasının $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Kültür oranlarındaki farklılık ve olgunlaşma süresi peynirlerin toplam azot değerleri üzerinde istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemlidir. Bunun yanında kullanılan maya orijini ve kültür oranı arasındaki interaksiyon da $p<0,01$ düzeyinde önemlidir. Ancak kültür oranı ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak peynirin toplam azot değeri üzerine etkisinin $p> 0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.26. Beyaz peynir örneklerine ait toplam azot oranlarının varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	0,172	5,550 *
Kültür Oranı	3	0,124	3,998 **
Süre	4	6,956	224,959 **
Süre x Maya Orijini	4	0,040	1,284
Süre x Kültür Oranı	12	0,170	0,787
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,129	4,175 **
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,024	0,787

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.27'de Beyaz peynir örneklerine ait kullanılan maya orijini, kültür oranları ve olgunlaşma sürelerinin LSD testi sonuçları verilmektedir. Çizelgeden de

görüldüğü gibi olgunlaşma süresi olarak toplam azot oranında meydana gelen değişimde 15.ve 30. gün aynı grup içinde değerlendirilirken; 1,60. ve 90. günlerde farklılık olduğu görülmektedir. Starter kültür ilave edilen beyaz peynir örnekleri kontrol grubundan farklı gruplar içinde yer almıştır.

Çizelge 3.2.27. Beyaz peynir örneklerine ait azot oranının LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	2,595 [a]	± 0,020
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	2,661 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	2,687 [a]	± 0,280
	5 DCU kültür/ton	40	2,560 [c]	
	10 DCU kültür/ton	40	2,600 [ab]	
	20 DCU kültür/ton	40	2,655 [b]	
Süre	1.gün	32	3,411 [a]	± 0,310
	15.gün	32	2,6159 [b]	
	30.gün	32	2,5553 [b]	
	60.gün	32	2,3371 [c]	
	90.gün	32	2,2200 [d]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.9. Suda Eriyen Azot (SEA)

Peynirde suda eriyen azot miktarı ile olgunlaşmanın düzeyi arasında bağlantı bulunmaktadır. Suda eriyen azot değeri proteinler (çoğu kazein), peptidler, amino asitler ile aminler, üre ve amonyak gibi daha küçük azotlu bileşikler hakkında bilgi vermektedir (Metin ve Öztürk 2002). Proteoliz sonucunda uçucu olmayan ve suda çözünen amino grup asit ve peptid gibi ürünlerin peynirin tat, aroma ve yapısal özelliklerinde önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı proteolizi olgunlaşma sırasında oluşan en önemli olay olarak değerlendirmektedir (Desmazeud ve Gripon 1977, Law 1987, Fox 1989).

Peynirde kazeinin hidrolizi pıhtılaştırıcı enzimler ve kısmen de mikrobiyel proteinazlar aracılığı ile olmaktadır. Burada son hidroliz ürünleri büyük molekül

ağırlıklı peptidler (suda erimeyen) ve orta büyüklükteki peptidlerdir (suda eriyen). Bu peptidler olgunlaşmanın ileri safhalarında rennin, starter ve starter olmayan mikrofloraya ait olan proteaz ve peptidaz enzimleri ile suda çözünür formdaki küçük molekül ağırlıklı peptidler, serbest amino asitler ve azotlu bileşiklere parçalanmaktadır. Azotlu bileşiklerin suda çözünür forma geçmesi ile olgunlaşma derecesi arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Karakuş ve Alperden (1995), Beyaz peynirde farklı starter kültür kullanımının peynirin suda eriyen azot değerlerinde önemli bir farklılık oluşturmadığını en yüksek değerlerin olgunlaşma sonunda elde edildiğini belirtmektedirler. Peynirde SEA miktarı oluşan asitlik ve proteolitik etkisi olan bakteriler ile ilgilidir. Bunlar para-kazeini parçalayarak SEA' lu madde haline getirmektedir. Bundan dolayı peynir olgunlaşması bakımından önemli olan azotlu maddelerin miktarı olgunlaşmanın başlangıcında hızlı bir şekilde artmakta, sonra hızla azalmakta ve olgunlaşmanın belirli bir aşamasında en yüksek düzeyini bularak sabit kalmaktadır (Eren 2000)

Eren (2000), 70^{o}C pastörizasyon normunda, hayvansal rennin enzimi kullanarak yapmış olduğu klasik Beyaz peynirlerde SEA' u 5 aylık olgunlaşma periyodu boyunca incelemiş olup SEA değerlerini 30. gün % 0,69; 60. gün % 0,73; 90. gün %0,77, 120. gün % 0,70; 150. gün % 1,03, 180 gün ise % 1,30 olarak tespit etmiştir.

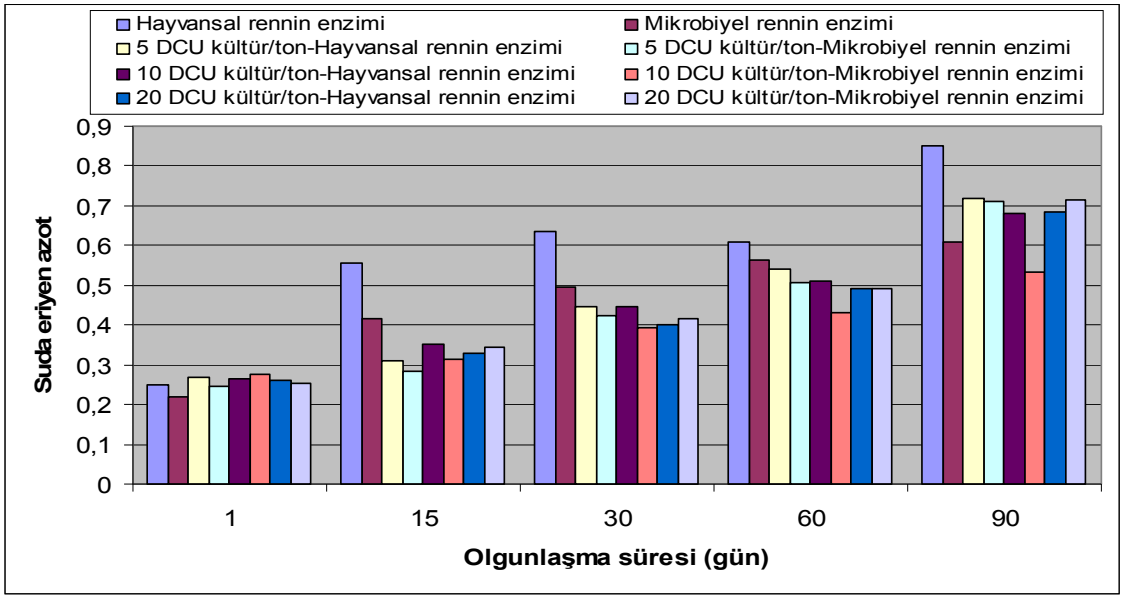
Benzer bir çalışma ile Vassiliadis ve ark. (2008) hayvansal rennin enzimi kullanarak ürettikleri Feta peynirinde, 90. günde kültür katılmadan çiğ süt ile yapılan peynir örneklerinde % 0,5 kültür katılarak yapılan peynirlere göre (yoğurt kültürü) daha yüksek proteoliz olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 3.2.28' de ve Şekil 3.2.10'da 90 gün sonunda peynir örneklerinde suda eriyen azot oranlarında önemli bir artış olduğu görülmektedir. En fazla artış kontrol grubu peynirlerde ve daha çok hayvansal maya ile üretilen peynirde görülmüştür. Olgunlaşmanın 1. gününde peynirler arasında farklılık olmayıp 15. günde kontrol grubu peynirler hariç % 0,05-0,10 arasında bir artış olduğu, ancak kontrol grubu peynirlerde proteolizin daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın hayvansal maya ile üretilen kontrol peynirinde % 0,3, mikrobiyel maya ile üretilen kontrol peynirinde % 0,19

olduğu bulunmuştur. Bu durumun kontrol grubu peynirlerde pH'nın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 3.2.28. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranları.

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,25	0,56	0,64	0,61	0,85	**0,58**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,22	0,42	0,50	0,57	0,61	**0,46**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,27	0,31	0,45	0,54	0,72	**0,46**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,25	0,29	0,43	0,51	0,71	**0,43**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,27	0,35	0,45	0,51	0,68	**0,45**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,28	0,32	0,40	0,43	0,54	**0,39**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,26	0,33	0,40	0,49	0,69	**0,43**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,26	0,35	0,42	0,49	0,72	**0,44**
Ortalama		**0,26**	**0,36**	**0,46**	**0,52**	**0,69**	



Şekil 3.2.10 Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin suda eriyen azot değerleri

Yapılan çalışmada kültür katılmadan+mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen peynir örnekleri ile kültür ilave edilerek yapılan peynir gruplarında ise bulunan SEA değerleri daha düşük olarak tespit edilmiştir. Kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerde 15. günde suda eriyen azottaki artış oranının hayvansal rennin enzimi ile yapılanda 2,2. kat (0,56/0,25), mikrobiyel rennin enzimi ile yapılanda ise 1,8 kat (0,42/0,22) olduğu bulunmuştur. Diğer peynir örneklerinde ise bu oran 1,05 ile 1,35 arasında değişmekte olup hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlerde mikrobiyel rennin enzimi ile yapılanlara göre daha yüksel proteoliz tespit edilmiştir.

Rank ve ark. (1985), peynir olgunlaşmasında doğal süt enzimlerinden olan plasminin önemli olduğunu, suda çözünen proteoz-pepton azotunun oluşumunda plasmin enziminin etkili olduğunu belirtmektedirler.

Mutlag ve ark. (2006) ultrafiltre edilmiş süt ile üretilmiş Beyaz peynirde yaptıkları çalışmada 15. günde suda eriyen azot miktarının 1,3 kat arttığını bildirirken geleneksel Beyaz peynirde Moatsou ve ark. (2002), bu artışın daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bunun da sebebini peynirde enzim kombinasyonlarının niteliğine ve mikrobiyel aktiviteye bağlamışlardır.

Çizelge 3.2.29'da peynir örneklerinin suda eriyen azot oranlarına ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi maya orjininin farklı olması ve kültür oranındaki farlılıklar istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Öztek (1981), *Rhizomucor miehei'* den elde edilen mikrobiyel rennin enzimi ve hayvansal rennin enzimi kullanarak ürettiği Beyaz ve kaşar peynirlerinde kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizler yapmış ve kurumadde, yağ, toplam protein, kül, tuz miktarı üzerine her iki enzimin de etkisinin farklı olmadığı tek farklılığın suda eriyen azot oranları ve olgunluk düzeyinde olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 3.2.29'da da görüldüğü gibi, olgunlaşma süresine bağlı olarak peynir örneklerinde SEA değerinde farklılkların ortaya çıktığı ve bulunan sonuçların istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca olgunlaşma süresi ve kültür oranı arasında ve maya orijini ve kültür oranı arasında kurulan interaksiyonun da $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.29. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranlarının varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	0,097	22,450 **
Kültür Oranı	3	0,079	18,351 **
Süre	4	0,782	181,768 **
Süre x Maya Orijini	4	0,009	1,986
Süre x Kültür Oranı	12	0,035	8,224 **
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,031	7,233 **
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,008	1,796

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çepoğlu (2005), ticari buzağı renneti, *A. niger* var. *awamori*'den elde edilen rekombinant kimozin ve *Rhizomucor miehei* proteazı kullanarak Beyaz peynir üretmiş ven 60 gün olgunlaştırmıştır. Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının peynirlerin titrasyon asitliği, kurumadde, tuz, suda eriyen azot, olgunlaşma indeksi, protein olmayan azotlu madde ve duyusal özelliklerini etkilediğini belirtmiştir.

Zeviden ve Buriana (1982), olgunlaşma süresince 3 değişik Kaşkaval peynirinin (Dalia, Dobrogen ve Vrancea) bileşiminde meydana gelen değişimleri araştırmış, SEA ve SEA/TN oranlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir.

Olgunlaşma süresi ve maya orijini arasındaki interaksiyon ile maya orijini ve kültür oranı arasındaki interaksiyon da $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu değişimlerin hepsi veya kendi içindeki interaksiyonları peynirin suda eriyen azot içeriklerinde farklılık yaratmıştır.

Çizelge 3.2.30'da peynir örneklerinin suda eriyen azot oranlarına ait LSD testi sonuçları verilmiştir. Kültür oranları farklı olan peynirler istatistiksel olarak farksız olup aynı grupta yer almaktadır. Peynir örneklerinin olgunlaşma süresine bağlı olarak farklı değerler aldığı ve aynı grupta değerlendirilmedikleri görülmektedir.

Çizelge 3.2.30. Beyaz peynir örneklerine ait suda eriyen azot oranlarının LSD testi sonuçları.

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	0,478 [a]	± 0,070
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	0,429 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	0,518[a]	± 0,010
	5 DCU kültür/ton	40	0,443 [b]	
	10 DCU kültür/ton	40	0,417 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	0,436 [b]	
Süre	1.gün	32	0,253 [e]	± 0,012
	15.gün	32	0,360 [d]	
	30.gün	32	0,453 [c]	
	60.gün	32	0,544 [b]	
	90.gün	32	0,655 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

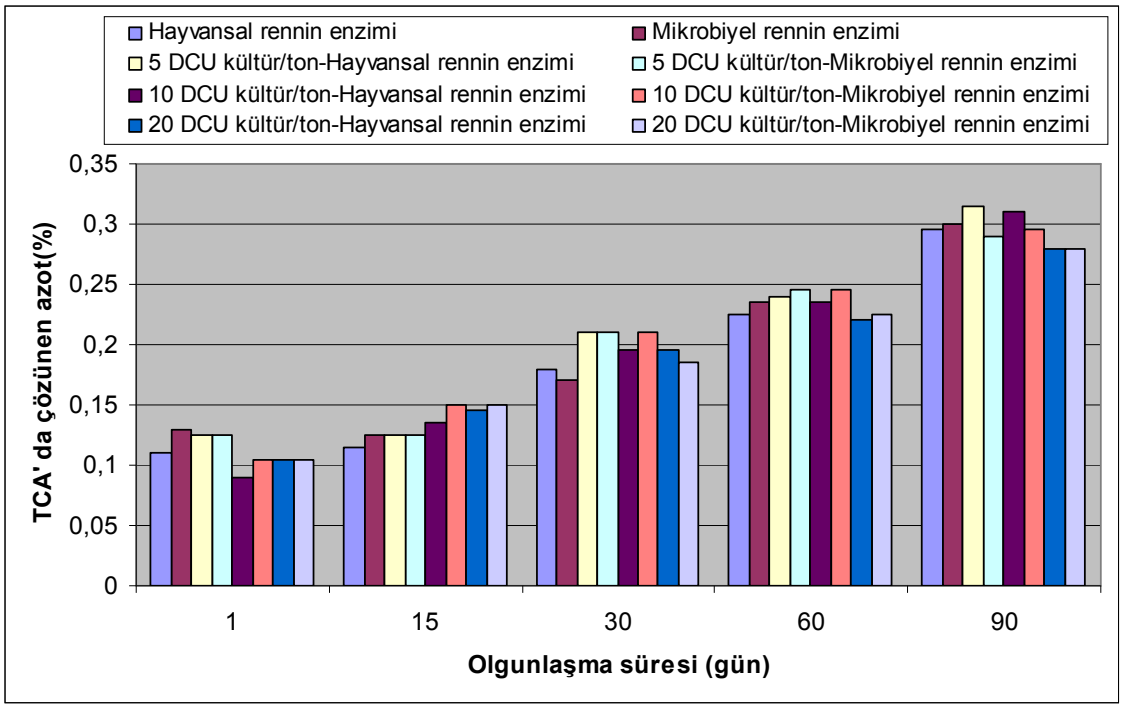
3.2.10. Triklor Asetik Asitte (TCA) Çözünen Azot

Proteolizin izlenmesi için en bilinen yol peynirdeki azotlu madde fraksiyonlarının belirlenmesidir. Azotlu maddelerin birbirinden ayrılması için fraksiyonların çözündüğü bazı maddelerden yararlanmaktadır. Bu amaçla % 12 TCA'da çözünen azotlu madde tayini ile olgunlaşmanın düzeyi hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. % 12 TCA' da çözünen azot tayininde orta ve küçük pepptidler, amino asitler ile aminler, üre ve amonyak gibi daha küçük azotlu bileşiklerin miktarını belirlemektedir. (Öztürk ve Metin 2002).

Çizelge 3.2.31'de 90. gün olgunlaşma sonunda suda eriyen azot içeriklerinde olduğu gibi, 1. ve 15. güne göre TCA' da çözünen azot içeriklerinde belirgin bir artış olduğu görülmektedir. Şekil 3.2.11'de olgunlaşma süresine bağlı olarak peynir örneklerinin TCA'da çözünen azot oranı değişimleri incelendiğinde olgunlaşma süresine bağlı olarak TCA'da çözünen azot oranında doğrusal bir artış olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.31. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranları

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,11	0,12	0,18	0,23	0,30	**0,19**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,13	0,13	0,17	0,24	0,30	**0,19**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,13	0,13	0,21	0,24	0,32	**0,20**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,13	0,13	0,21	0,25	0,29	**0,20**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,09	0,14	0,20	0,24	0,31	**0,19**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,11	0,15	0,21	0,25	0,30	**0,20**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,11	0,15	0,20	0,22	0,28	**0,19**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,11	0,15	0,19	0,23	0,28	**0,19**
Ortalama		**0,11**	**0,13**	**0,19**	**0,23**	**0,30**	



Şekil 3.2.11. Olgunlaşma sürecinde peynir örneklerinin TCA' da çözünen azot oranlarındaki değişim

Mutlag ve ark. (2006) Beyaz peynirde 15. günde % 12 TCA'da eriyen azot miktarının 1,6 kat arttığını bildirirken, yapılan çalışmada kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirler hariç diğer peynir örneklerinde 1,42 ile 1,5 kat arasında olduğunu saptamıştır. Kontrol grubu peynirlerde ise 15. günde, yani olgunlaşmanın erken aşamasında, TCA'da çözünmenin olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 3.2.32'de peynir örneklerine ait TCA'da çözünen azot değerlerinin varyans analizi sonuçları verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi peynirde kullanılan maya orjinlerinin farklı olmasının ve farklı kültür oranları kullanımının peynirin TCA' da çözünen azot içerikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak $p>0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin ise $p< 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.32. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranlarının varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orjini	1	0,000	0,131
Kültür Oranı	3	0,001	0,664
Süre	4	0,174	82,574 **
Süre x Maya Orjini	4	0,001	0,244
Süre x Kültür Oranı	12	0,001	0,508
Maya Orjini x Kültür Oranı	3	0,000	0,145
Süre x Maya Orjini x Kültür Oranı	12	0,000	0,100

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Olgunlaşma süresine bağlı olarak Beyaz peynirde % 12 TCA'da çözünen azot miktarının arttığı Mutlag ve ark. (2006) tarafından da bildirilmiş ve peynirin tuz içeriğinin yüksek olmasının bunu etkilemediği vurgulanmıştır.

Alizadeh ve ark. (2006), İran Beyaz peynirinde suda eriyen ve TCA'da çözünen azot üzerine ilave edilen rennet miktarının istatistiksel olarak önemli olduğunu ($p<0,05$), olgunlaşma sıcaklığının ise ikinci derecede önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Peynirde proteolizin pıhtı pH'sı, peynir nemindeki tuz oranı ve olgunlaşma zamanından etkilendiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Law, 1984, Grappin ve ark. 1985, Park ve Jin 1998).

Çizelge 3.2.33'de peynir örneklerinin TCA'da çözünen azot içeriklerine ait LSD testi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi olgunlaşma süresi boyunca 1. ve 15. gün alınan sonuçlar aynı grup içinde değerlendirilirken 30. 60. ve 90. günlerde tespit edilen TCA' da çözünen azot içeriklerinde farklılık olduğu ve istatistiksel olarak da farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 3.2.33. Beyaz peynir örneklerine ait TCA' da çözünen azot oranlarının LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	0,190 [a]	± 0,005
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	0,193 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	0,186 [a]	± 0,002
	5 DCU/ton	40	0,1978 [a]	
	10 DCU/ton	40	0,195 [a]	
	20 DCU/ton	40	0,1865 [a]	
Süre	1.gün	32	0,1112 [d]	± 0,008
	15.gün	32	0,1313 [d]	
	30.gün	32	0,1922 [c]	
	60.gün	32	0,2309 [b]	
	90.gün	32	0,2922 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.11. Olgunlaşma Derecesi- Scihilowitch Yöntemi

Peynir olgunlaşması sırasında yağ ve proteinlerin parçalanması sonucu peynir yapısı ile lezzet maddeleri oluşmakta ve peynir kendine özgü karakteristik özelliklere sahip olmaktadır. Bu nedenle proteolizin kontrolü peynirin olgunlaşma düzeyinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Metin ve Öztürk 2002).

Peynirde Schilowitsch yöntemi ile belirlenen olgunlaşma derecesi peynirde proteoliz düzeyinin ne olduğu ile ilgili olarak kısa sürede fikir elde etme anlamında basit ve pratik bir yöntemdir. Eren (2000), Beyaz peynir olgunlaşmasının belirlenmesinde uygulanan bazı yöntemleri karşılaştırdığı çalışmasında korelasyon katsayısı anlamında Scihilowitsch yönteminin olgunlaşma süresi ile en iyi korelasyon gösteren (r= 0,931) yöntemlerden biri olduğunu belirlemiştir.

Peynir örneklerinde Schilowitsch yöntemi ile belirlenen olgunlaşma dereceleri Çizelge 3.2.34'te verilmiş ve grafiksel olarak ortaya çıkan değişimler Şekil 3.2.12'de yansıtılmıştır. Çizelge ve şekilde görüldüğü gibi olgunlaşma süresine bağlı olarak olgunlaşma derecesi artmaktadır. Ayrıca 60. günde proteoliz artışı ile birlikte peynirin olgunlaşma derecesinin arttığı ve hayvansal maya ile yapılan peynirlerin Schilowitsch metodu ile bulunan olgunlaşma derecelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

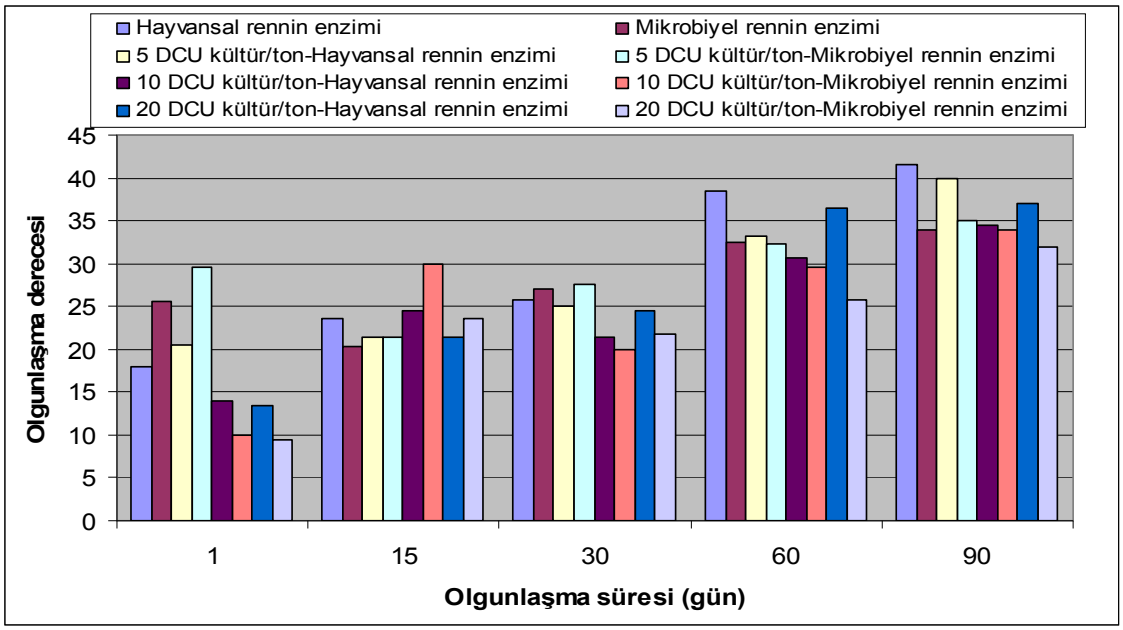
Yapılan çalışmada peynir örneklerinin 90. gününde olgunlaşma derecelerinin 32-41 arasında olduğu saptanmıştır. Bedel (1999), İzmir Tulum peyniri ile yaptığı çalışmada olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. gününde sıra ile olgunlaşma derecesini 33,5 ; 50,5; 59,0; 92,3 olarak tespit etmiştir. Oysun ve Alpkent (1988), yaptıkları çalışmada Beyaz peynirde olgunlaşma derecesini 35-65 arasında bildirmişlerdir.

Şekil 3.2.12'de görüldüğü gibi kültür oranı azaldıkça 15. günden sonra peynirlerin olgunlaşma derecelerinin arttığı, kontrol grubu hayvansal maya ile yapılan peynir örneklerinin olgunlaşma derecelerinin en fazla olduğu görülmektedir. Burada olgunlaşma üzerine esas etkenin kültür olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca 5 DCU/ton kültür oranı ile hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde de olgunlaşma derecesinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin peynirin olgunlaşması sırasında kültür florasında daha çok rennet ve doğal süt proteaz enzimlerinin etkin olması düşünülebilir.

Starter kültürlerin üretim aşamasında gelişme gösterdikleri ve olgunlaşmanın ilk günlerinde canlılıklarını kaybederek hücre içi enzimlerini serbest bıraktıkları bilinmektedir (Mcsweeney 2007b).

Çizelge 3.2.34. Beyaz peynir örneklerine ait Schilowitsch yöntemine göre bulunan olgunlaşma derecesi

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	18,00	23,50	25,75	38,50	41,50	**29,45**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	25,50	20,25	27,00	32,50	34,00	**27,85**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	20,50	21,50	25,00	33,25	40,00	**28,05**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	29,50	21,50	27,50	32,25	35,00	**29,15**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	14,00	24,50	21,50	30,75	34,50	**25,05**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	10,00	30,00	20,00	29,50	34,00	**24,70**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	13,50	21,50	24,50	36,50	37,00	**26,60**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	9,50	23,50	21,75	25,75	32,00	**22,50**
Ortalama		**17,56**	**23,28**	**24,13**	**32,38**	**36,00**	



Şekil 3.2.12.Olgunlşma sürecinde peynir örneklerinin Schilowitsch yöntemi ile bulunan olgunlaşma derecelerindeki değişim

Kılıç ve ark.(2000), sadece rennet enzimi ile yapılan ve starter kültür içermeyen peynirlerde sütte doğal olarak bulunan ve önemli bir proteolitik enzim olan plasmin peynir olgunlaşmasında birinci dereceden proteolitik etkiye sahip olup proteolitik enzimlerin ısıdan kolayca etkilenmediklerini, proteinleri parçalayabildiklerini ve sonuçta istenmeyen tat ve koku oluşturduklarını belirtmektedirler.

Çizelge 3.2.35'de Beyaz peynir örneklerine ait Schilowitsch yöntemi ile belirlenen olgunlaşma derecesi ile ilgili varyans analizi sonuçlarına göre kültür oranı ve olgunlaşma süresinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Bunun yanında olgunlaşma süresi ve kültür oranı arasında kurulan interaksiyonun da $p< 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.35. Beyaz peynir örneklerine ait Schilowitsch yöntemi ile bulunan olgunlaşma derecesi varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	30,8	1,842
Kültür Oranı	3	121,627	7,273 **
Süre	4	2.468,28	147,595 **
Süre x Maya Orijini	4	19,104	1,142
Süre x Kültür Oranı	12	32,488	1,943 *
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	20,862	1,248
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	18,588	1,112

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.36'de Beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma derecelerine ait LSD testi sonuçları görülmekte olup 10 DCU/ton ve 20 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynir grupları arasında farklılık olmadığı ve bu peynirlerin aynı grup içinde değerlendirildiği görülmektedir. Bunun dışında kültür oranı en düşük olan 5 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynir ile kontrol grubu istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. Olgunlaşma sürelerinin etkisi açısından 15. ve 30. gün peynir örneklerinin aynı grupta değerlendirildiği diğer olgunlaşma dönemlerinde bulunan olgunlaşma derecelerinin ise farklı gruplarda değerlendirildiği denemelerde görülmektedir. Peynir örneklerinin

proteoliz düzeyleri Schilowitsch yöntemi ile değerlendirildiğinde peynirde proteolizin 30. günden sonra farklılık gösterdiği belirlenmektedir.

Çizelge 3.2.36. Beyaz peynir örneklerine ait Scihilowitsch yöntemi ile belirlenen olgunlaşma derecelerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	28,486 [a]	± 0,457
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	27,609 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	29,487 [a]	± 0,647
	5 DCU kültür/ton	40	29,562 [a]	
	10 DCU kültür/ton	40	27,010 [b]	
	20 DCU kültür/ton	40	26,130 [b]	
Süre	1.gün	32	19,018 [d]	± 0,723
	15.gün	32	22,890 [c]	
	30.gün	32	23,453 [c]	
	60.gün	32	36,218 [b]	
	90.gün	32	38,656 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.12. Formol Titrasyon

Kjheldahl yönteminin zahmetli ve uzun zaman alması nedeni ile olgunlaşmanın direk olarak ölçülmesinde triptofan ve tyrosin içeriği, protein ve peptidlerin asitle çöktürülmesi ve serbest amino gruplarının tayini için formol titrasyon, trinitrobenzen sülfonik asit, o-phthaldialdehit (OPA), floraskamin yöntemleri kullanılmaktadır (Ardo ve Meisel 1991).

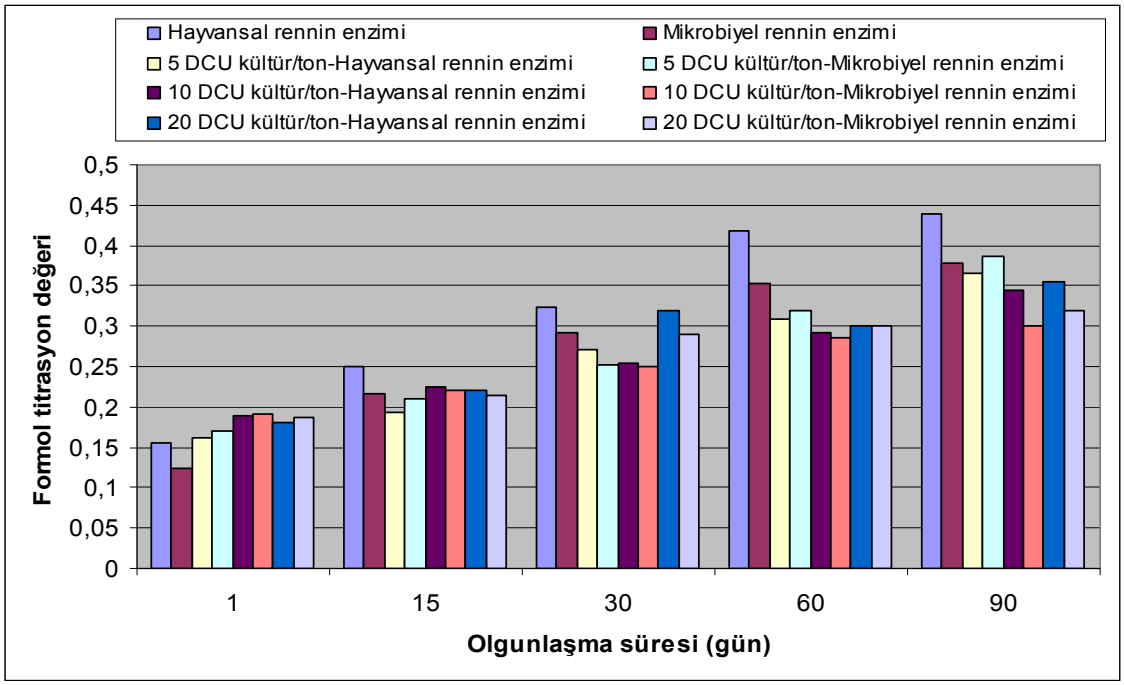
Formol titrasyon değerinin kontrol grubu peynirlerde daha fazla olduğu ve olgunlaşma süresine bağlı olarak daha hızlı arttığı görülmektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde hayvansal rennin enziminin kültür katılmayarak yapılan peynirde proteoliz üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2.37). Benzer sonuç proteoliz düzeyi hakkında fikir veren Schilowitsch yönteminde aynı peynir grubu için yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3.2.37. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerleri

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,16	0,25	0,32	0,42	0,44	**0,32**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,12	0,22	0,29	0,35	0,38	**0,27**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,16	0,19	0,27	0,31	0,37	**0,26**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,17	0,21	0,25	0,32	0,39	**0,27**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,19	0,22	0,26	0,29	0,35	**0,26**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,19	0,22	0,25	0,29	0,30	**0,25**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,18	0,22	0,32	0,30	0,36	**0,28**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,19	0,22	0,29	0,30	0,32	**0,26**
Ortalama		**0,17**	**0,22**	**0,28**	**0,32**	**0,36**	

Peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen formol titrasyon değerlerindeki değişim grafiksel olarak Şekil 3.2.13'de yansıtılmıştır. Olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirlerin olgunlaşma süresi sonuna doğru formol titrasyon değerlerinin arttığı ve bunun doğrusal olduğu görülmektedir. Şekil 3.2.13'de 1.gün formol titrasyon değerlerinin kontrol grubu peynirlerde en düşük düzeyde olduğu görülürken bu değerin 1. , 15. , 30. , 60. ve 90. günde en fazla formol titrasyon değerine ulaşıldığı görülmektedir.

Gerek Schilowitsch metodu ile gerekse de Formol titrasyon metodu ile olgunlaşma düzeyini kontrol amacı ile yapılan analizlerde kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerde olgunlaşmanın daha hızlı olduğu görülmektedir. Vassilliadis ve ark. (2008) çiğ süt ve kültür ilave ederek termizasyon ile ısıtılmış süt ile yapmış oldukları Feta peyniri örneklerinde çiğ süt ile yapılan peynirin daha hızlı olgunlaştığını, proteolizin daha yüksek olduğunu tespit ederken, duyusal olarak peynirlerin birbirine yakın olduğunu ve bunun sütün içinde bulunan enzimlerin aktivasyonuna ve/veya mikrofloranın proteolitik aktivitesine bağlı olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 3.2.13. Olgunlşma sürecinde peynir örneklerinin formol titrasyon değeri ile bulunan protein değerlerindeki değişim

Çizelge 3.2.38' da Beyaz peynir örneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre peynirde kullanılan maya orijinlerinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu, kültür oranlarındaki farklılığın peynir gruplarında farklılık yarattığı ve yine $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Bunun yanında olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirlerde farklılıkların oluştuğu ve istatistiksel olarak da bunun $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Beyaz peynir örneklerinin formol titrasyon değerlerine ait LSD karşılaştırma testi (Çizelge 3.2.39) sonuçlarına göre, olgunlaşma süreleri değerlendirildiğinde olgunlaşmanın farklı gruplarda değerlendirildiği dönemlerinde formol titrasyon değerlerinin farklılık gösterdiği ve peynirlerin farklı gruplarda değerlendirildiği görülmektedir. En yüksek formol titrasyon değerine ise olgunlaşma süresinin 90. gününde ulaşılmıştır.

Çizelge 3.2.38. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,008	7,035 **
Kültür Oranı	3	0,013	11,625 **
Süre	4	0,196	177,823 **
Süre x Maya Orijini	4	0,001	1,155
Süre x Kültür Oranı	12	0,006	5,833 **
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,005	4,621 **
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,001	0,516

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.39. Beyaz peynir örneklerine ait formol titrasyon değerlerine ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	80	0,2770 [a]	± 0,004
	Mikrobiyel rennin enzimi	80	0,2630 [a]	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	40	0,2948 [a]	± 0,005
	5 DCU/ton	40	0,2632 [bc]	
	10 DCU/ton	40	0,2527 [c]	
	20 DCU/ton	40	0,269 [a]	
Süre	1.gün	32	0,1665 [e]	± 0,006
	15.gün	32	0,2185 [d]	
	30.gün	32	0,2810 [b]	
	60.gün	32	0,3220 [c]	
	90.gün	32	0,3615 [a]	

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.13. Beyaz Peynirlerin Amino Asit İçerikleri

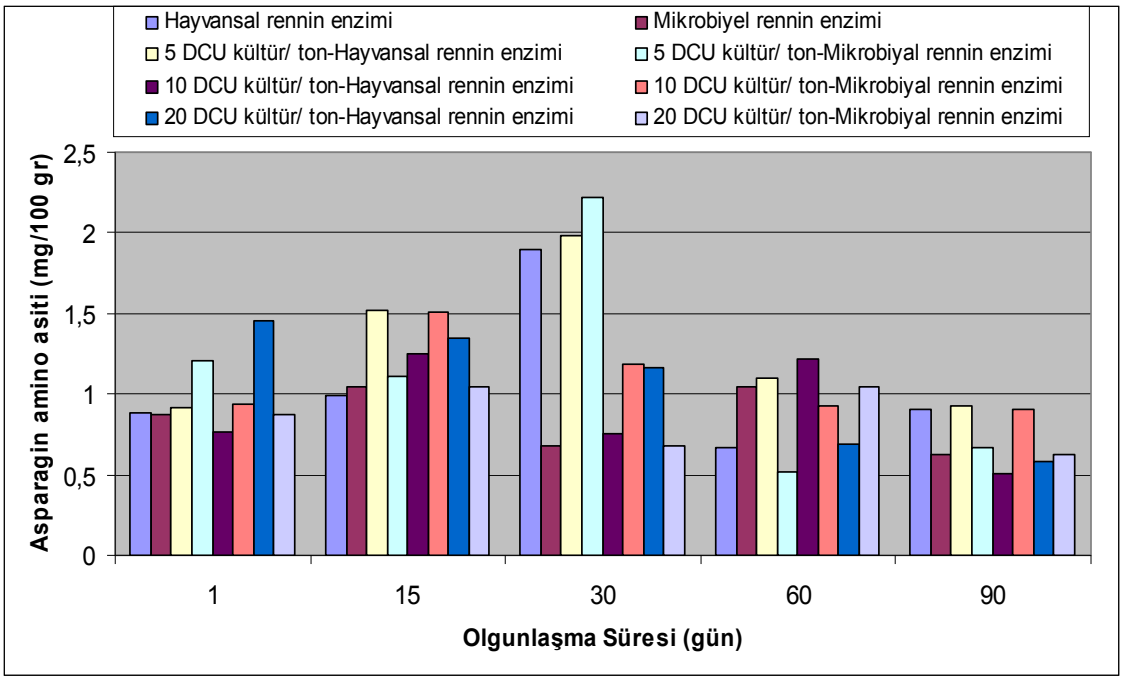
Fermente süt ürünlerinde amino asitlerin mikrobiyel katabolizması sonucu tat bileşikleri oluşturduğu için amino asitlerin çeşiti ve miktarı önem taşımaktadır. Bu katabolizma için gerekli enzimler, peynirin intrasellüler peptid substratlarından sağlanmaktadır (Burry ve Law 1991, Özcan ve Şenyuva 2006).

3.2.13.1 Aspargin (Asn)

En fazla aspargin amino asidi 5 DCU/ton kültür + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynirlerde bulunmuştur (Çizelge 3.2.13.1). Şekil 3.2.13.1' de görüldüğü gibi aspargin amino asidi en çok olgunlaşma periyodunun 30. gününde 5 DCU/ ton kültür oranı ile yapılan peynirlerde tespit edilmiştir. Kültür ilave edilmeden yapılan kontrol grubu peynirlerde ise hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirde belirlenen aspargin amino asidi miktarı mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynirden daha fazla olarak bulunmuştur. Kültür ilave edilerek yapılan peynirlerde maya orijininin farklı olması kontrol grupları kadar fark yaratmamıştır. Aspargin amino asidi lezzet olarak ekşi tat veren bir amino asit olarak tanımlanmaktadır (Akın 2006). Yapılan çalışmada 5 DCU kültür/ ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirler de duyusal olarak ekşi tat panelistler tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 3.2.13.1. Beyaz peynir örneklerine ait aspargin amino asidi (Asn) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,885	0,995	1,900	0,670	0,910	**1,072**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,875	1,050	0,675	1,050	0,625	**0,855**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,920	1,515	1,985	1,100	0,930	**1,290**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,205	1,105	2,225	0,515	0,670	**1,144**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,765	1,255	0,750	1,220	0,510	**0,900**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,935	1,510	1,185	0,925	0,905	**1,092**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,460	1,345	1,160	0,690	0,585	**1,048**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,875	1,050	0,675	1,050	0,625	**0,855**
Ortalama		**0,990**	**1,228**	**1,319**	**0,903**	**0,720**	



Şekil 3.2.13.1. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin asparagin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.2 Aspartik asit (Asp)

Çizelge 3.2.13.2 incelendiğinde aspartik amino asidi genel olarak tespit edilebilir limit değerin altında çıkmış olup ancak olgunlaşma periyodunun 90. gününde belirlenebilmiştir. Oluşum miktarları açısından da gerek maya orijininin gerekse de kültür oranlarının belirgin bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.2. Beyaz peynir örneklerine ait aspartik amino asidi (Asn) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ				
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,120
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,02	<LOD	<LOD	<LOD	0,120
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,110
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,120
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,05
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	0,020	<LOD	<LOD	0,125
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	0,050	0,08	<LOD	<LOD
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	0,100	<LOD	<LOD	0,12

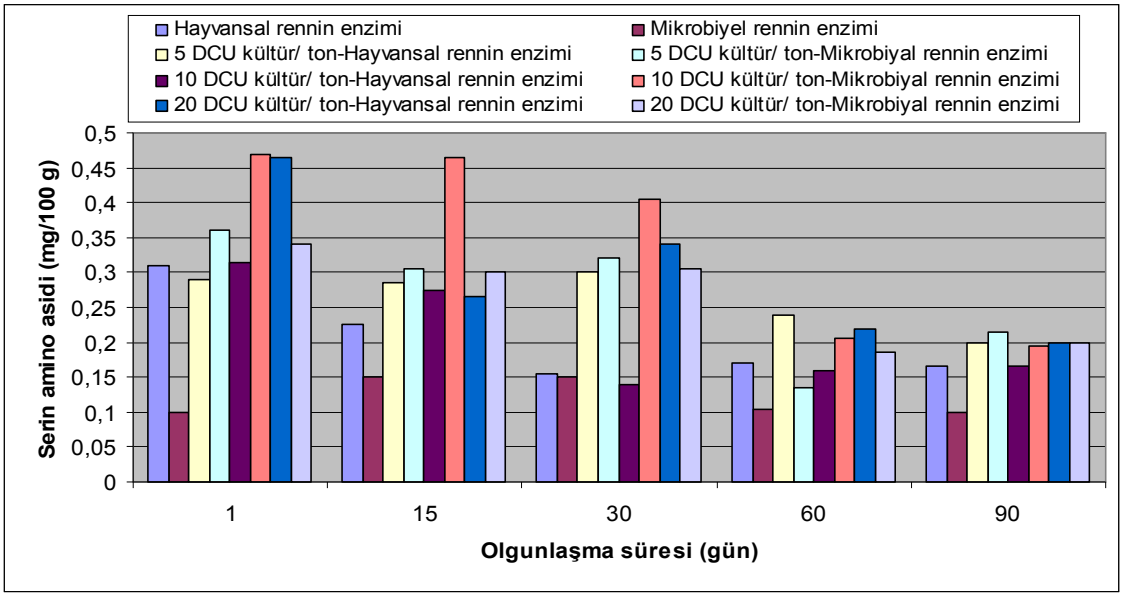
< LOD: Tespit edilebilir limitin değerin altında

3.2.13.3. Serin (Ser)

Çizelge 3.2.13.3 incelendiğinde, serin amino asitinin ortalama olarak olgunlaşma periyodu boyunca en fazla 0,348 mg/100 g olarak 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde olduğu görülmektedir. Daha sonra ise en fazla 0,298 mg/100 gr ile 20 DCU/ ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde belirlenmiştir. Şekil 3.2.13.2'de olgunlaşma periyoduna bağlı olarak serin amino asitinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.3. Beyaz peynir örneklerine ait serin amino asidi (Ser) değerleri (mg/100 g).

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,310	0,225	0,155	0,170	0,165	**0,205**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,100	0,150	0,150	0,105	0,100	**0,121**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,290	0,285	0,300	0,240	0,200	**0,263**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,360	0,305	0,320	0,135	0,215	**0,267**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,315	0,275	0,140	0,160	0,165	**0,211**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,470	0,465	0,405	0,205	0,195	**0,348**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,465	0,265	0,340	0,220	0,200	**0,298**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,340	0,300	0,305	0,185	0,200	**0,266**
Ortalama		**0,331**	**0,284**	**0,264**	**0,178**	**0,180**	



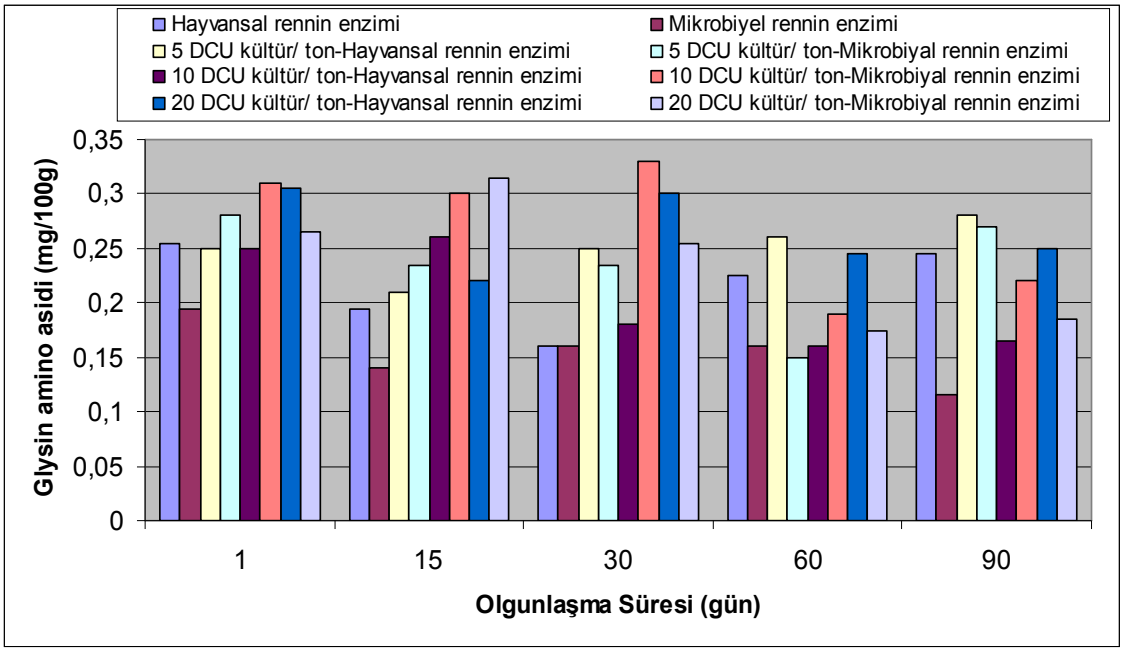
Şekil 3.2.13.2. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin serin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.4. Glysin (Gly)

Çizelge 3.2.13.4 incelendiğinde, glysin amino asitinin ortalama olarak olgunlaşma periyodu boyunca en fazla 0,27 mg/100 g olarak 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde olduğu ve bunu 0,264 mg/100 g ile 20 DCU/ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinin izlediği belirlenmiştir. Şekil 3.2.13.3 incelendiğinde, olgunlaşma periyoduna bağlı olarak glysin amino asidinin 30. günden sonra azaldığı görülmektedir. Akın (2006) amino asitlerin lezzet olarak ürüne katmış olduğu değerleri tanımlamış olduğu tabloda serin, glysin ve threonin amino asitlerini peynire tatlılık veren bileşikler olarak tanımlamıştır. Ayrıca yapılan çalışmada 10 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler duyusal olarak beğenilmiştir.

Çizelge 3.2.13.4. Beyaz peynir örneklerine ait glysin (Gly) amino asidi değerleri (mg/100 g).

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,255	0,195	0,160	0,225	0,245	**0,216**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,195	0,140	0,160	0,160	0,115	**0,154**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,250	0,210	0,250	0,260	0,280	**0,25**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,280	0,235	0,235	0,150	0,270	**0,234**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,250	0,260	0,180	0,160	0,165	**0,203**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,310	0,300	0,330	0,190	0,220	**0,27**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,305	0,220	0,300	0,245	0,250	**0,264**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,265	0,315	0,255	0,175	0,185	**0,239**
Ortalama		**0,264**	**0,234**	**0,234**	**0,196**	**0,216**	



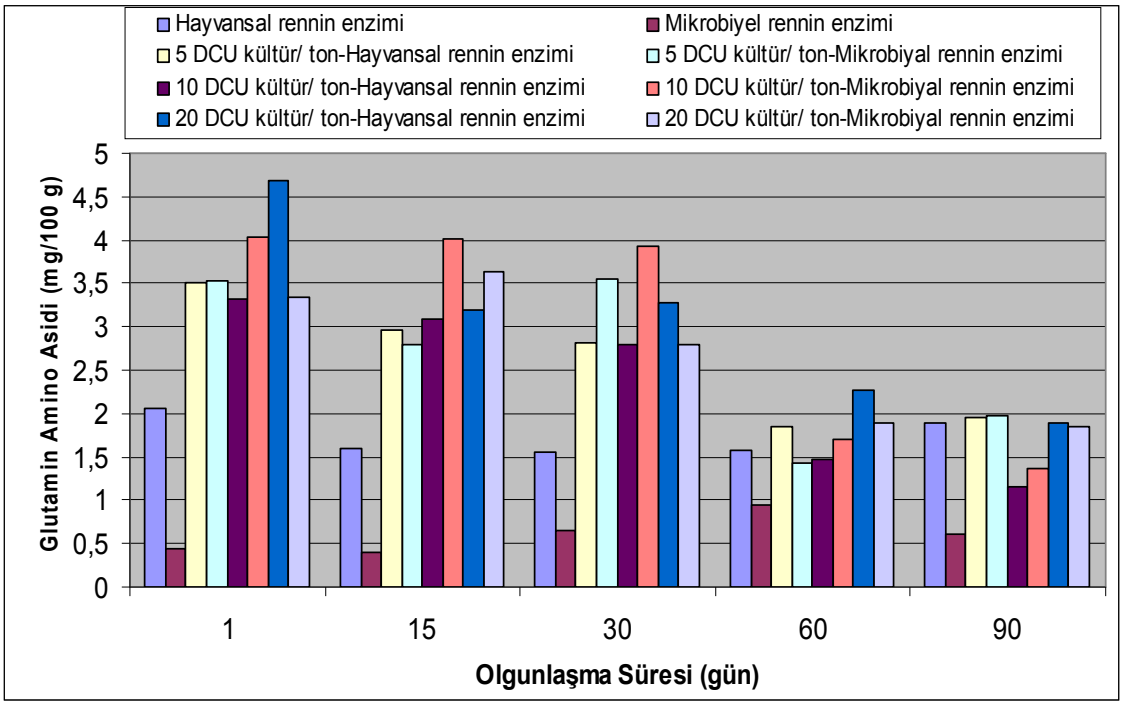
Şekil 3.2.13.3. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin glysin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.5. Glutamin (Gin)

Çizelge 3.2.13.5. Beyaz peynir örneklerine ait glutamin (Gin) amino asidi değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,055	1,605	1,560	1,575	1,895	**1,738**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,450	0,390	0,660	0,940	0,610	**0,610**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,515	2,955	2,820	1,855	1,945	**2,618**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,530	2,795	3,555	1,430	1,970	**2,656**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,320	3,080	2,800	1,470	1,160	**2,366**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,035	4,005	3,925	1,700	1,360	**3,005**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,690	3,195	3,270	2,265	1,890	**3,062**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,335	3,625	2,790	1,895	1,840	**2,697**
Ortalama		**3,116**	**2,706**	**2,673**	**1,641**	**1,584**	

Çizelge 3.2.13.5' de glutamin amino asitinin olgunlaşma süresine bağlı olarak azaldığı tespit edilirken grafiksel olarak da Şekil 3.2.13.4' te bu azalışın 30.günden sonra daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu amino asidin ekşi lezzet oluşturduğu tanımlanmış olup (Akın 2006) kültür oranı 20 DCU/ ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılmış olan peynirde ortalama olarak en yüksek miktarda (3,062 mg/100 gr) bulunmuştur.



Şekil 3.2.13.4. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin glutamin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.6. Lysin (Lys)

Lysin amino asiti olgunlaşma periyoduna bağlı olarak geç ortaya çıkan bir amino asit olup peynirde ileri olgunlaşma derecesini belirlemede önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Çizelge 3.2.13.6'da görüldüğü gibi peynir örneklerinde lysin amino asidi tespit edilebilir limit değerlerinin altında çıkmıştır. Bu 90. günde bile peynir örneklerinde lysin oluşmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.6. Beyaz peynir örneklerine ait lysin amino asidi (Gin) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ				
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
B	Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

< LOD: Tespit edilebilir limitin değerin altında

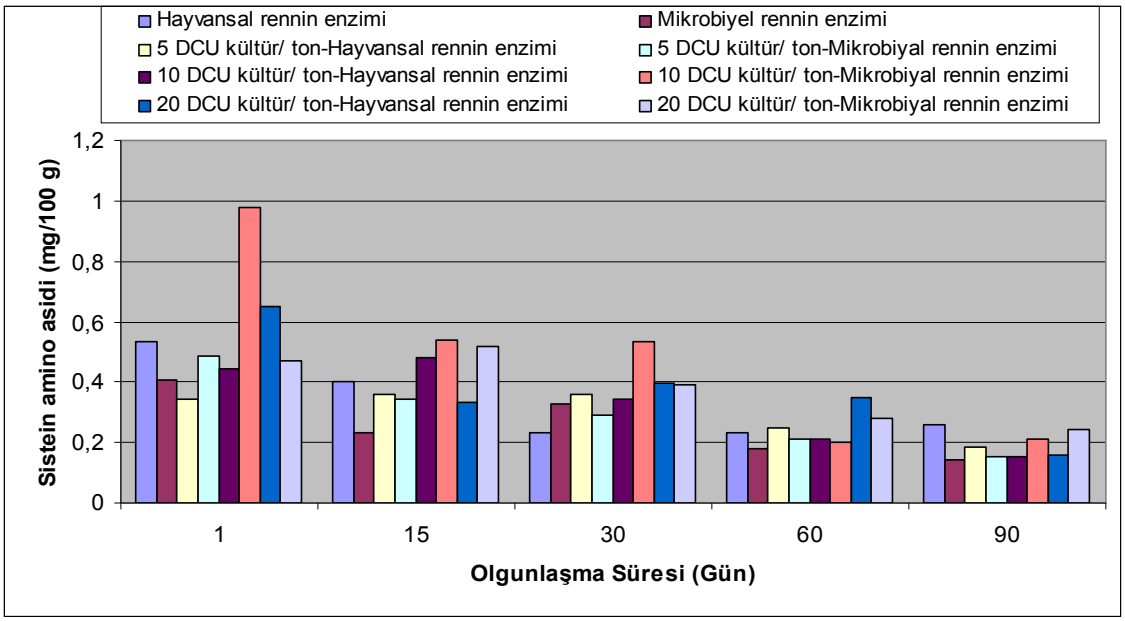
3.2.13.7. Sistein (Cys)

En çok sistein amino asiti 0,493 mg/100 gr. olarak 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde bulunmuştur (Çizelge 3.2.13.17). Bu peyniri 0,381 mg/100 g ile 20 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri ve 0,378 mg/100 gr. ile DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri izlemiştir. Kontrol grubu örneklerle karşılaştırıldığında kültür ilavesinin sistein oluşum miktarı üzerine etkisinin olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.7. Beyaz peynir örneklerine ait sistein (Cys) amino asidi değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,535	0,400	0,235	0,235	0,260	**0,333**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,405	0,235	0,330	0,180	0,145	**0,259**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,345	0,360	0,360	0,250	0,185	**0,300**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,485	0,345	0,290	0,210	0,155	**0,297**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,445	0,480	0,345	0,210	0,155	**0,327**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,980	0,540	0,535	0,200	0,210	**0,493**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,650	0,335	0,395	0,350	0,160	**0,378**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,470	0,520	0,390	0,280	0,245	**0,381**
Ortalama		**0,539**	**0,402**	**0,360**	**0,239**	**0,189**	

.



Şekil 3.2.13.5. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin sistein amino asit değerlerindeki değişim

. Şekil 3.2.13.5'de olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin sistein amino asit değerlerindeki değişimi incelendiğinde olgunlaşma süresi ilerledikçe sistein amino asidi miktarının giderek azaldığı görülmektedir

3.2.13.8. Glutamik Asit (Glu)

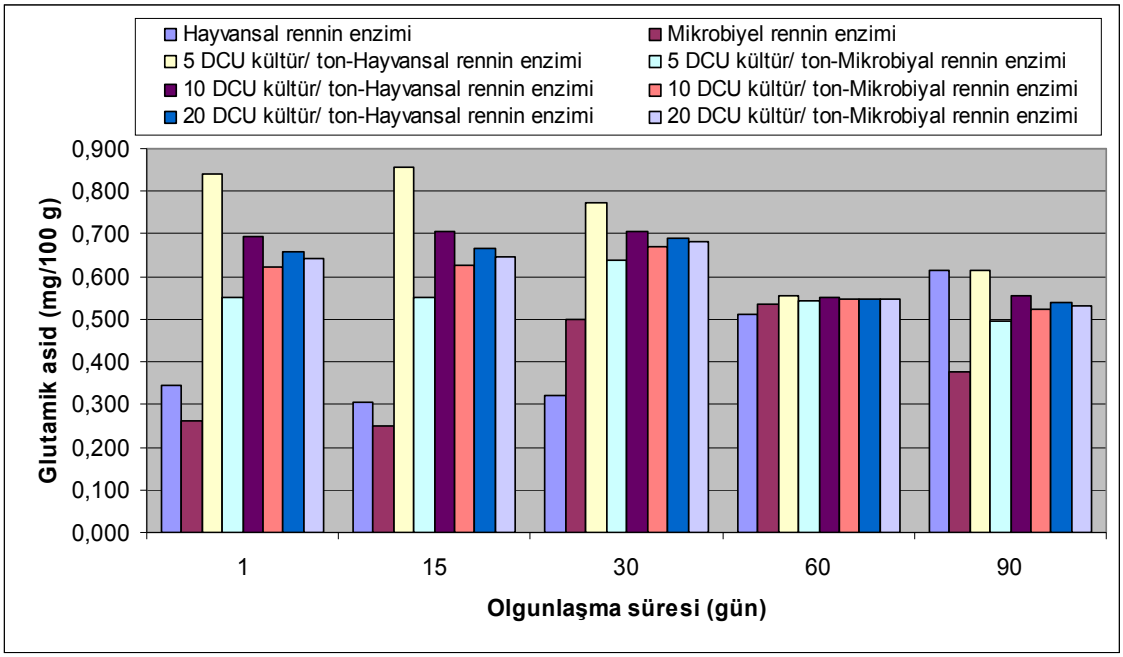
Hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde tespit edilen glutamik asit oranları mikrobiyel rennin enzimi ile yapılanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Burada maya orijinin glutamik asit düzeyi üzerinde etkili gibi olduğu görülmektedir.

5 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneği en yüksek glutamik asit miktarını içerirken (0,728 mg/100 gr) daha sonra 10 DCU/ ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirde en fazla glutamik asit miktarı (0,642 mg/100 gr) belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.13.8. Beyaz peynir örneklerine ait glutamik asit (Glu) değerleri (mg/100 gr)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,345	0,305	0,320	0,510	0,615	**0,419**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,260	0,250	0,500	0,535	0,375	**0,384**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,840	0,855	0,775	0,555	0,615	**0,728**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,550	0,553	0,638	0,545	0,495	**0,556**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,695	0,704	0,706	0,550	0,555	**0,642**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,623	0,628	0,672	0,548	0,525	**0,599**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,659	0,666	0,689	0,549	0,540	**0,621**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,641	0,647	0,680	0,548	0,533	**0,610**
Ortalama		**0,576**	**0,576**	**0,623**	**0,542**	**0,532**	

Şekil 3.2.13.6'da olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin glutamik asit değerlerindeki değişim incelendiğinde genel olarak kontrol grubu peynir örnekleri hariç olgunlaşmanın sonuna doğru 60. gün itibari ile peynir örneklerindeki glutamik asit miktarında bir azalışın olduğu görülmektedir.



Şekil 3.2.13.6. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin glutamik asit değerlerindeki değişim

3.2.13.9. Threonin (Thr)

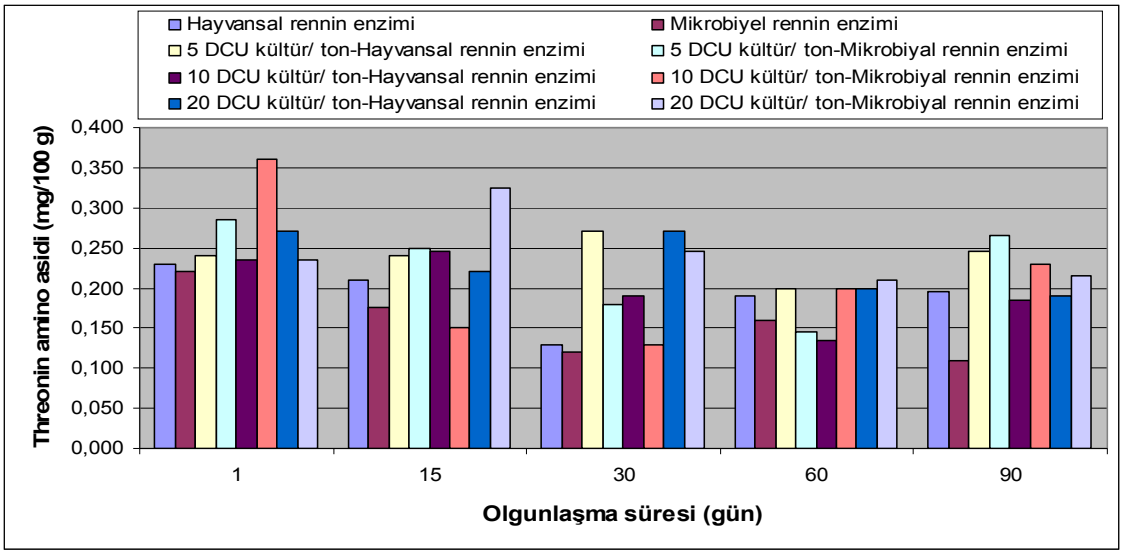
Çizelge 3.2.13.9 incelendiğinde threonin amino asidinin olgunlaşma periyodu boyunca azaldığı görülmektedir. 10 DCU/ ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde 1. gün threonin amino asiti en yüksek olarak bulunmuş, 15. günden sonra bir azalış göstererek daha sonra ise arttığı tespit edilmiştir. Threonin amino asidi kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerde ise en düşük düzeylerde bulunmuştur.

Glysin, serin ve threonin amino asitleri tatlı bir lezzet ile karakterize edilmiş olup (Akın 2006), özellikle 10 DCU/ ton mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde bu üç amino asit olgunlaşma periyoduna bağlı olarak en yüksek miktarlarda

tespit edilmiştir. Duyusal olarak peynir tadına bu amino asitlerin önemli etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3.2.13.9. Beyaz peynir örneklerine ait threonin (Thr) amino asidi değerleri (100 mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,230	0,210	0,130	0,190	0,195	**0,191**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,220	0,175	0,120	0,160	0,110	**0,157**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,240	0,240	0,270	0,200	0,245	**0,239**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,285	0,250	0,180	0,145	0,265	**0,225**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,235	0,245	0,190	0,135	0,185	**0,198**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,360	0,150	0,130	0,200	0,230	**0,214**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,270	0,220	0,270	0,200	0,190	**0,230**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,235	0,325	0,245	0,210	0,215	**0,246**
Ortalama		**0,259**	**0,227**	**0,192**	**0,180**	**0,204**	



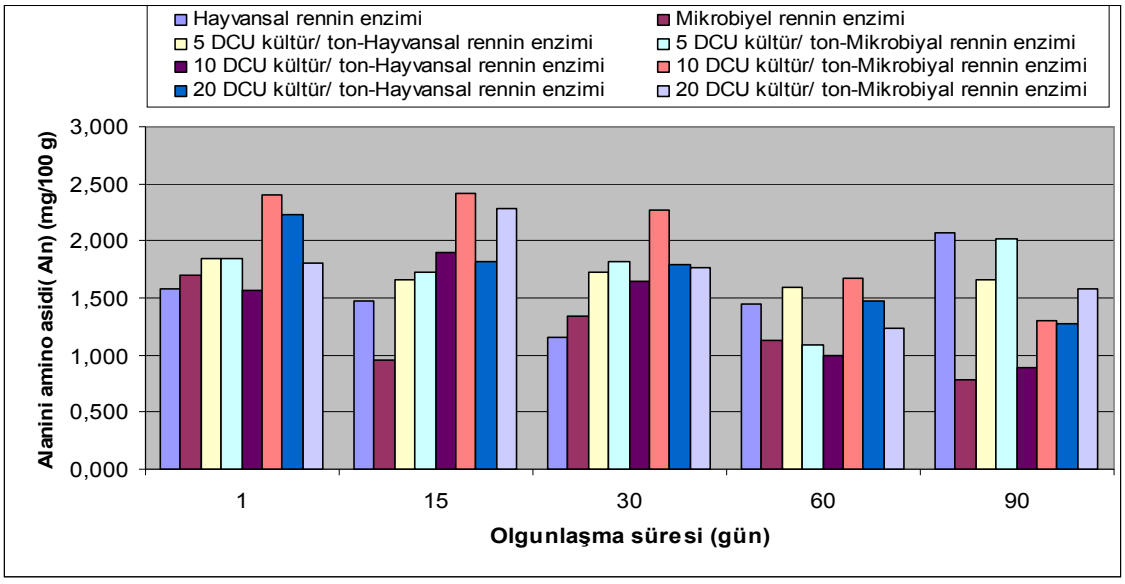
Şekil 3.2.13.7. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin threonin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.10. Alanin (Aln)

Çizelge 3.2.13.10 ve Şekil 3.2.13.8 incelendiğinde olgunlaşma periyodu boyunca alanin amino asiti değerlerinde oransal bir azalışın olmadığı ve değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.10. Beyaz peynir örneklerine ait alanin (Aln) amino asidi değerleri (mg/100 gr)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	1,575	1,475	1,155	1,445	2,065	**1,543**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	1,695	0,955	1,345	1,130	0,785	**1,182**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,850	1,665	1,725	1,590	1,655	**1,697**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,840	1,720	1,815	1,090	2,020	**1,697**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,560	1,895	1,650	0,990	0,895	**1,398**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,400	2,410	2,275	1,675	1,295	**2,011**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,225	1,825	1,795	1,480	1,270	**1,719**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,800	2,280	1,770	1,230	1,585	**1,733**
Ortalama		**1,868**	**1,778**	**1,691**	**1,329**	**1,446**	



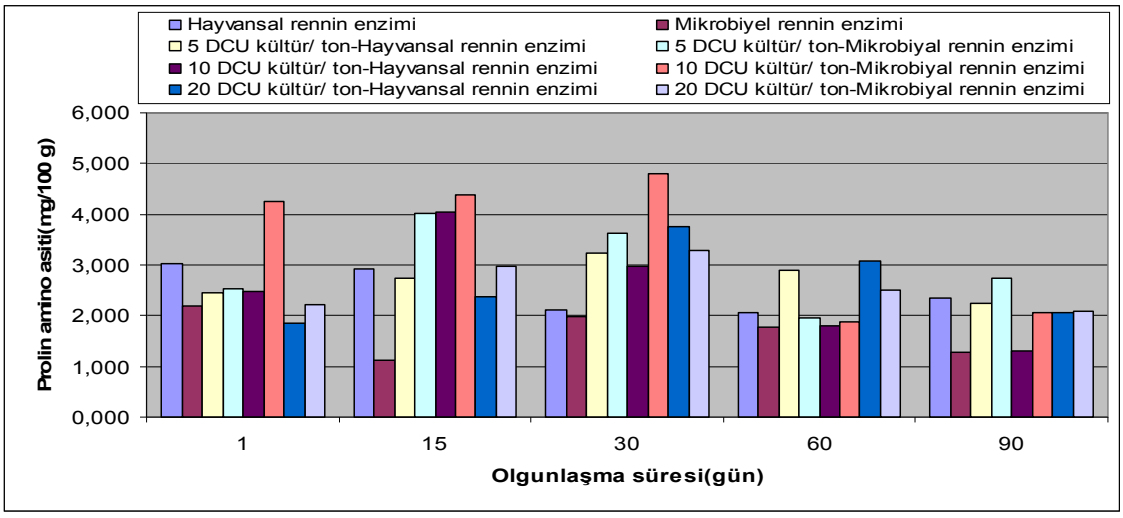
Şekil 3.2.13.8. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin alanin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.11. Prolin (Pro)

Çizelge 3.2.13.11 incelendiğinde prolin amino asitinin olgunlaşma periyodu boyunca azaldığı ve 30. günden sonra da bu azalışın daha belirgin olduğu görülmektedir. Prolin amino asidi kültür katılmadan mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde olgunlaşma süresi boyunca en düşük miktarda bulunmuştur. En yüksek miktarda prolin amino asiti ise 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde belirlenmiştir. Şekil 3.2.13.9'da ise olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimler verilmektedir.

Çizelge 3.2.13.11. Beyaz peynir örneklerine ait prolin amino asidi (Pro) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	3,030	2,915	2,100	2,065	2,350	**2,492**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,200	1,115	1,990	1,765	1,270	**1,668**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,465	2,740	3,235	2,905	2,250	**2,719**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,540	4,005	3,625	1,960	2,745	**2,975**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,490	4,050	2,970	1,810	1,310	**2,526**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	4,265	4,395	4,790	1,880	2,065	**3,479**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,840	2,365	3,765	3,090	2,070	**2,626**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,215	2,970	3,290	2,495	2,080	**2,61**
Ortalama		**2,631**	**3,069**	**3,221**	**2,246**	**2,018**	



Şekil 3.2.13.9. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin prolin amino asit değerlerindeki değişim

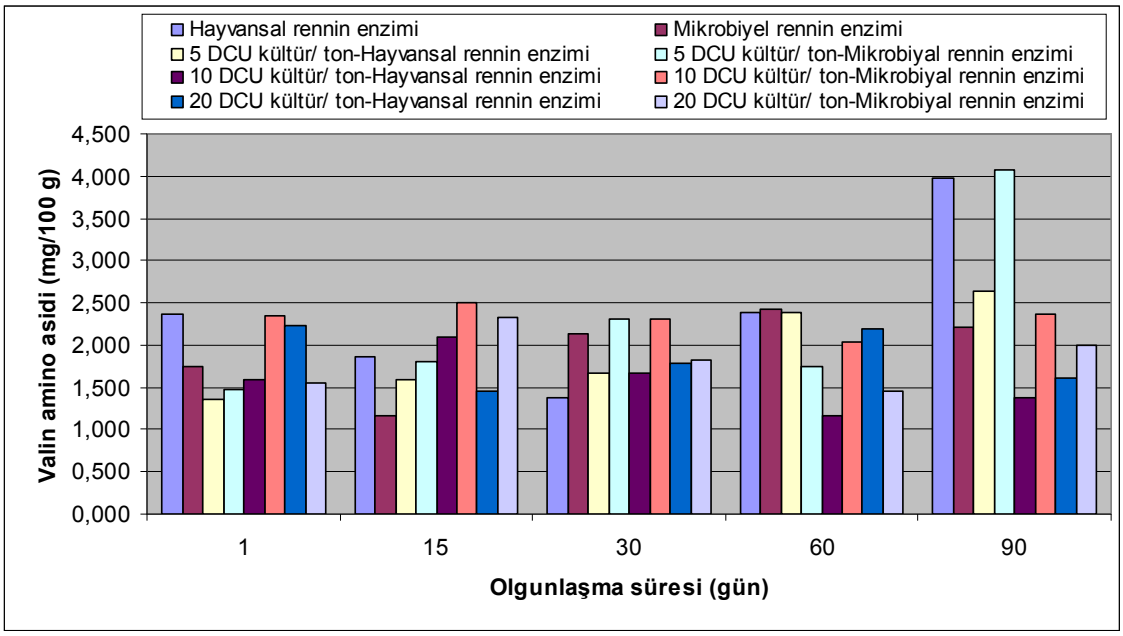
3.2.13.12. Valin (Val)

Çizelge 3.2.13.12'de peynir örneklerindeki valin amino asidi miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimleri incelendiğinde, hayvansal rennin enzimi ile kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde en yüksek miktarda olduğu bulunmuştur. 10 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri ve 5 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri bunu izlemiştir.

Çizelge 3.2.13.12. Beyaz peynir örneklerine ait valin amino asiti (Val) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,365	1,860	1,385	2,380	3,975	**2,393**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	1,745	1,170	2,130	2,425	2,205	**1,935**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,350	1,585	1,675	2,395	2,635	**1,928**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,470	1,795	2,310	1,755	4,075	**2,281**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,595	2,095	1,670	1,170	1,385	**1,583**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,350	2,495	2,310	2,035	2,375	**2,313**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,240	1,450	1,790	2,200	1,610	**1,858**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	1,545	2,320	1,815	1,450	2,005	**1,827**
Ortalama		**1,833**	**1,846**	**1,886**	**1,976**	**2,533**	

Şekil 3.2.13.10'da olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin valin amino asit değerlerindeki değişim verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi peynir örneklerinde valin amino asidi miktarı olgunlaşma süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Olgunlaşmanın 90. gününde 5 ve 20 DCU kültür/ton kültür oranı+mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde valin amino asidinin bu peynirlerde en yüksek oranda bulunmuştur.



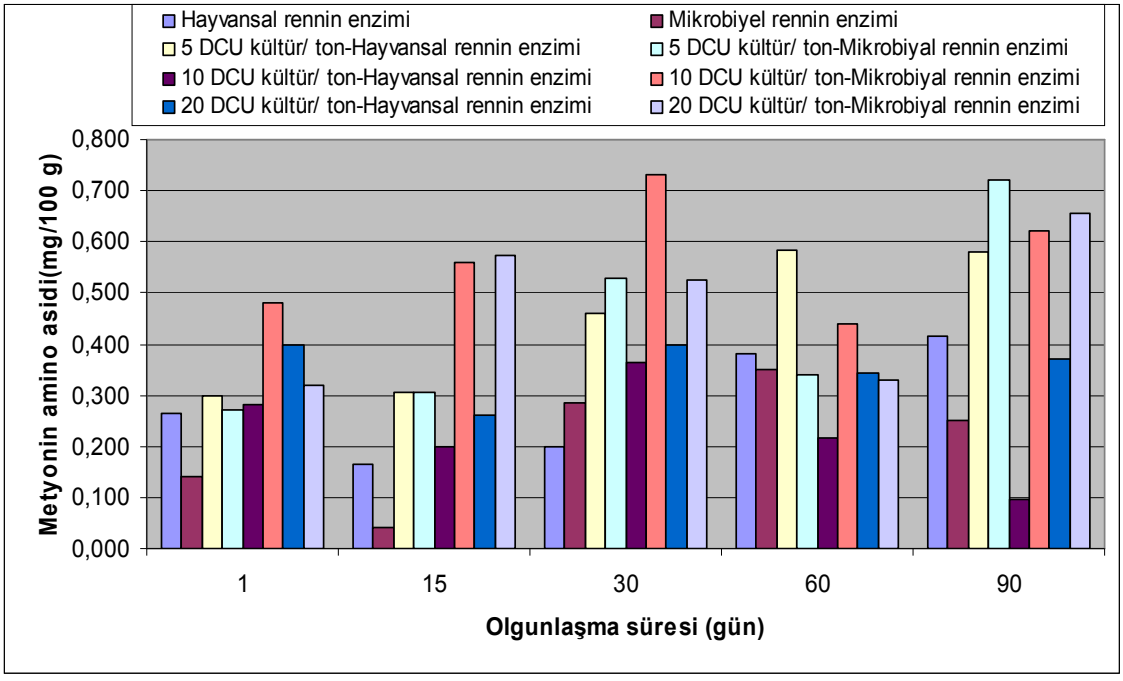
Şekil 3.2.13.10. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin valin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.13. Methionin (Met)

Çizelge 3.2.13.13 ve Şekil 3.2.13.11'de olgunlaşma süresince peynir örneklerine ait metyonin amino asit miktarları incelendiğinde, 5DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri hariç düzenli bir artışın olmadığı görülmektedir. Ortaya çıkan değişimler artış ve azalışlar şeklinde belirlenmiştir. Ortaya çıkan en fazla metyonin amino asidi miktarını ise olgunlaşma süresinin 30. gününde 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri oluşturmuştur. Ortaya çıkan en az metyonin amino asidi miktarını ise olgunlaşma süresinin 15. gününde kültür ilave edilmeden mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri oluşturmuştur. Ayrıca Şekil 3.2.13.11'de olgunlaşma süresinin 90. gününde 5 DCU/ton kültür oranı ile hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde de bu kültür oranının etkili olduğu ve metyonin amino asiti miktarının yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.13. Beyaz peynir örneklerine ait methionin amino asidi (Met) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,265	0,165	0,200	0,380	0,415	**0,285**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,140	0,040	0,285	0,350	0,250	**0,213**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,300	0,305	0,460	0,585	0,580	**0,446**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,270	0,305	0,530	0,340	0,720	**0,433**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,280	0,200	0,365	0,215	0,095	**0,231**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,480	0,560	0,730	0,440	0,620	**0,566**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,400	0,260	0,400	0,345	0,370	**0,355**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,320	0,575	0,525	0,330	0,655	**0,481**
Ortalama		**0,307**	**0,301**	**0,437**	**0,373**	**0,463**	



Şekil 3.2.13.11. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin methionin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.14. Triptofan (Trp)

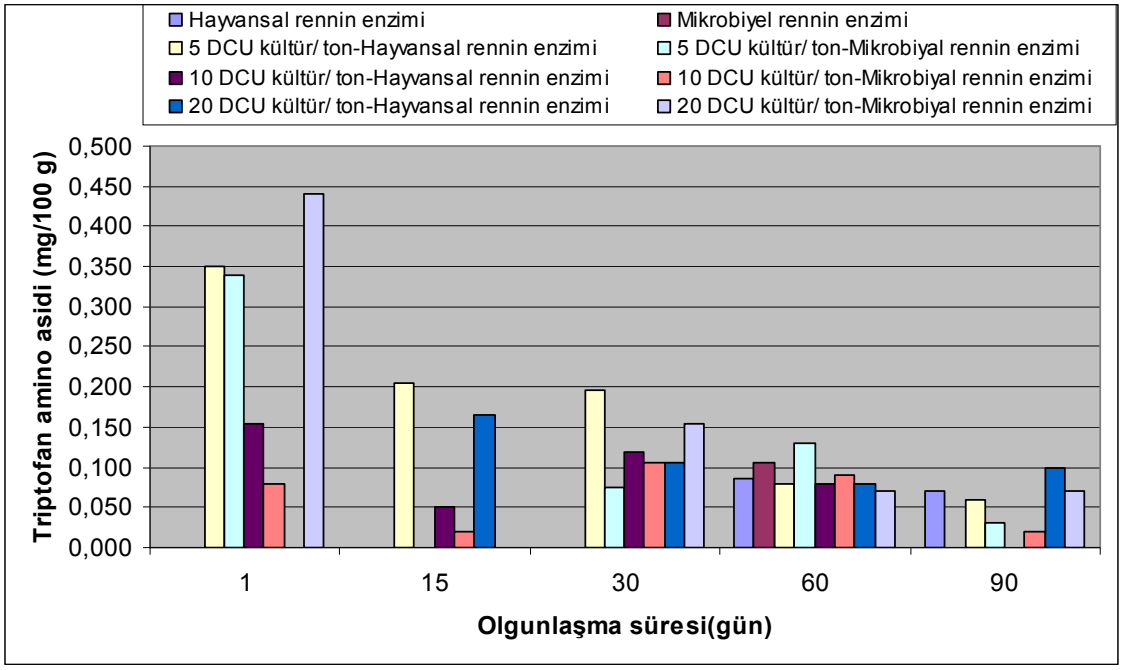
Çizelge 3.2.13.14'de peynir örneklerine ait triptofan amino asiti değerleri incelendiğinde kontrol grubu peynir örneklerinde olgunlaşmanın ilk 30 gününde triptopan amino asitinin tespit edilebilir sınırının altında olduğu görülmektedir. Bu amino asit miktarı en fazla 20 DCU kültür/ton + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde saptanmıştır.

Çizelge 3.2.13.14. Beyaz peynir örneklerine ait triptofan amino asidi (Trp) değerleri (mg/100 g).

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	0,085	0,070	**0,078**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	0,105	<LOD	**0,105**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,350	0,205	0,195	0,080	0,060	**0,178**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,340	<LOD	0,075	0,130	0,030	**0,144**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,155	0,050	0,120	0,080	<LOD	**0,101**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,080	0,020	0,105	0,090	0,020	**0,063**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansel rennin enzimi	<LOD	0,165	0,105	0,080	0,100	**0,113**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,440	<LOD	0,155	0,070	0,070	**0,184**
Ortalama		**0,273**	**0,110**	**0,126**	**0,090**	**0,058**	

< LOD: Tespit edilebilir limit değerin altında

Şekil 3.2.13.12'de olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin triptofan amino asit değerlerindeki değişim verilmektedir. Şekil incelendiğinde peynir örneklerinde triptofan amino asit miktarının olgunlaşma süresi ilerledikçe bir azalma gösterdiği görülmektedir.



Şekil 3.2.13.12. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin triptofan amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.15. Arginin (Arg)

Çizelge 3.2.13.6'da görüldüğü gibi peynir örneklerinde arginin amino asiti tespit edilebilir limit değerlerinin altında çıkmıştır.

Çizelge 3.2.13.15. Beyaz peynir örneklerine ait arginin amino asidi (Arg) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ				
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
B	Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
H	20 DCU kültür ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

< LOD: Tespit edilebilir limit değerin altında

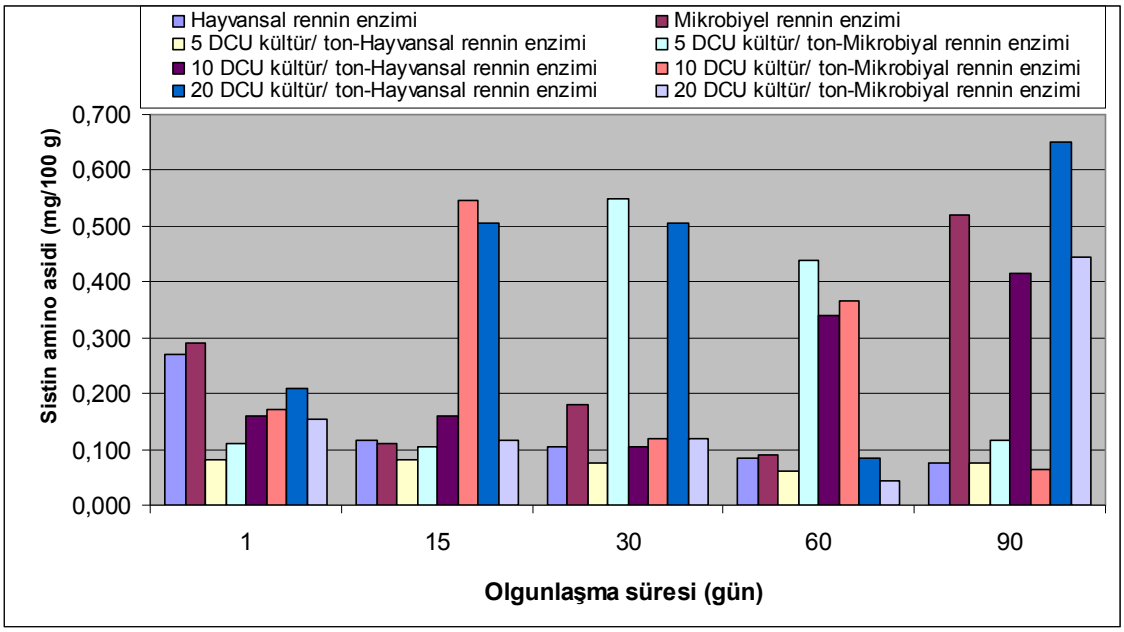
3.2.13.16. Sistin (Cys)

Çizelge 3.2.13.16'da olgunlaşma süresince peynir örneklerine ait sistin amino asiti miktarı incelendiğinde en fazla sistin amino asiti oluşum oranının 20 DCU/ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerine ait olduğu görülmektedir. Aksine aynı kültür oranı ile fakat mikrobiyel maya ile yapılan peynir örneğinde ise sistin amino asidinin oluşum oranının düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.13.16. Beyaz peynir örneklerine ait sistin amino asidi (Cys) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,270	0,115	0,105	0,085	0,075	**0,130**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,290	0,110	0,180	0,090	0,520	**0,238**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,080	0,080	0,075	0,060	0,075	**0,074**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,110	0,105	0,550	0,440	0,115	**0,264**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,160	0,160	0,105	0,340	0,415	**0,236**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,170	0,545	0,120	0,365	0,065	**0,253**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,210	0,505	0,505	0,085	0,650	**0,391**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,155	0,115	0,120	0,045	0,445	**0,176**
Ortalama		**0,181**	**0,217**	**0,220**	**0,189**	**0,295**	

Şekil 3.2.13.13'de olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin sistin amino asit değerlerindeki değişim verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi olgunlaşma süresince sistin amino asidi değerlerinin değişkenlik gösterdiği ancak 20 DCU kültür/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde sistin amino asidi değerinin 60. gün hariç olgunlaşma süresi boyunca yüksek olduğu görülmektedir. En az sistin amino asidi miktarının ise 5 DCU kültür/ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde tespit edilmiştir.



Şekil 3.2.13.13. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin sistin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.17. Tyrosin (Tyr)

Çizelge 3.2.13.17'de peynirlerde tyrosin miktarının ortalama olarak olgunlaşma periyodunun 30. gününden sonra belirgin olarak azaldığı görülmektedir. İlk 30 günde en yüksek tyrosin değeri 5 DCU kültür/ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlerde belirlenmiş olup olgunlaşma periyodu boyunca bir azalış göstermiştir. Aynı şekilde 20 DCU kültür/ton mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynirlerde de olgunlaşma süresine bağlı olarak bir azalış ortaya çıkmıştır.

Khosrowshahi ve ark. (2006) farklı starter konsantrasyonları kullanarak yapmış oldukları İran Beyaz peynirlerinde olgunlaşma boyunca peynirlerin kimyasal ve tekstürel özeliklerini incelemişler ve çalışmada 29. günden sonra peynirlerin tyrosin-triptofan konsantrasyonlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

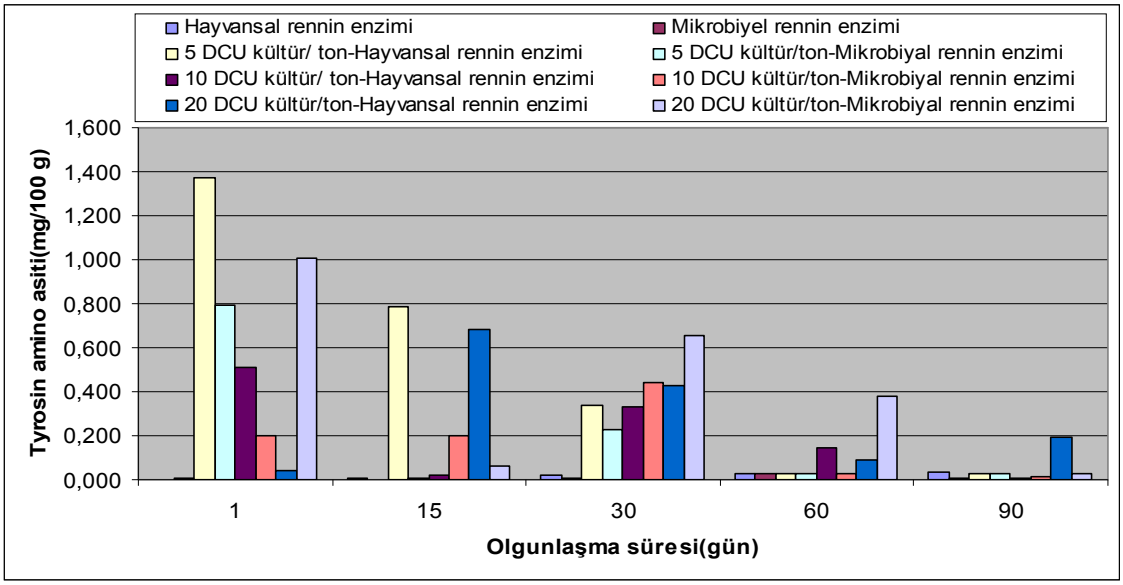
Çizelge 3.2.13.17. Beyaz peynir örneklerine ait tyrosin amino asidi değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	0,010	0,020	0,030	0,035	**0,024**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,010	<LOD	0,010	0,030	0,010	**0,015**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	1,370	0,785	0,340	0,030	0,025	**0,510**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,790	0,010	0,230	0,030	0,030	**0,218**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,510	0,020	0,330	0,145	0,010	**0,203**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	0,200	0,200	0,440	0,025	0,015	**0,176**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	0,040	0,685	0,425	0,090	0,190	**0,286**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	1,005	0,060	0,655	0,380	0,030	**0,426**
Ortalama		**0,561**	**0,253**	**0,306**	**0,095**	**0,043**	

< LOD: Tespit edilebilir limit değerin altında

Çizelge 3.2.13.17 ve Şekil 3.2.13.14 incelendiğinde, tyrosin değerlerinin olgunlaşma süresine bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Bu azalışın peynir örneklerinde tuz içeriklerinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mendia ve ark (2001) ile Attaie ve ark. (2005) tarafından benzer sonuçlar bulunmuş ve tyrosin amino asidindeki azalma nemde bulunan tuza bağlanmıştır. Araştırmacılar peynirde nemde bulunan tuz arttıkça tyrosin ve triptofan değerlerin azaldığını bildirmişlerdir.



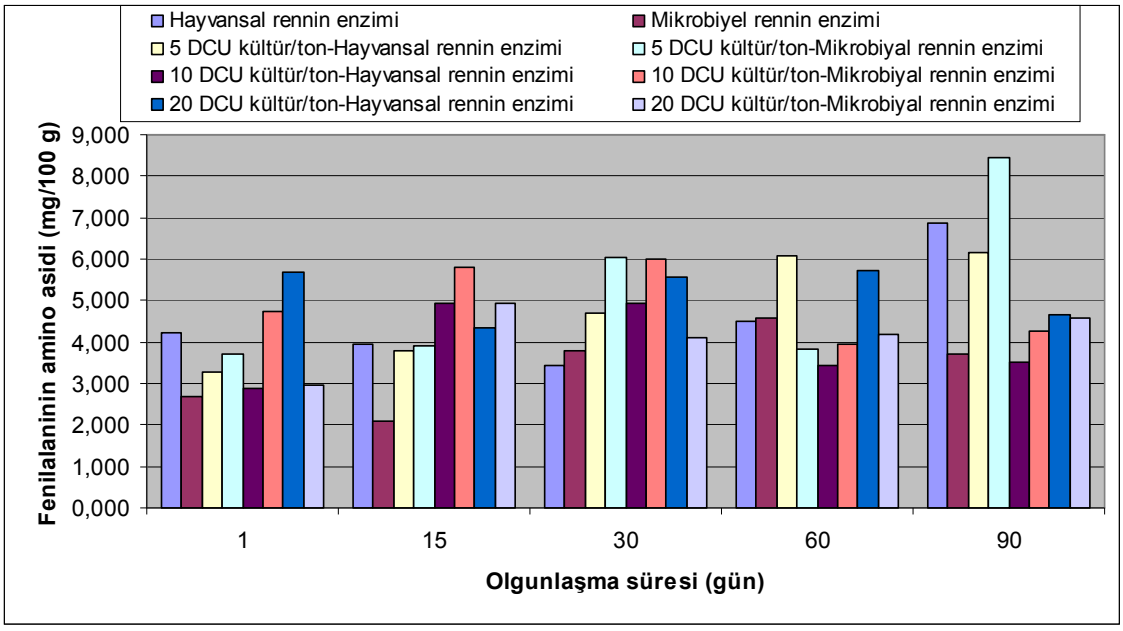
Şekil 3.2.13.14. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin tiyrosin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.18. Fenilalanin(PHe)

Çizelge 3.2.13.18 incelendiğinde, fenilalanin miktarının en fazla 5 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile ve 20 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde bulunduğu görülmektedir. Tyrosin oluşumu olgunlaşma periyoduna bağlı olarak artış göstermektedir.

Çizelge 3.2.13.18. Beyaz peynir örneklerine ait fenilalanin amino asidi (PHe) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	4,235	3,960	3,435	4,505	6,850	**4,597**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,680	2,110	3,775	4,560	3,725	**3,370**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	3,260	3,770	4,680	6,080	6,155	**4,789**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	3,695	3,920	6,050	3,820	8,455	**5,188**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,895	4,925	4,935	3,415	3,525	**3,939**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	4,745	5,790	6,005	3,955	4,270	**4,953**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	5,680	4,335	5,550	5,705	4,650	**5,184**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,960	4,915	4,100	4,165	4,595	**4,147**
Ortalama		**3,769**	**4,216**	**4,816**	**4,526**	**5,278**	



Şekil 3.2.13.15. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin fenilalaninin amino asit değerlerindeki değişim

Şekil 3.2.13.15'de olgunlaşma sırasında oluşan fenilalanin miktarı verilmiştir. En yüksek fenilalanin miktarı olgunlaşma periyodunun 90. gününde belirlenmiştir. Fenilalanin peynirde en fazla ortaya çıkan amino asit olup 5 DCU kültür/ton mikrobiyel peynirde rennin ile üretilen bu amino asitin fazla miktarda oluşmasının peynirin karakteristik lezzet ve yapısı üzerinde etkin rol oynadığı fikrini vermektedir.

3.2.13.19. Hidroksiprolin (Hyp)

Çizelge 3.2.13.19'da hidroksiprolin miktarı incelendiğinde, hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynir örneklerinde bu amino asidin olgunlaşma periyodu boyunca daha fazla oluştuğu görülmektedir. Hidroksiprolin miktarı olgunlaşma aşamasının 60. gününe kadar azalmış, 90. günde ise artmıştır.

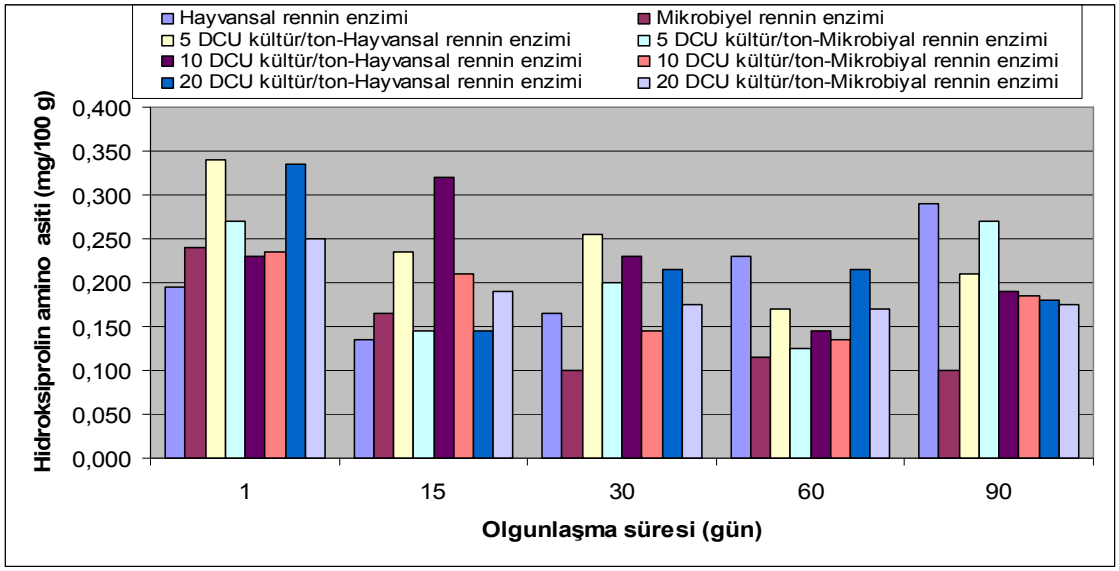
Hidroksiprolinin en az miktarı ise kültür katılmadan mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.2.13.19. Beyaz peynir örneklerine ait hidroksiprolin amino asidi (Hyp) değerleri (mg/100 gr)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	0,195	0,135	0,165	0,230	0,290	**0,203**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,240	0,165	0,100	0,115	0,100	**0,144**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,340	0,235	0,255	0,170	0,210	**0,242**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,270	0,145	0,200	0,125	0,270	**0,202**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,230	0,320	0,230	0,145	0,190	**0,223**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,235	0,210	0,145	0,135	0,185	**0,182**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	0,335	0,145	0,215	0,215	0,180	**0,218**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	0,250	0,190	0,175	0,170	0,175	**0,192**
Ortalama		**0,262**	**0,193**	**0,186**	**0,163**	**0,200**	

Olgunlaşma periyodu sonundaki genel ortalamalara bakıldığında, kültür katılmadan hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde, mikrobiyel enzimle yapılana göre hidroksiprolin daha yüksek miktarda bulunmuştur. Aynı şekilde kültür ilave edilen peynir örneklerinde ise hayvansal rennin enzimi ile yapılan örneklerde bu amino asidin yüksek bulunması hidroksiprolin oluşumunda hayvansal rennin enziminin daha etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.2.13.16'da olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin hidroksiprolin amino asit değerlerindeki değişim verilmiştir. Şekil incelendiğinde olgunlaşma süresi boyunca hidroksiprolin değerlerinin değişkenlik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 3.2.13.16. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin hidroksiprolin amino asit değerlerindeki değişim

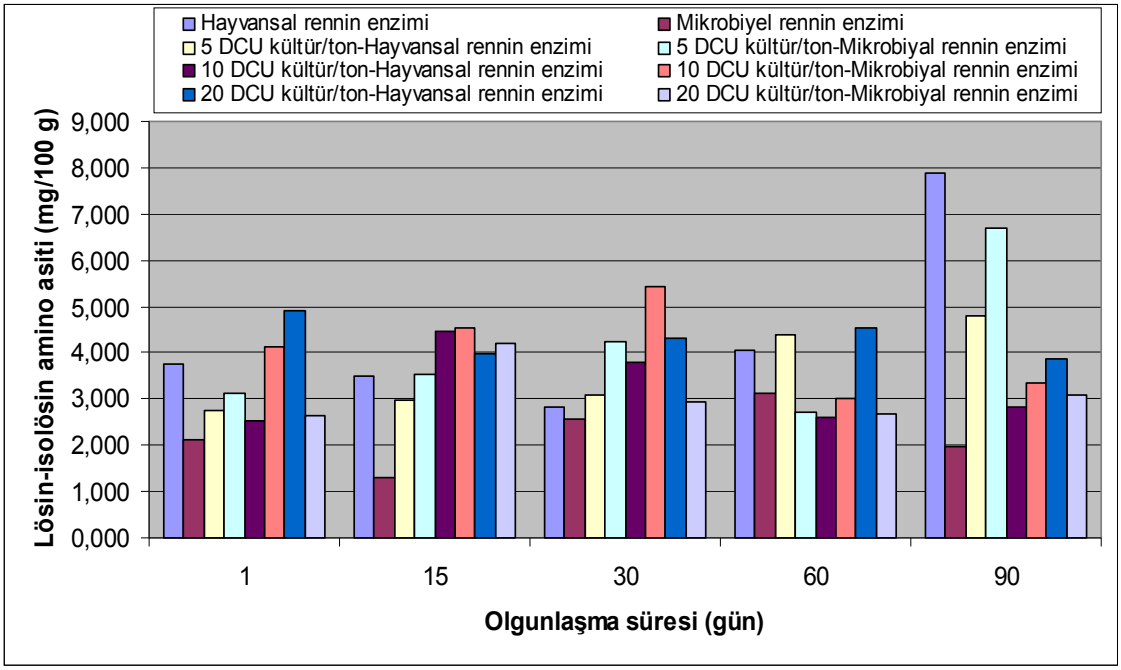
3.2.13.20. Lösin-isolösin (Leu)

Çizelge 3.2.13.20'de lösin-isolösin peynir örneklerinde oldukça yüksek oranlarda bulunmuş ve olgunlaşma periyoduna bağlı olarak miktarı artmıştır. Olgunlaşma periyodunun 90. gününde en fazla lösin-isolösin 7,88 mg/100 g ile kültür katılmadan hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde tespit edilmiştir.

Şekil 3.2.13.17'de olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin lösin-isolösin değerlerindeki değişim incelendiğinde en fazla lösin-isolösin olgunlaşma periyodunun 90. gününde kültürsüz hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlerde olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma periyodu boyunca lösin-isolösin değişkenlik göstermiş olup 5 DCU kültür/ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde ise olgunlaşma periyoduna bağlı olarak bu amino asid değerinin doğrusal olarak bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2.13.20. Beyaz peynir örneklerine ait lösin-isolösin amino asidi (Leu) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	3,770	3,485	2,820	4,065	7,880	**4,404**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,105	1,320	2,560	3,120	1,975	**2,216**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,765	2,970	3,105	4,390	4,785	**3,603**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	3,110	3,520	4,240	2,720	6,700	**4,058**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,520	4,455	3,810	2,615	2,845	**3,249**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	4,110	4,540	5,420	3,015	3,330	**4,083**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	4,925	3,965	4,315	4,520	3,885	**4,322**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,625	4,205	2,925	2,680	3,105	**3,108**
Ortalama		**3,241**	**3,558**	**3,649**	**3,391**	**4,313**	



Şekil 3.2.13.17. Olgunlaşma sürecinde Beyaz peynir örneklerinin lösin-isolösin amino asit değerlerindeki değişim

3.2.13.21. Histidin (His)

Çizelge 3.2.13.21'de görüldüğü gibi peynir örneklerinde histidin amino asiti tespit edilebilir limit değerlerinin altında çıkmıştır. Buradan olgunlaşma boyunca histidin amino asitinin oluşmadığı sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 3.2.13.21. Beyaz peynir örneklerine ait histidin amino asidi (His) değerleri (mg/100 g)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ				
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün
A	Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
B	Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
C	5 DCU kültür/ton- Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
E	10 DCU kültür/ton- Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
G	20 DCU kültür/ton- Hayvansal rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

< LOD: Tespit edilebilir limit değerin altında

3.2.14. Beyaz Peynirlerde Ortaya Çıkan Toplam Serbest Amino Asit Miktarları

3.2.14.1. Beyaz peynirlerin toplam serbest amino asit içeriklerinin olgunlaşma süresine bağlı olarak ortalama değişimleri

Lemieux ve Simard (1991) ile Urbach (1995), peynirde ortaya çıkan serbest amino asitlerden ortak acılık oluşturan amino asitlerin valin, lösin, prolin ve fenilalanin olduğunu bildirmişlerdir. Deneme Beyaz peynirlerde her bir uygulama için olgunlaşma süresince oluşan serbest amino asit miktarı Çizelgeler 3.2.14.1, 3.2.14.2, 3.2.14.3, 3.2.14.4, 3.2.14.5, 3.2.15.6, 3.2.15.7 ile 3.2.15.8' de verilmiştir.

Çizelge 3.2.14.1. Hayvansal rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	0,885	0,995	1,900	0,670	0,910	5,360
2	**Aspartik asit**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,120	0,120
3	**Serin**	0,310	0,225	0,155	0,170	0,165	1,025
4	**Glisin**	0,255	0,195	0,160	0,225	0,245	1,080
5	**Glutamin**	2,055	1,605	1,560	1,575	1,895	8,690
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,535	0,400	0,235	0,235	0,260	1,665
8	**Glutamik asit**	0,345	0,305	0,320	0,510	0,615	2,095
9	**Treonin**	0,230	0,210	0,130	0,190	0,195	0,955
10	**Alanin**	1,575	1,475	1,155	1,445	2,065	7,715
11	**Prolin**	3,030	2,915	2,100	2,065	2,350	12,460
12	**Valin**	2,365	1,860	1,385	2,380	3,975	11,965
13	**Metiyonin**	0,265	0,165	0,200	0,380	0,415	1,425
14	**Triptofan**	<LOD	<LOD	<LOD	0,085	0,070	0,155
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,270	0,115	0,105	0,085	0,075	0,650
17	**Tyrosin**	<LOD	0,010	0,020	0,030	0,035	0,095
18	**Fenilalanin**	4,235	3,960	3,435	4,505	6,850	22,985
19	**Hidroksiprolin**	0,195	0,135	0,165	0,230	0,290	1,015
20	**Lösin-isolösin**	3,770	3,485	2,820	4,065	7,88	22,02
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,355**	**1,128**	**0,990**	**1,109**	**1,578**	**4,832**

Çizelge 3.2.14.2. Mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneklerinde serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 g)
1	**Asparagin**	0,875	1,050	0,675	1,050	0,625	4,275
2	**Aspartik asit**	0,020	<LOD	<LOD	<LOD	0,120	0,140
3	**Serin**	0,100	0,150	0,150	0,105	0,100	0,605
4	**Glisin**	0,195	0,140	0,160	0,160	0,115	0,770
5	**Glutamin**	0,450	0,390	0,660	0,940	0,610	3,050
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,405	0,235	0,330	0,180	0,145	1,295
8	**Glutamik asit**	0,260	0,250	0,500	0,535	0,375	1,920
9	**Treonin**	0,220	0,175	0,120	0,160	0,110	0,785
10	**Alanin**	1,695	0,955	1,345	1,130	0,785	5,910
11	**Prolin**	2,200	1,115	1,990	1,765	1,270	8,340
12	**Valin**	1,745	1,170	2,130	2,425	2,205	9,675
13	**Metiyonin**	0,140	0,040	0,285	0,350	0,250	1,065
14	**Triptofan**	<LOD	<LOD	<LOD	0,105	<LOD	0,105
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,290	0,110	0,180	0,090	0,520	1,190
17	**Tyrosin**	0,010	<LOD	0,010	0,030	0,010	0,060
18	**Fenilalanin**	2,680	2,110	3,775	4,560	3,725	16,850
19	**Hidroksiprolin**	0,240	0,165	0,100	0,115	0,100	0,720
20	**Lösin-isolösin**	2,105	1,320	2,560	3,120	1,975	11,080
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**0,802**	**0,625**	**0,936**	**0,989**	**0,767**	**3,230**

Çizelge 3.2.14.3. 5 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	0,920	1,515	1,985	1,100	0,930	6,450
2	**Aspartik asit**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,110	0,110
3	**Serin**	0,290	0,285	0,300	0,240	0,200	1,315
4	**Glisin**	0,250	0,210	0,250	0,260	0,280	1,250
5	**Glutamin**	3,515	2,955	2,820	1,855	1,945	13,090
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,345	0,360	0,360	0,250	0,185	1,500
8	**Glutamik asit**	0,840	0,855	0,775	0,555	0,615	3,640
9	**Treonin**	0,240	0,240	0,270	0,200	0,245	1,195
10	**Alanin**	1,850	1,665	1,725	1,590	1,655	8,485
11	**Prolin**	2,465	2,740	3,235	2,905	2,250	13,595
12	**Valin**	1,350	1,585	1,675	2,395	2,635	9,640
13	**Metiyonin**	0,300	0,305	0,460	0,585	0,580	2,230
14	**Triptofan**	0,350	0,205	0,195	0,080	0,060	0,890
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,080	0,080	0,075	0,060	0,075	0,370
17	**Tyrosin**	1,370	0,785	0,340	0,030	0,025	2,550
18	**Fenilalanin**	3,260	3,770	4,680	6,080	6,155	23,945
19	**Hidroksiprolin**	0,340	0,235	0,255	0,170	0,210	1,210
20	**Lösin-isolösin**	2,765	2,970	3,105	4,390	4,785	18,015
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,208**	**1,221**	**1,324**	**1,338**	**1,274**	**5,213**

Çizelge 3.2.14.4. 5 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	1,205	1,105	2,225	0,515	0,670	5,720
2	**Aspartik asit**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,120	0,120
3	**Serin**	0,360	0,305	0,320	0,135	0,215	1,335
4	**Glisin**	0,280	0,235	0,235	0,150	0,270	1,170
5	**Glutamin**	3,530	2,795	3,555	1,430	1,970	13,280
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,485	0,345	0,290	0,210	0,155	1,485
8	**Glutamik asit**	0,550	0,553	0,638	0,545	0,495	2,781
9	**Treonin**	0,285	0,250	0,180	0,145	0,265	1,125
10	**Alanin**	1,840	1,720	1,810	1,090	2,020	8,480
11	**Prolin**	2,540	4,005	3,625	1,960	2,745	14,875
12	**Valin**	1,470	1,795	2,310	1,755	4,075	11,405
13	**Metiyonin**	0,270	0,305	0,530	0,340	0,720	2,165
14	**Triptofan**	0,340	<LOD	0,075	0,130	0,030	0,575
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,110	0,105	0,550	0,440	0,115	1,320
17	**Tyrosin**	0,790	0,010	0,230	0,030	0,030	1,090
18	**Fenilalanin**	3,695	3,920	6,050	3,820	8,450	25,935
19	**Hidroksiprolin**	0,270	0,145	0,200	0,125	0,270	1,010
20	**Lösin-isolösin**	3,110	3,520	4,240	2,720	6,700	20,290
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,243**	**1,320**	**1,592**	**0,914**	**1,629**	**5,436**

Çizelge 3.2.14.5. 10 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	0,765	1,255	0,750	1,220	0,510	4,500
2	**Aspartik asit**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,050	0,050
3	**Serin**	0,315	0,275	0,140	0,160	0,165	1,055
4	**Glisin**	0,250	0,260	0,180	0,160	0,165	1,015
5	**Glutamin**	3,320	3,080	2,800	1,470	1,160	11,830
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,445	0,480	0,345	0,210	0,155	1,635
8	**Glutamik asit**	0,695	0,704	0,706	0,550	0,555	3,210
9	**Treonin**	0,235	0,245	0,190	0,135	0,185	0,990
10	**Alanin**	1,560	1,895	1,650	0,990	0,895	6,990
11	**Prolin**	2,490	4,050	2,970	1,810	1,310	12,630
12	**Valin**	1,595	2,095	1,670	1,170	1,385	7,915
13	**Metiyonin**	0,280	0,200	0,365	0,215	0,095	1,155
14	**Triptofan**	0,155	0,050	0,120	0,080	<LOD	0,405
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,160	0,160	0,105	0,340	0,415	1,180
17	**Tyrosin**	0,510	0,020	0,330	0,145	0,010	1,015
18	**Fenilalanin**	2,895	4,925	4,935	3,415	3,525	19,695
19	**Hidroksiprolin**	0,230	0,320	0,230	0,145	0,190	1,115
20	**Lösin-isolösin**	2,520	4,450	3,810	2,615	2,845	16,240
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,084**	**1,439**	**1,253**	**0,872**	**0,801**	**4,410**

Çizelge 3.2.14.6. 10 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	0,935	1,510	1,185	0,925	0,905	5,460
2	**Aspartik asit**	<LOD	0,020	<LOD	<LOD	0,125	0,145
3	**Serin**	0,470	0,465	0,405	0,205	0,195	1,740
4	**Glisin**	0,310	0,300	0,330	0,190	0,220	1,350
5	**Glutamin**	4,035	4,005	3,925	1,700	1,360	15,025
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,980	0,540	0,535	0,200	0,210	2,465
8	**Glutamik asit**	0,623	0,628	0,672	0,548	0,525	2,996
9	**Treonin**	0,360	0,150	0,130	0,200	0,230	1,070
10	**Alanin**	2,400	2,410	2,275	1,675	1,295	10,055
11	**Prolin**	4,265	4,395	4,790	1,880	2,065	17,395
12	**Valin**	2,350	2,495	2,310	2,035	2,375	11,565
13	**Metiyonin**	0,480	0,560	0,730	0,440	0,620	2,830
14	**Triptofan**	0,080	0,020	0,105	0,090	0,020	0,315
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,170	0,545	0,120	0,365	0,065	1,265
17	**Tyrosin**	0,200	0,200	0,440	0,025	0,015	0,880
18	**Fenilalanin**	4,745	5,790	6,005	3,955	4,270	24,765
19	**Hidroksiprolin**	0,235	0,210	0,145	0,135	0,185	0,910
20	**Lösin-isolösin**	4,110	4,540	5,420	3,015	3,330	20,415
21	**Histidin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,573**	**1,599**	**1,737**	**1,034**	**1,001**	**5,745**

Çizelge 3.2.14.7. 20 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 g)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	1,460	1,345	1,160	0,690	0,585	5,240
2	**Aspartik asit**	<LOD	0,050	0,080	<LOD	<LOD	0,130
3	**Serin**	0,465	0,265	0,340	0,220	0,200	1,490
4	**Glisin**	0,305	0,220	0,300	0,245	0,250	1,320
5	**Glutamin**	4,690	3,195	3,270	2,265	1,890	15,310
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,650	0,335	0,395	0,350	0,160	1,890
8	**Glutamik asit**	0,659	0,666	0,689	0,549	0,540	3,103
9	**Treonin**	0,270	0,220	0,270	0,200	0,190	1,150
10	**Alanin**	2,225	1,825	1,795	1,480	1,270	8,595
11	**Prolin**	1,840	2,365	3,765	3,090	2,070	13,130
12	**Valin**	2,240	1,450	1,790	2,200	1,610	9,290
13	**Metiyonin**	0,400	0,260	0,400	0,345	0,370	1,775
14	**Triptofan**	<LOD	0,165	0,105	0,080	0,100	0,450
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,210	0,505	0,505	0,085	0,650	1,955
17	**Tyrosin**	0,040	0,685	0,425	0,090	0,190	1,430
18	**Fenilalanin**	5,680	4,335	5,550	5,705	4,650	25,920
19	**Hidroksiprolin**	0,335	0,145	0,215	0,215	0,180	1,090
20	**Lösin-isolösin**	4,925	3,965	4,135	4,520	3,885	21,430
21	**Histdin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,650**	**1,222**	**1,399**	**1,313**	**1,105**	**5,461**

Çizelge 3.2.14.8. 20 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi kullanılarak yapılan peynir örneklerinde tespit edilen serbest amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi (mg/100 gr)

No	Amino Asitler	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Toplam S.A.A Miktarı(mg/100 gr)
1	**Asparagin**	0,875	1,050	0,675	1,050	0,625	4,275
2	**Aspartik asit**	<LOD	0,100	<LOD	<LOD	0,120	0,220
3	**Serin**	0,340	0,300	0,305	0,185	0,200	1,330
4	**Glisin**	0,265	0,315	0,255	0,175	0,185	1,195
5	**Glutamin**	3,335	3,625	2,790	1,895	1,840	13,485
6	**Lysin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
7	**Sistein**	0,470	0,520	0,390	0,280	0,245	1,905
8	**Glutamik asit**	0,641	0,647	0,680	0,548	0,533	3,049
9	**Treonin**	0,235	0,325	0,245	0,210	0,215	1,230
10	**Alanin**	1,800	2,280	1,770	1,230	1,585	8,665
11	**Prolin**	2,215	2,970	3,290	2,495	2,080	13,050
12	**Valin**	1,545	2,320	1,815	1,450	2,005	9,135
13	**Metiyonin**	0,320	0,575	0,525	0,330	0,655	2,405
14	**Triptofan**	0,440	<LOD	0,155	0,070	0,070	0,735
15	**Arginin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
16	**Sistein**	0,155	0,115	0,120	0,045	0,445	0,880
17	**Tyrosin**	1,005	0,060	0,655	0,380	0,030	2,130
18	**Fenilalanin**	2,960	4,915	4,100	4,165	4,595	20,735
19	**Hidroksiprolin**	0,250	0,190	0,175	0,170	1,175	1,960
20	**Lösin-isolösin**	2,625	4,205	2,925	2,680	3,105	15,540
21	**Histdin**	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,000
Ortalama		**1,146**	**1,442**	**1,228**	**1,021**	**1,095**	**4,853**

Çizelge 3.2.14.9' da peynir örneklerinde acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin bulunabilme oranı incelendiğinde kültür ilavesi olan örneklerde kültür katılmadan yapılan kontrol grubu örneklerine oranla bu amino asitlerin oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Kültür oranı en yüksek olan örnekte bu oranın en düşük olması dikkat çekicidir. Duyusal değerlendirme sonuçlarında da 90. günde bu peynirlerde acılık kusuru belirtilmezken kontrol grubu peynirlerde az da olsa acılığın hissedildiği belirtilmektedir. Kültür seçimi ve kullanım oranı doğru yapıldığı taktirde peynirde acı tat kusurunun oluşmayacağı düşünülebilir.

Çizelge 3.2.14.9. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresine bağlı olarak acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin bulunabilme oranı (%)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	Acılık Oluşturma Potansiyeli Olan Amino Asitlerin Oranı (%)	Ort.
A	Hayvansal rennin enzimi	68,42%	
B	Mikrobiyel rennin enzimi	67,72%	68,07%
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	59,54%	
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	63,50%	61,52%
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	60,98%	
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	61,45%	61,22%
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	60,83%	
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	57,36%	59,10%

Kullanılan maya orijininin hayvansal ya da mikrobiyel olmasının acılık oluışturma potansiyeli olan amino asitlerin miktarında önemli etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.2.14.9).

Çizelge 3.2.14.10'da ise peynir örneklerinde olgunlaşma süresi sonunda ortaya çıkan amino asit miktarları ve bu amino asitler içinde acılık oluşturma potansiyeli olan valin, lösin, prolin ve fenilalanin amino asitlerinin bulunma miktarları ile her bir peynir örneğinde toplam amino asit içindeki % oranları verilmiştir. En fazla amino asit mikatarının 5 DCU/ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan örnekte

olduğu görülmektedir. Duyusal değerlendirme sonucunda genel kabul edilebilirlik anlamında en çok beğenilen peynir örneğide bu peynir olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2.14.10. Peynir örneklerinde olgunlaşma sonunda acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin bulunabilme oranı (%)

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	Toplam Amino Asit Miktarı (mg/100 gr)	Acılık Oluşturma Potansiyeli Olan Amino Asitlerin Oranı %	Ort.
A	Hayvansal rennin enzimi	28,41	74,11	72,24
B	Mikrobiyel rennin enzimi	13,04	70,36	
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	22,94	68,98	71,97
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	29,31	74,95	
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	13,61	66,54	66,70
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	18,02	66,85	
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	18,79	64,98	62,39
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	19,70	59,79	

Çizelge 3.2.14.10' da en az acılık oluşturma potansiyeli olan peynir örneğinin 20 DCU kültür/ ton- + mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen peynir örneği olduğu görülmektedir. Bu durumda kültür oranının fazla olmasının acılık oluşumu riskini azalttığı düşünülebilir, ancak doğru kültür kompozisyonunun seçilmesi geçerli olabileceği unutulmamalıdır. Burada önemli olan kültürün proteolitik aktivitesidir. Kılıç ve Eren Vapur (2003), acı tadın proteinaz enzimi aktivitesi ile ilgili olduğunu ve proteinaz-negatif kültürlerin kullanımının acı tadın önlenmesinde belki en önemli yaklaşım olacağını belirtmektedir.

Kültür kullanımı söz konusu olduğunda en fazla amino asit mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde oluşmuştur.

3.2.14.2. Peynir örneklerinde ortalama toplam amino asit miktarlarının peynir gruplarına göre değişimleri

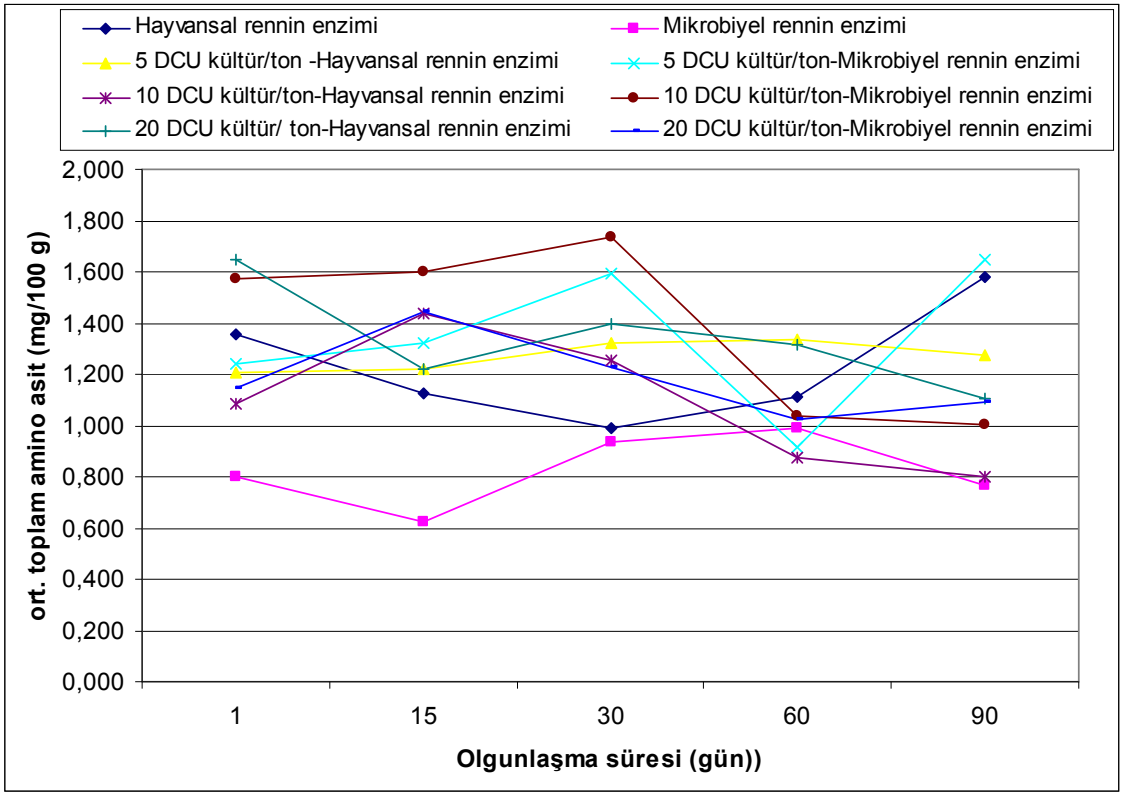
Çizelge 3.2.14.2.1'de olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerindeki toplam amino asit miktarının değişimleri incelendiğinde en fazla amino asidin 10 DCU kültür/ ton-+ mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra ise bunu 5 DCU kültür/ ton + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneği takip etmiştir.

Çizelge 3.2.14.2.1. Olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinde ortalama toplam amino asit miktarlarının peynir gruplarına göre değişimleri

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Ort.
A	Hayvansal rennin enzimi	1,355	1,128	0,99	1,109	1,578	**1,232**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	0,802	0,625	0,936	0,989	0,767	**0,824**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	1,208	1,221	1,324	1,338	1,274	**1,273**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	1,243	1,32	1,592	0,914	1,651	**1,344**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	1,084	1,439	1,253	0,872	0,801	**1,09**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	1,573	1,599	1,737	1,034	1,001	**1,389**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	1,65	1,222	1,399	1,313	1,105	**1,338**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	1,146	1,442	1,228	1,021	1,095	**1,186**
Ortalama		**1,257**	**1,25**	**1,307**	**1,074**	**1,159**	

Şekil 3.2.14' de görüldüğü gibi, en düşük serbest amino asit miktarı mikrobiyel maya kullanılarak yapılan kontrol grubu peynir örneğinde, en yüksek ise 10 DCU/ ton kültür oranı + mikrobiyel maya ile yapılan peynir örneğinde bulunmuştur. Olgunlaşma sonunda ise 5 DCU/ ton kültür oranı ile yapılan peynir örneklerinde toplam amino asit miktarının diğer örneklerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 60. gününde bütün

peynir örneklerinde toplam amino asit miktarlarında azalma olduğu, ancak 90.günde bir artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.2.14. Olgunlaşma periyodu boyunca peynir örneklerinin ortalama toplam amino asit miktarlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.14.3. Peynir örneklerinde serbest amino asitlerin oransal sırası

Çizelge 3.2.14.3 incelendiğinde C, D, E, F grubu peynir örneklerinde en çok ortaya çıkan amino asitler sıra ile fenilalaninin (PHe), lösin-İsolösin (Lös-Iso), valin (Val), prolin (Pro) amino asitleri'dir.

Yapılan duyusal değerlendirmelerde, de kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynir örnekleri ile 20 DCU/ton kültür oranı dışında 5 DCU/ ton kültür oranı (C, D) ve 10 DCU/ton kültür oranı (E, F) ile yapılan peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlilik puanlarının yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu anlamda peynirin duyusal niteliklerinin belirlenmesinde bu dört amino asidin önemli etkilerinin olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3.2.14.3.1. Peynir örneklerinde belirlenen serbest amino asitlerin oransal sıralanışı

KOD	PEYNİR ÇEŞİDİ	1.sıra	2.sıra	3.sıra	4.sıra	5.sıra	6.sıra
A	Hayvansal rennin enzimi	Lösin-isolösin	Fenilalanin	Valin	Prolin	Alanin	Glutamik asit
B	Mikrobiyel rennin enzimi	Fenilalanin	Valin	Lösin-isolösin	Prolin	Alanin	Asparagin
C	5 DCU kültür/ ton - Hayvansal rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Valin	Prolin	Glutamin	Asparagin
D	5 DCU kültür/ ton- Mikrobiyel rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Valin	Prolin	Alanin	Glutamin
E	10 DCU kültür/ ton - Hayvansal rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Valin	Prolin	Alanin	Glutamik asit
F	10 DCU kültür/ ton- Mikrobiyel rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Valin	Prolin	Glutamin	Alanin
G	20 DCU kültür/ ton - Hayvansal rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Prolin	Glutamin	Valin	Alanin
H	20 DCU kültür/ ton- Mikrobiyel rennin enzimi	Fenilalanin	Lösin-isolösin	Prolin	Valin	Alanin	Hidroksiprolin

Henüz olgunlaşmamış peynirlerde telemede PHe, Val, His, Ala, Pro, Lys amino asitleri bulunurken, 4 ay olgunlaşan peynirlerde daha çok Glu, Leu, PHe, Val ve az da olsa Asp, Tyr, Gly amino asitlerin olduğu belirtilmektedir (Polo ve ark. 1985).

Kaymaz (1982), Beyaz peynir olgunlaşması boyunca peynir örneklerinde sadece 5 amino asit (Leu, PHe, Arg, Iso-Leu, Met) tespit etmiştir ve amino asitlerin oluşumunda olgunlaşma süresi ile uygun kültür kullanımının önemli bir kriter olduğunu belirtmiştir.

Hayaloğlu ve ark. (2004a), farklı *Lactococcus* suşları ile (UC317, NCDO763, HP veya SK11) üretikleri Beyaz peynir örneklerinde, NCDO743 kültürü ile yapılan peynirlerde Leu, Glu, PHe, Val ve Lys serbest amino asit konsantrasyonunu yüksek olarak tespit etmişlerdir.

Üçüncü (1981), inek ve koyun sütleri ile kültür ilaveli olarak ürettiği Beyaz peynirlerde serbest amino asit profillerini incelemiştir. Olgunlaşmanın tüm aşamasında Leu, Glu asit ve Val amino asitlerinde artış belirlerken, ortamda ikinci derecede dominant olan serbest amino asitlerin ise Ser, Phe, Iso-Leu ve Ala amino asitleri olduğunu bildirmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada ise Feta peynirinde Lys, Leu, Val ve Phe önemli amino asitler olarak bulunmuştur (Alichanidis ve ark. 1984). Ancak aynı amino asitler İran Beyaz peynirinde 50 günlük olgunlaşmadan sonra ortaya çıkmış olup Lys, Arg ve Glu asit olgunlaşmanın sonlarına doğru artış göstermiştir. Caric (1987), bu durumun serbest amino asit katabolizmasındaki farklılıktan veya amino asitlerin salamuraya olan difizyonundan kaynaklanabileceğini bildirmektedir.

Amino asitler bakteri gelişimi için gereklidir. Özellikle laktik asit bakterilerinin (LAB) gelişimi üzerinde Glu, Val, Met, Leu, İso-Leu ve His amino asitlerinin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Stuart ve ark. (1999), Cheddar peyniri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, LAB'nin canlılığınını devam ettirdiği bir noktada ancak bütün amino asitlerin bulunabileceğini bildirmiş ve 6 ay olgunlaştırılan peynirde sırası ile en çok Glu, Leuc, PHe, Asp, Lys, Arg, Val ve Tyr asitlerinin olduğunu ifade etmiştir.

3.2.15. Beyaz Peynir Salamuralarının Kimyasal Analiz Sonuçları

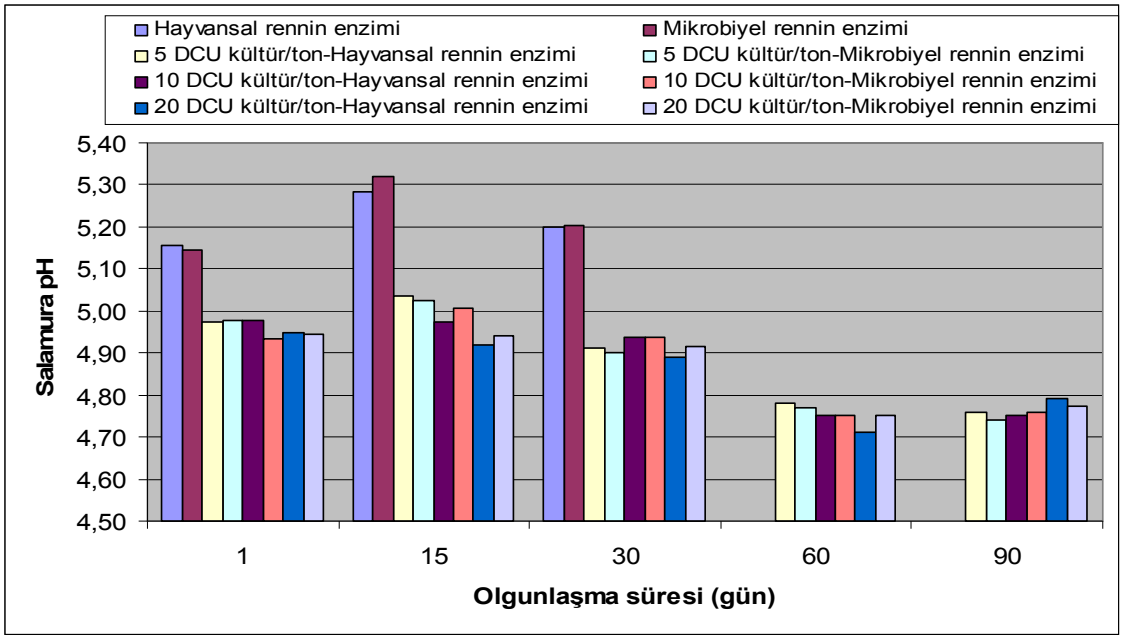
3.2.15.1. Dolum Salamurası Asitlik (pH)

Çizelge 3.2.15.1'de olgunlaşma süresince peynir örneklerine ait salamuradaki pH değerleri belirtilmiştir. Kontrol grubu peynir örnekleri hariç diğer peynir örneklerinin salamuralarındaki pH değerlerinin biribirine yakın olduğu görülmektedir. Hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynirlerde ise, olgunlaşma periyodunun 60. ve 90. gününde, peynir salamuranın tamamını bünyesine aldığı için analiz edilecek salamuranın olmadığı belirlenmiştir. Bu kurumadde değerindeki azalmaya bağlı olarak erimiş ve krem peynir kıvamına gelmiştir. Bu olay kültür ilavesi olmadığı ve buna paralel olarak da istenilen asitlik gelişimi olmadığından dolayı bu peynirlerin yapısına aldıkları salamurayı olgunlaşma sürecinin belli bir noktasından sonra tekrar geri dışarı vermemesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.2.15.1. Salamura pH değerleri

	PEYNİR ÇEŞİDİ	1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	Ort.
A	Hayvansal rennin enzimi	5,16	5,29	5,20	-	-	**5,21**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	5,15	5,32	5,20	-	-	**5,22**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,98	5,04	4,91	4,78	4,76	**4,89**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	4,98	5,03	4,90	4,77	4,74	**4,88**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,98	4,98	4,94	4,75	4,75	**4,88**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	4,94	5,01	4,94	4,75	4,76	**4,88**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,95	4,92	4,89	4,71	4,79	**4,85**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	4,95	4,94	4,92	4,75	4,78	**4,87**
Ortalama		**5,01**	**5,06**	**4,99**	**4,75**	**4,76**	

Şekil 3.2.15.1de görüldüğü üzere olgunlaşmanın 60. gününde peynir örneklerinde salamura pH değerinde belirgin bir azalma olmuş ve bu 90. gününde hemen hemen aynı kalmıştır. Üretilen peynirde kontrol grupları hariç 60. günde peynir ile salamura arasındaki dengenin kurulduğu düşünülmektedir.



Şekil.3.2.15.1. Olgunlaşma süresi boyunca salamura pH değerlerindeki değişim

Çizelge 3.2.15.2' de peynir salamurası pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan kültür oranı ve olgunlaşma süresinin peynirin salamura pH değeri üzerine etkili olduğu bulunmuştur ($p<0,01$) Maya orijini ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon $p<0,05$ düzeyinde önemli iken kullanılan maya orijininin pH üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çizelge 3.2.15.2. Beyaz peynir salamurası pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	2,31	0
Kültür Oranı	3	0,431	84,353 **
Süre	4	0,214	41,798 **
Maya Orijini x Kültür Oranı	4	0,001	0,288
Maya Orijini x Süre	10	0,011	2,055 *
Süre x Kültür Oranı	3	0,002	0,367
Süre x Maya Oriijini x Kültür Oranı	10	0,001	0,188

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.15.3.Beyaz peynir salamurası pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	62	4,931[a]	
	Mikrobiyel rennin enzimi	62	4,930[a]	± 0,01
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	24	5,217 [a]	± 0,015
	5 DCU kültür/ton	36	4,916 [a]	± 0,014
	10 DCU kültür/ton	34	4,900 [b]	± 0,013
	20 DCU kültür/ton	30	4,873 [c]	± 0,012
Süre	1.gün	32	5,007 [ab]	± 0,013
	15.gün	32	5,063 [a]	± 0,013
	30.gün	30	4,988 [b]	± 0,013
	60.gün	12	4,751 [c]	± 0,021
	90.gün	18	4,767 [c]	± 0,018

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Çizelge 3.2.15.3' de verilen peynir dolum salamurası pH değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde kültür oranları 5 ve 20 DCU/ton olan peynirlerin farklı gruplarda yer aldığı kontrol grubu peynirler ile 5 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerin aynı grupta yer aldığı görülmektedir ve 1., 15. ve 30. günler olgunlaşma süresinin pH üzerine etkisi önemli olup ayrı gruplarda değerlendirilmiştir. Bununla birlikte 90. gün aynı grup içinde yer almıştır. Kullanılan maya orijini ise önemsiz olup aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

3.2.15.2. Salamura Titrasyon Asitliği (SH)

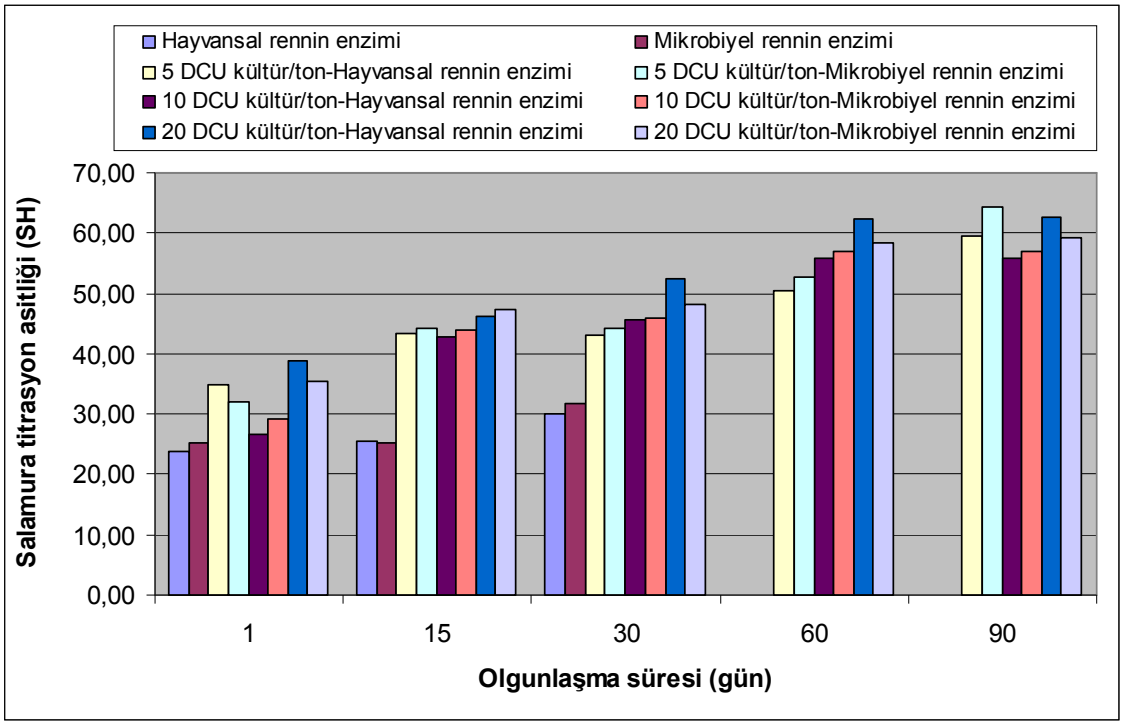
Çizelge 3.2.15.4'te peynir örneklerine ait salamura SH değerleri olgunlaşma süresince incelenmiş olup ortalama olarak kontrol grubu peynir örnekleri ve 20 DCU/ ton kültür oranı ile yapılan peynir örnekleri hariç diğer peynir örneklerinin SH değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 3..2.15.4. Salamura titrasyon asitliği (SH) değerleri

	PEYNİR ÇEŞİDİ	**1.gün**	**15.gün**	**30.gün**	**60.gün**	**90.gün**	**Ort.**
A	Hayvansal rennin enzimi	23,89	25,41	30,00	-	-	**26,43**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	25,19	25,30	31,62	-	-	**27,37**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	34,74	43,46	42,96	50,40	59,56	**46,22**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	31,97	44,12	44,30	52,62	64,47	**47,50**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	26,58	42,67	45,56	55,95	55,95	**45,34**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	29,26	43,92	45,80	57,10	57,10	**46,64**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	38,81	46,14	52,52	62,45	62,55	**52,49**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	35,41	47,20	48,14	58,40	59,33	**49,70**
Ortalama		**30,73**	**39,78**	**42,61**	**56,15**	**59,83**	

Hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynirlerde olgunlaşma periyodunun 60. ve 90. gününde peynir içinde bulunduğu salamurayı tamamen bünyesine aldığı için salamurada SH değerleri belirlenmemiştir. Kontrol grubu peynir örneklerinde ilk günden itibaren asitlik değerlerinin (SH) değişmediği

diğer kültürlü yapılan peynir gruplarına göre fazla değişmediği tespit edilmiştir. Kültürlü peynirlerin salamuraları üretimden sonraki olgunlaşma periyodunda asitlikleri belirgin bir şekilde artış gösterirken kültürsüz peynir salamura değerleri bu artışı göstermediği Çizelge 3.2.15.4'de görülmektedir. Hayvansal rennin enzimi ile kültürsüz üretilen peynir salamurası SH'sı 23,89'dan 30,00'a çıkarken mikrobiyel rennin enzimi ile kültürsüz üretilen peynirlerin salamurası 25,19'dan 31,62'ye çıkmıştır. Bu da salamuranın peynir yapısında kalması ve artan tuz miktarına bağlı olarak peynirde asitlik gelişiminin hemen hemen hiç olmamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil.3.2.15.2.Olgunlaşma süresi boyunca salamura titrasyon asitliği (SH) değerlerindeki değişim

Çizelge 3.2.15.5 peynir salamurası SH değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde, peynirde kültür kullanım oranı ve olgunlaşma süresinin salamura SH değeri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Kullanılan maya orijininin ise istatistiksel olarak pH üzerine etkisinin $p>0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu bulunmuştur. Varyasyon kaynaklarının kendi içindeki interaksiyonları önemsizdir ($p>0,05$). Şekil.3.2.15.2'de olgunlaşma süresi boyunca salamura titrasyon asitliği (SH)

değerlerindeki değişimler görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi olgunlaşma süresine bağlı olarak salamura asitliklerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 3.2.15.5. Beyaz peynir salamurası titrasyon asitliği (SH) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	8,871	0,171
Kültür Dozaj Oranı	3	1935,50	37,399 **
Süre	4	862,629	16,668 **
Süre x Maya Orijini	4	10,423	0,201
Süre x Kültür Oranı	10	19,944	0,385
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	49,697	0,960
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	10	26,332	0,509

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.15.6. Beyaz peynir salamurası titrasyon asitliği (SH) değerlerine ait LSD testi sonuçları

		n	**Ortalama**	**Standart Hata**
Maya Orjini	Hayvansal rennin enzimi	62	46,72 [a]	± 0,958
	Mikrobiyel rennin enzimi	62	47,288 [a]	± 0,958
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	24	28,268 [c]	± 1,468
	5 DCU kültürton	30	47,823 [b]	± 1,393
	10 DCU kültür/ton	34	47,787 [b]	± 1,297
	20 DCU kültür/ton	36	52,363 [a]	± 1,246
Süre	1.gün	32	40,753 [b]	± 1,272
	15.gün	32	40,222 [b]	± 1,272
	30.gün	30	42,610 [b]	± 1,349
	60.gün	12	56,161 [a]	± 2,077
	90.gün	18	59,960 [a]	± 1,798

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir

Çizelge 3.2.15.6'da peynir salamurası titrasyon asitliği SH değerlerine ait LSD testi sonuçları verilmiş olup maya orijininin farklı olmasının salamura SH değerlerini etkilemedi. Kontrol grubu peynir salamuralarının ve 20 DCU/ton kültür oranı ile

yapılan peynir salamuralarının SH değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı belirlenirken, 5 ve 10 DCU/ton peynir salamuralarının arasında fark olmadığı ve aynı grupta yer aldığı bulunmuştur. 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirin salamurasının farklılık göstermesi, asitlik üzerinde kullanılan kültür ve buna bağlı oluşan laktik asit miktarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

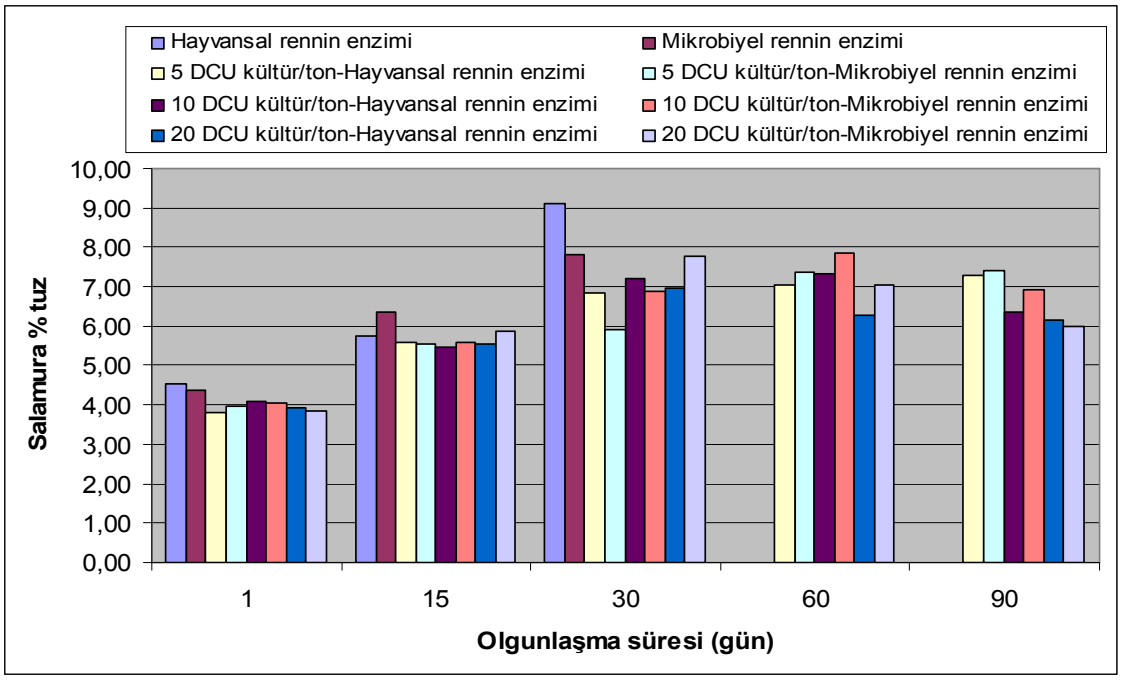
3.2.15.3. Salamura % Tuz Oranı

Çizelge 3.2.15.7 ve Şekil 3.2.3 incelendiğinde salamura tuz oranlarının olgunlaşma periyodunun 60. gününe kadar arttığı 90. günde azaldığı görülmektedir. Buradan salamuradan peynire su ile birlikte tuz girişinin olduğu (peynirlerin tuz oranlarının da olgunlaşma süresine bağlı olarak arttığı görülmüştür) ve birim hacimde salamuradaki tuz konsantrasyonun arttığı düşünülebilir. Şekilde kültürsüz üretilen peynir salamura % tuz değerleri incelendiğinde ilk 30 günden en yüksek değerde olduğu görülmektedir.

Kültür kullanılmadan hayvansal rennin ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde 60. ve 90. günlerde peynirlerde salamura kalmamıştır. Bu durum kültür katılmayan peynirlerde asitlik gelişiminin olmaması, peynir ile salamura arasındaki difüzyon olayının istenilen şekilde gerçekleşmemiş ve peynirler krem peynir kıvamına gelip yapısal özelliklerini kaybetmiştir.

Çizelge 3.2.15.7. Salamura % tuz oranları

	PEYNİR ÇEŞİDİ	**1.gün**	**15.gün**	**30.gün**	**60.gün**	**90.gün**	**Ort.**
A	Hayvansal rennin enzimi	4,55	5,74	9,13	-	-	**6,47**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	4,38	6,37	7,81	-	-	**6,19**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,81	5,60	6,83	7,05	7,28	**6,11**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	3,96	5,56	5,90	7,35	7,40	**6,03**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	4,08	5,48	7,21	7,31	6,37	**6,09**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	4,04	5,59	6,89	7,84	6,92	**6,25**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,91	5,53	6,96	6,27	6,14	**5,76**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyal rennin enzimi	3,86	5,87	7,76	7,05	6,00	**6,11**
Ortalama		**4,07**	**5,72**	**7,31**	**7,14**	**6,68**	



Şekil.3.2.15.3. Olgunlaşma süresi boyunca salamura % tuz oranlarındaki değişim

Çizelge 3.2.15.8'de peynir dolum salamurası % tuz oranlarına ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde maya orijinin peynir salamura % tuz oranı üzerine bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) fakat kültür kullanım oranı ve olgunlaşma süresinin istatistiksel olarak $p< 0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2.15.8. Beyaz peynir salamurası % tuz oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,136	0,234
Kültür Oranı	3	3,535	6,089 **
Süre	4	49,106	84,578 **
Süre x Maya Orijini	4	0,934	1,609
Süre x Kültür Oranı	10	1,052	1,812
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,478	0,824
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	10	0,219	0,378

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.2.15.9'da Beyaz peynir salamurası %tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları İncelendiğinde kültür kullanım oranlarını ve olgunlaşma süresinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir fakat peynirler aynı grup içinde değerlendirilmemiştir.

Çizelge 3.2.15.9. Beyaz peynir salamurası %tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	62	6,121 [a]	± 0,099
	Mikrobiyel rennin enzimi	62	6,026 [a]	± 0,102
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	24	6,234 [a]	± 0,156
	5 DCU kültür/ton	30	5,749 [a]	± 0,148
	10 DCU kültür/ton	36	5,982 [a]	± 0,132
	20 DCU kültür/ton	36	5,853 [a]	± 0,132
Süre	1.gün	32	4,063 [a]	± 0,135
	15.gün	32	5,717 [a]	± 0,135
	30.gün	30	7,335 [a]	± 0,143
	60.gün	12	7,148 [a]	± 0,220
	90.gün	20	6,469 [a]	± 0,180

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.2.16. Tekneye Alınan Sütlerde Maya İlavesinden Sonra Pıhtı Kırım Olgunluğuna Gelen Telemede Kırım Öncesi Viskozite (cp) Değerleri

Pıhtılaşma olayı pıhtılaşma zamanı, pıhtı oluşum oranı ya da pıhtının kümeleşme oranı, pıhtının yapısı veya sıkılığı ve peynir randımanı ile karakterize edilerek tanımlanmaktadır ve peynir üretiminde çok önemli üretim parametrelerdir (Üstünol ve Brown 1985, Cavani ve ark. 1991, Clark ve Sherbon 2000).

Çizelge 3.2.16.1. Farklı Kültür Oranlarında Sadece Hayvansal Maya ile Üretilen Beyaz Peynir Örneklerine Ait Tekne Telemelerinin Kırım Zamanında Belirlenen Viskozite Değerleri

Kültür Dozaj Oranları	1. TEKERRÜR				2. TEKERRÜR				ORTALAMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
KONTROL - A	8520	8643	8448	8544	8240	8170	8390	8410	**8421**
5 DCU - C	8471	8554	8475	8402	8350	8610	8463	8340	**8458**
10 DCU - E	8248	8465	8200	8397	8690	8640	8560	8820	**8503**
20 DCU - G	8124	8263	8241	8094	8320	8540	8560	8590	**8342**
								ORT.	**8431**

Çizelge 3.2.16.2. Farklı Kültür Oranlarında Sadece Mikrobiyel Maya ile Üretilen Beyaz Peynir Örneklerine Ait Tekne Telemelerinin Kırım Zamanında Belirlenen Viskozite Değerleri

Kültür Dozaj Oranları	1. TEKERRÜR				2. TEKERRÜR				ORTALAMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
KONTROL - B	8840	8680	8541	8460	8310	8250	8350	8200	**8454**
5 DCU - D	8580	8593	8685	8530	8060	8040	8360	8420	**8408**
10 DCU - F	8392	8395	8365	8492	8470	8750	8778	8390	**8504**
20 DCU - H	8398	8424	8510	8502	8340	8410	8600	8560	**8468**
								ORT.	**8459**

Peynir örneklerine ait viskozite değerleri tekne sütlerine maya ilavesinden sonra (hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi ilavesi) oluşan pıhtının kesim olgunluğuna geldiği anda dört farklı noktadan ölçüm alınarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 3.2.16.1 ve Çizelge 3.2.16.2'de verilmektedir.

Çizelgelerden görüldüğü gibi peynir üretiminde kullanılan maya orijininin mikrobiyel veya hayvansal olması ya da kültür oranı üretimde telemenin viskozitesinde bir farklılık yaratmamıştır.

Esteves ve ark. (2003)'nın yaptığı bir çalışmada pH 6,0, 6,3 ve 6,7' de rekonstitüe yağsız sütte bitkisel ve hayvansal pıhtılaştırıcı enzimler kullanılarak oluşan pıhtı ve peynir yapısı incelenmiş ve düşük pH derecesinde pıhtının ve duyusal olarak da peynir yapısının daha sıkı olduğu görülmüştür. pH 6,0 ve 6,3'de bitkisel pıhtılaştırıcıların pıhtı özellikleri incelendiğinde viskozite 74-82 Pa olarak saptanırken kimosin ile pıhtılaştırılan sütte viskozite 100 Pa olarak belirlenmiştir.

3.3. Korelasyon Katsayıları Açısından Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3.3.1. Beyaz Peynir Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi

Çizelge 3.3.1'de analiz sonuçlarına ait belirlenen korelasyon katsayıları incelendiğinde istatistiksel olarak kullanılan maya orijininin farklı olmasından peynirin kurumaddede % yağ oranının değiştiği saptanmıştır. Kullanılan kültür oranlarının peynirin asitlik değerleri ölçüsü olan SH ve pH, % tuz ve kurumaddede % tuz ile suda çözünen azot içeri etkili olduğu gözlenmiştir.

Olgunlaşma süresine bağlı olarak bulunan korelasyon katsayıları % kurumadde, % yağ, % tuz, kurumaddede % tuz, toplam azot, suda eriyen azot, TCA'da çözünen azot, Schilowitsch yöntemi ile olgunlaşma derecesinde, formol titrasyon değerinde yüksek olarak bulunmuştur. Olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirde % yağ, toplam azot ve % kurumadde değerleri (-) yönde bir korelasyon gösterirken, % tuz, kurumaddede % tuz, suda eriyen azot, TCA' da eriyen azot, formol titrasyon değeri, olgunlaşma derecesi olan Schilowitsch yönteminin (+) yönde korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak kültür oranı ile kurumadde, kurumadde de % tuz ve suda eriyen azot arasında bulunan korelasyon $p<0,05$ düzeyinde önemli olarak bulunurken; kurumaddede %yağ, SH ile pH değerleri önemli olarak belirlenmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 3.3.1. Beyaz peynir örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısı değişimleri

No	Kimyasal Analiz	Maya Orjini	Kültür Oranı	Olgunlaşma Süresi
1	% Kurumadde	0,042	0,166 *	- 0,660 **
2	% Yağ	-0,440	0,0290	-0,609 **
3	% Tuz	-0,021	-0,060	0,551 **
4	Kurumaddede % Tuz	-0,050	-0,171 *	0,691 **
5	Kurumaddede % Yağ	-0,157 *	-0,214 **	0,105
6	Titrasyon asitliği (SH)	0,027	0,474 **	0,073
7	pH (İç)	-0,087	0,614 **	-0,068
8	pH (Dış)	-0,060	0,613 **	-0,120
9	Toplam Azot	0,070	-0,081	-0,805 **
10	Suda Eriyen Azot	-0,145	-0,16 *	0,822 **
11	TCA'da Çözünen Azot	0,017	0,061	0,837 **
12	Formol Titrasyon Değeri	0,085	-0,152	0,854 **
13	Olgunlaşma Derecesi (Schılıwısch Yöntemi)	-0,049	0,014	0,824 **

* : Korelasyon P= 0,05 düzeyinde önemli

** : Korelasyon P= 0,01düzeyinde önemli

3.3.2. Serbest Amino Asitler Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi

Çizelge 3.3.2'de peynir örneklerine ait bulunan serbest amino asitlerin her birinin kullanılan maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak değişimleri korelasyon katsayıları göz önüne alınarak incelenmiştir. Korelasyon katsayıları önem seviyelerine göre verilmiştir.

Çizelge 3.3.2. Beyaz peynir örneklerine ait serbest amino asitlerin maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısı değişimleri.

	Amino Asit	Maya Orijini	Kültür Oranı	Olgunlaşma Süresi
1	**Alanin**	0,04	0,111	-0,17
2	**Arginin**	a	a	a
3	**Aspargin**	-0,67	0,211	-0,12
4	**Aspartik asit**	0,121	-0,187	0,541 *
5	**Fenilalanin**	-0,59	0,135	0,209
6	**Glisin**	-0,57	0,08	-0,209
7	**Glutamik asit**	-0,124	0,393 **	-0,109
8	**Glutamin**	0,0,18	0,165	-0,404 **
9	**Hidroksiprolin**	-0,189	0,203	-0,265 *
10	**Histidin**	a	a	a
11	**Lisin**	a	a	a
12	**Lösin**	-0,147	0,068	0,146
13	**Metionin**	0,187	0,230 *	0,217
14	**Prolin**	0,018	0,151	-0,216
15	**Serin**	0,011	0,203	-0,363 **
16	**Sistеın**	0,051	0,049	-0,473 **
17	**Sistin**	0,006	-0,034	0,124
18	**Tyrozin**	-0,023	0,137	-0,393 **
19	**Treonin**	-0,003	0,171	0,111
20	**Triptofan**	-0,5	0,122	-0,454 **
21	**Valin**	0,07	-0,008	0,203

* : Korelasyon P= 0,05 düzeyinde önemli
** : Korelasyon P= 0,01düzeyinde önemli
a : Sonuçlar LOD ve / veya <LOD çıktığı için değişkenler sabit olup hesaplama yapılamamıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi, maya orijninin serbest amino asit oluşumu üzerine etkisinin olmadığı ve kültür oranı ile peynir olgunlaşma süresinin bazı amino asitler üzerinde bir artış veya azalış yönünde korelasyon gösterdiği görülmektedir. Buna göre kültür oranı arttıkça glutamik asit ve metyonin miktarı da artmaktadır (Çizelge 3.3.2).

Olgunlaşma süresine bağlı olarak korelasyona bakıldığında ise, aspartik asit miktarının arttığı fakat glutamin, hidroksiprolin, serin, sistein, tirosin, triptofan amino asitlerinin miktarının azaldığı ve bu anlamda da (-) bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir.

3.3.3. Beyaz Peynir Ambalajı İçindeki Salamura Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları Üzerine Maya, Kültür ve Olgunlaşma Süresinin Etkisi

Çizelge 3.3.3'de peynir salamura örneklerinde bulunan pH, SH, % tuz oranları ile kullanılan maya orijini, kültür oranları ve olgunlaşma süresine bağlı bir korelasyonun olup olmadığı ve önem düzeyleri verilmektedir. Burada pH, kültür oranı ve olgunlaşma süresi arasında (-) yönde bir korelasyon, SH ise (+) yönde bir korelasyon göstermektedir. Peynir salamura örneklerinde bulunan % tuz oranı ise sadece olgunlaşma süresine bağlı olarak (+) yönde bir korelasyon göstermektedir.

Çizelge 3.3.3. Beyaz peynir salamura örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının maya orijini, kültür oranı ve olgunlaşma süresine bağlı olarak göstermiş olduğu korelasyon katsayısı değişimleri

No	Yapılan Analiz	Maya Orjini	Kültür Oranı	Olgunlaşma Süresi
1	pH	-0,013	- 0,488**	- 0,567 **
2	Titrasyon Asitliği (SH)	0,025	0,408 **	0,555 **
3	% Tuz	-0,035	-0,086	0,639 **

** : Korelasyon P= 0,01düzeyinde önemli

3.4. Duyusal Özellikler

Duyusal değerlendirme gıdaların çeşitli karakteristik özelliklerine karşı görme, koklama, tat, dokunma veya işitme duyularının tepkilerini içine alan bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Uysal ve ark. 2004). İyi kalitede bir süt ürünü üretmek ürünün görünüş, tat ve yapısını iyi kontrol etmek ve bu da ürünün molekül yapısını bilmekten geçmektedir (Foegeding ve ark. 2003).

Yapılan araştırmada peynirin duyusal özelliklerinin belirlenmesinde yapı ve görünüş, tekstür, tat, tuzluluk derecesi, koku, renk, aroma yoğunluğu 90 günlük olgunlaşma süresince değerlendirilmiştir.

3.4.1. Yapı ve Görünüş

Peynirlerin olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen yapı ve görünüş değerleri Çizelge 3.4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, genel bir değerlendirme yapıldığında, kültür oranı azaldıkça peynirlerin yumuşama eğilimi gösterdikleri görülmektedir. Özellikle kontrol grubunda 15. günden sonra alınan puan <1,72' nin de altına düşmüş ve peynirlerin dış kısmından itibaren yumuşamaya başladığı ifade edilmiştir. Bu durum peynir kitlesinin yüzeye yakın yerlerinde kurumadde oranının azalması ve tuz konsantrasyonunun artmasıı ile açıklanabilir. Tuz oranı da kontrol grubu peynirlerde en yüksek olarak belirlenmiştir.

Olgunlaşma dönemi boyunca kültür oranı 10 ve 20 DCU/ton kültür ilavesi yapılan peynirlerin yapı ve görünüşleri normal seyrederken, mikrobiyel ve hayvansal mayanın kullanımı açısından belirgin bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Bu kültür sertleşmeye başladığı dikkati çekmektedir. Bu peynirlerde elastikiyetin kaybolduğu, 5 DCU/ton kültür içeren örnekler ile kontrol grubunun elastik yapıyı 15 günde korudukları belirtilmiştir. 5 DCU/ton kültür içeren peynirlerin yapılarını 90 gün süreyle sabitledikleri saptanmıştır. Genel olarak kültür miktarı 5 DCU/ton olan peynirler yumuşak olarak değerlendirilmiş ancak 30. günde yapıları sertleşerek görünüşleri normal olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubu peynir örneklerinde ise 30. günde parçalı yapı, dağılma ve dış kısmında yumuşama saptanmıştır ve daha sonraki olgunlaşma dönemlerinde bu durum erime eğilimine doğru gitmiştir.

Kontrol grubu peynirler hariç, diğer kültür katılan peynirlerin olgunlaşma periyodunun 30. gününde sert ve normal arasında bir yapı gösterdiği ve sonraki dönemlerde yapı ve görünüş açısından normal oldukları ifade edilmiştir.

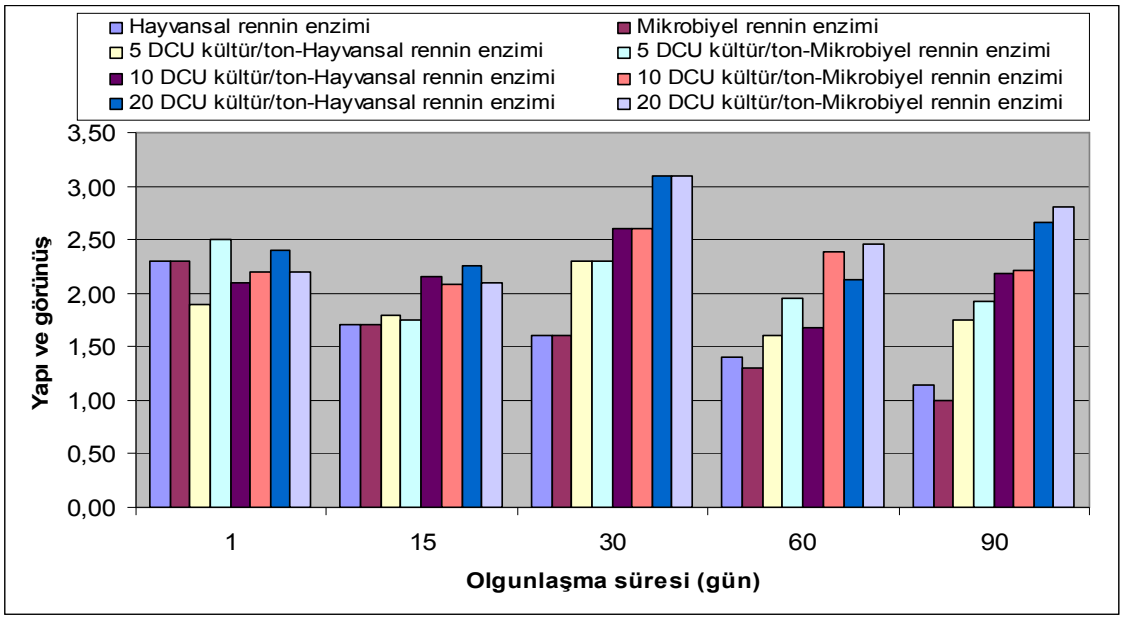
Çizelge 3.4.1. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerleri

1.Yumuşak **3.Sert**
2.Normal **4.Çok Sert**

	PEYNİR ÇEŞİDİ	**Olgunlaşma Süresi**					**Ort.**
		1.gün	**15.gün**	**30.gün**	**60.gün**	**90.gün**	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,30	1,70	1,60	1,40	1,14	**1,63**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,30	1,70	1,60	1,30	1,00	**1,58**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	1,90	1,80	2,30	1,60	1,75	**1,87**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,50	1,75	2,30	1,95	1,93	**2,09**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,10	2,15	2,60	1,68	2,18	**2,14**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,20	2,08	2,60	2,38	2,21	**2,29**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,40	2,25	3,10	2,13	2,66	**2,51**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,20	2,10	3,10	2,46	2,80	**2,53**
Ortalama		**2,24**	**1,94**	**2,40**	**1,86**	**1,96**	

Panelistlerin yapmış olduğu değerlendirmeye göre 10 ve 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler 60. güne kadar elastik yapılarını korumuştur. Bu özellikle hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlerde daha fazla hissedilmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününe kadar 5DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler elastik yapılarını korumuşlardır. Buradan kültür oranı azaldıkça peynirlerin elastik yapılarını koruma özelliğinin daha uzun olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.4.1'de görüldüğü gibi kontrol grubu hariç diğer peynirlerde 30. günde yapı ve görünüş bulguları en yüksek değere ulaşmıştır. 60. günde verilen puanlarda düşmeler başlamıştır. Yani peynir daha çok yumuşama eğilimini göstermiştir. Peynir yapısının yumuşamasında kültür ve olgunlaşma süresinin etkisi olduğu görülmüştür. Bongenrief ve Olson (1995), peynirlerde erimenin β-kazein hidrolizi ile ilgili olduğunu ve bunun üzerinde α-s1 kazein hidrolizinin etkisinin bulunmadığını vurgulamışlardır.



Şekil 3.4.1. Yapı ve görünüş değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Ayrıca peynir yapısının yumuşak ya da sert olmasında kullanılan sütte bulunan doymuş yağ asitlerinin de etkili olduğu belirtilmektedir (Fröhlic ve Bachmann 2007).

Çizelge 3.4.2'de verilen varyans analizi sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak kullanılan kültür oranının $p<0,01$ düzeyinde, olgunlaşma süresinin ise $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan maya orijininin ise $p>0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.4.2. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerlerinin varyans analizi sonuçları

	SD	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	0,140	0,601
Kültür Oranı	3	2,997	12,831 **
Süre	4	0,820	3,512 *
Maya Orijini x Kültür Oranı	3	0,070	0,316
Maya Orijini x Süre	4	0,085	0,366
Süre x Kültür Oranı	12	0,351	1,504
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,045	0,191

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.4.3'de peynir örneklerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak kullanılan maya orijinlerinin yapı ve görünüş değerleri üzerinde bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Saldamlı ve Kaytanlı (1998) yaptıkları çalışmada, fromase (mikrobiyel rennet), maxiren (rekombine rennet), rennilase (bitkisel) ve buzağı renneti kullanarak ürettikleri Beyaz peynirlerde olgunlaşmanın 1., 30., 60. ve 90. günlerinde peynirleri duyusal, fiziksel, kimyasal ve teknolojik olarak değerlendirmişlerdir. Peynirlerde duyusal özellikler açısından önemli farklılıklar bulunmadığı ve rekombinant kimozin ile üretilenlerin en az buzağı renneti kadar beğenildiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3.4.3'de ayrıca peynir örneklerinin yapı ve görünüşlerinde gruplar arasında bir farklılığın olduğu bulunmuştur. 10 ile 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler aynı grupta değerlendirilirken, 5 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler ile kontrol grupları farklı gruplarda değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4.3. Beyaz peynir örneklerine ait yapı ve görünüş değerlerinin LSD testi sonuçları

	Peynir Çeşiti	**n**	**Ortalama**	**Standart Hata**
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	40	2,040	± 0,076
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	2,124	
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	1,605 ^{c}	± 0,108
	5 DCU kültür/ton	20	1,980 ^{b}	± 0,108
	10 DCU kültür/ton	20	2,222 ^{ab}	± 0,108
	20 DCU kültür/ton	20	2,520 ^{a}	± 0,108
Süre	1.gün	16	2,237 ^{b}	± 0,121
	15.gün	16	1,940 ^{b}	± 0,121
	30.gün	16	2,400 ^{a}	± 0,121
	60.gün	16	1,868 ^{b}	± 0,121
	90.gün	16	1,962 ^{b}	± 0,121

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

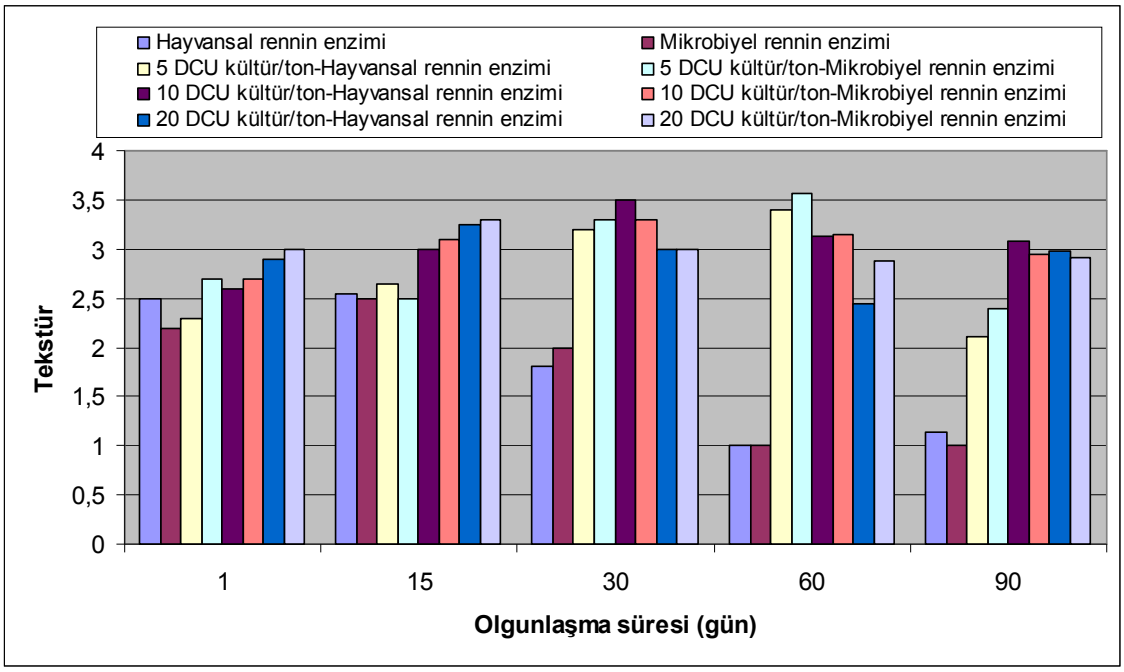
3.4.2. Tekstür

Çizelge 3.4.4'te Beyaz peynirlerde olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen tekstür değerleri verilmiştir. Olgunlaşma süresince genel ortalamalar göz önüne alındığında, peynir örneklerine ait tekstürel özellikler açısından en çok beğenilen peynirler 10 DCU/ton kültür + mikrobiyel ve hayvansal rennin enzim ile üretilen peynirler olmuş ve ortalama 3,04 ile 3,06 arasında puan alarak "iyi" olarak değerlendirilmişlerdir. 3,02 puan ile 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynir de "iyi" olarak sınıflandırılmıştır. 90 gün olgunlaşma süresini tamamlayan peynirlerde ise en iyi tekstür özelliğini 3,07 puan ile 10 DCU/ton kültür ve hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir oluşturmuştur. Daha sonra bunu 2,98 puan ile 20 DCU/ton kültür oranı ve yine hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir takip etmiştir. Kültürün tekstür üzerine olumlu etkisi kontrol grubu örneklerine bakıldığında belirgin olarak görülmektedir. Kontrol grubu peynirler çok düşük puan almış ve bu durum özellikle olgunlaşmanın 60 ve 90. günlerinde belirginleşmiştir. Bu peynirde kurumaddenin azalması, pH değerinin düşmesi ve peynirin bünyesine fazla salamura almasından kaynaklanmaktadır. Bank ve ark. (1993) ise peynirde pH'nın yüksek olmasına bağlı olarak peynir yapısında daha fazla su tutulduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3.4.4. Beyaz peynir örneklerine ait tekstür değerleri

1.Bozuk **3.İyi**
2.Orta **4.Çok iyi**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,50	2,55	1,80	1,00	1,14	**1,80**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,20	2,50	2,00	1,00	1,00	**1,74**
C	5 DCU kültür/ ton - Hayvansal rennin enzimi	2,30	2,65	3,20	3,40	2,11	**2,73**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,70	2,50	3,30	3,57	2,39	**2,89**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,60	3,00	3,50	3,13	3,07	**3,06**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	2,70	3,10	3,30	3,15	2,95	**3,04**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,90	3,25	3,00	2,45	2,98	**2,92**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,00	3,30	3,00	2,88	2,91	**3,02**
Ortalama		**2,61**	**2,85**	**2,88**	**2,57**	**2,32**	



Şekil 3.4.2. Tekstür değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Şekil 3.4.2 görüldüğü gibi kültür ilave edilmeden yapılan kontrol grubu peynirlerinde olgunlaşma periyoduna bağlı olarak tekstür bozulma eğilimi göstermiştir (<2). Kültür oranı farklı diğer peynir gruplarında ise tekstürel özellikler "iyi" (>3) olarak değerlendirilmiş, sadece 5 DCU/ton kültür içeren peynirlerde 60. günden sonra tekstürel özelliklerde azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bu durum ilave edilen kültürün peynirin yapısını ancak 60 güne kadar olumlu yönde etkilediğini ancak daha sonra kültür oranının tekstüre katkısının yetersiz olduğunu düşündürmektedir.

Peynirde nemdeki tuz içeriği peynirin enzimatik aktivitesini, protein parçalanmasını direkt olarak etkilemekte ve bundan dolayı da peynir tekstürü ve tadı üzerinde değişmeler meydana getirmektedir (Kaya 2002, Hayaloğlu 2002).

Çizelge 3.4.5'de peynir örneklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde kullanılan kültür oranındaki farklılık istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Panel değerlendirmelerinde özellikle 10 ve 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerde her ne kadar peynirlerin yapısal özelliklerini 60. güne kadar korudukları belirtilse de peynirlerin orta kısımlarının kumlu ve dağılan bir yapıda

olduğu belirtilmektedir. 5 DCU/ ton kültür oranı ile yapılan peynir grupları ise 90. güne kadar elastik yapılarını devam ettirmiştir.

Çizelge 3.4.5. Beyaz peynir örneklerine ait tekstür değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,040	0,115
Kültür Oranı	3	7,093	20,078 **
Süre	4	0,863	2,446
Süre x Maya Orijini	3	0,053	0,149
Süre x Kültür Oranı	4	0,019	0,054
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,905	2,565 *
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,040	0,114

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Peynir örnekleri olgunlaşma süresi ve kullanılan rennin enzimlerinin orijinleri açısından incelendiğinde istatistiksel olarak peynirin tekstürü üzerine etkilerinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.4.5). Otaibi ve Wilbey (2005), kimosinin birinci derecede etkisinin sütü pıhtılaştırmak olduğunu, fakat olgunlaşma boyunca proteolizi teşvik ederek tat ve tekstür gelişimini de etkilediğini belirtmektedirler.

Khosrowshahi ve ark. (2006) farklı starter konsantrasyonları kullanarak yapmış oldukları İran Beyaz peynirlerinde peynir sütüne ilave edilen starter kültür oranı arttıkça peynire uygulanan baskı sonucunda peynir kitlesinin direnç ve dayanıklılığını kaybedip daha kırılgan olduğunu bulmuşlardır. Olgunlaşma periyoduna bağlı olarak ta bu dayanıklılığın daha da azaldığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 3.4.6'da peynir örneklerine ait LSD grup karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çalışmada, hayvansal veya mikrobiyel rennin enzimi kullanımının peynirler arasında bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Ancak duyusal değerlendirmelerde panelistler tarafından 60. ve 90. günlerde hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirlerin mikrobiyel rennin enzimi yapılan peynirlere göre yapılarının daha elastik ve yumuşak olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.4.6. Beyaz peynir örneklerinin tekstür değerlerine ait LSD testi sonuçları.

	PEYNİR ÇEŞİDİ	n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal	40	2,627 [a]	± 0,094
	Mikrobiyel	40	2,672 [a]	± 0,094
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	1,770 [b]	± 0,133
	5 DCU kültür/ton	20	2,810 [a]	± 0,133
	10 DCU kültür/ton	20	3,050 [a]	± 0,133
	20 DCU kültür/ton	20	2,970 [a]	± 0,133
Süre	1.gün	16	2,612 [b]	± 0,148
	15.gün	16	2,856 [a]	± 0,148
	30.gün	16	2,887 [a]	± 0,148
	60.gün	16	2,575 [b]	± 0,148
	90.gün	16	2,318 [b]	± 0,148

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.3.3. Tat

Çizelge 4.3.3'de Beyaz peynirlerde olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen tat değerleri verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi olgunlaşma boyunca tat açısından en yüksek puan alan peynirler 10 DCU kültür/ton hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynirler ve 5 DCU kültür /ton ile hem hayvansal hem de mikrobiyel enzim ile üretilen peynirler olmuştur.

Çizelge 3.4.7'de üretimden sonra 1. gün peynirlerin hepsi tat ve aroma kalitesi olarak hemen hemen aynı değerlendirilirken 15. günde tat ve aroma kalitesinin arttığı gözlenmiştir. Olgunlaşmanın 90. gününde ise, 5 DCU kültür/ton ile yapılan peynirler hariç, hayvansal maya ile yani kimosin ile yapılan peynirlerin tat olarak daha iyi puan aldıkları belirlenmiştir. Kullanılan kültür oranına göre bir değerlendirme yapıldığında ise olgunlaşma periyodu boyunca ortalama olarak 10 DCU kültür/ton + hayvansal maya ile yapılan peynir en iyi puanı almıştır. Kültür kullanılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerin duyusal olarak tatları beğenilmiş olup olgunlaşmanın 60. ve 90. günlerinde bunlar en iyi puanı alan peynir grubu olmuştur.

Çizelge 3.4.7. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerleri

1.Kötü **3.İyi**
2.Yeterli **4.Çok iyi**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,70	3,55	2,80	3,20	3,40	**3,13**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,40	3,50	2,50	3,45	3,35	**3,04**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,50	3,30	3,60	3,08	2,96	**3,09**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,70	3,30	3,30	3,17	3,11	**3,11**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,70	3,50	3,20	3,42	3,25	**3,21**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,60	3,25	3,20	2,87	3,18	**3,02**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,50	3,30	3,20	2,58	2,93	**2,90**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,70	3,30	3,20	2,72	2,89	**2,96**
Ortalama		**2,60**	**3,38**	**3,13**	**3,06**	**3,13**	

Peynirde kullanılan mikroorganizmaların enzimleri, özellikle de laktik asit bakterinin oluşturduğu enzimler peynirde tat oluşumu için gerekli birçok bileşiğin oluşumunda etkilidir. Özellikle de pastörize sütten üretilen peynirler için starter bakteriler tat bileşiklerinin oluşumu için çok daha büyük önem taşımaktadır (Martinez ve ark. 2001, Atasoy ve ark. 2003). Ancak pastörizasyon normunun yüksek olup ortamdan bütün bakterilerin uzaklaştırılması ve sadece kültür florasının ortama hakim olması durumunda bunun geçerli olduğu düşünülmektedir. Çünkü yapılan çalışmada kültür ilave edilmeden üretilen kontrol grubu peynirlerde tat daha çok beğeni toplamıştır. Burada tat bileşikleri üzerinde kültür mikroorganizmalarının dışında peynirde bulunan ve tat üzerine ısıl işlemle tahrip olmayan enzimlerin etkisinin de önemli olduğu düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada, peynir yapısının ağızda hissedilebilirliliği üzerine peynirdeki protein düzeyinin önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Tat anlamında alınan puanlara bakıldığında kültür ilave edilmeden üretilen kontrol grubu peynirlerde 15. gün 60. gün toplam azot değerlerinin diğer peynirlere göre yüksek olduğu (Çizelge 3.2.25)

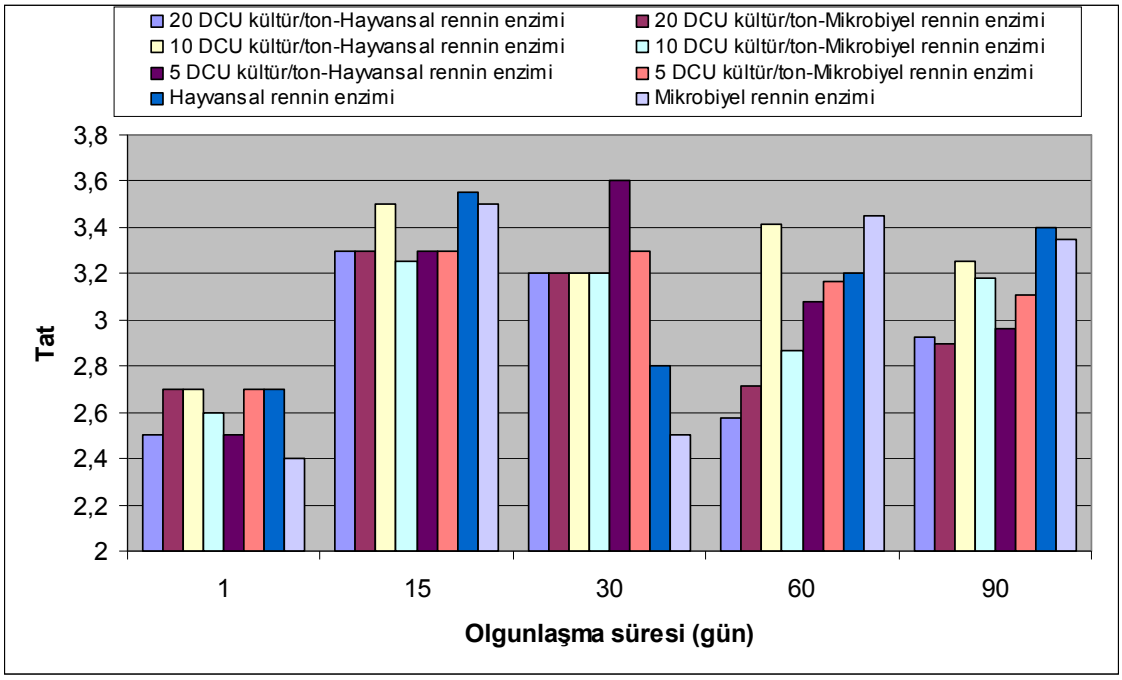
saptanmıştır. Tat olarak puanlarının en iyi olduğu 30. günde ise protein değeri en düşük olan peynirlerin kontrol grubu olduğu ve duyusal olarak da puanlarının düşük olduğu gözlenmiştir. 30. gün diğer grup peynirlerin protein değerleri yüksek olup tat değerleri, 5 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir örneği hariç, aynı olarak bulunmuştur.

Kültürde yer alan mikroorganizmalar sıcaklık ve tuz gibi faktörlerden etkilenmekte ve bu durum peynirde tat oluşumunu hızlandırmaktadır. Bu faktörler düşünüldüğünde kültür seçilirken istenilen kalite ve spesifikayonların da göz önüne alınması gerekmektedir (Luice ve ark. 2005).

Fox ve Wallence (1997) yaptıkları çalışma sonuçlarına göre serbest amino asitlerin miktarının fazla olması ile lezzet arasında bir korelasyon olamadığını bildirmişlerdir.

Şekil 3.4.3'de görüldüğü gibi kontrol grubu peynirlerde olgunlaşmanın sonuna doğru tat değerlerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Tekstür, yapı ve görünüş açısından zayıf olan kontrol grubu peynirlerin tat olarak daha iyi bulunmasının pıhtıda kalan rennet miktarı ve sütün içindeki proteinaz enzimi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubu peynirler tuz içerikleri diğer peynirlere göre yüksek olmasına rağmen tat olarak yüksek puanı almışlardır. Peynirde proteolize bağlı olarak oluşan amino asit miktarının tat üzerine olumlu etkisinin olduğu düşünüldüğünde peynirin tuz içeriğinin önemli olmadığı görülmektedir. Benzer görüşler Al-Otaibi ve Wilbey (2005), tarafından bildirilmiştir.

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



Şekil 3.4.3. Tat değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Çizelge 3.4.8'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, olgunlaşma süresinin istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu ve peynirlerin tadında duyusal olarak farklılık yarattığı saptanmıştır. Gürsoy (2005), probiyotik kültürler ile kültürsüz üretilen Beyaz peynirleri incelediği çalışmasında, kontrol grubu peynirlerin tat puanlarının istatistiksel olarak önemli olduğunu ve bu konuda kültür oranından çok kullanılan kültür suşunun tat üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 3.4.8. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**
Maya Orijini	1	0,055	0,317
Kültür Oranı	3	0,135	0,801
Süre	4	0,284	7,397**
Süre x Maya Orijini	3	0,06	0,346
Süre x Kültür Oranı	4	0,016	0,091
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,215	1,239
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,044	0,256

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Denemede gözlenen değişimler olgunlaşma periyoduna bağlı olarak lipoliz ve proteoliz düzeylerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Çakmakçı (1996), protein, yağ ya da karbonhidrat parçalanma ürünleri arasındaki oranın peynirin aroması üzerinde etkili olduğunu belirtmektedir. Yine Akbulut ve Kınık (1991), aromanın koku ve tatla birleşen bir özellik olduğunu ve peynirin pH değeri, laktik asit miktarı, protein parçalanması, serbest yağ asitleri ve kullanılan tuzun etkisi ile değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3.4.9'da peynir örneklerine ait tat değerlerinin LSD testi sonuçlarına göre kullanılan maya orijinlerinin farklı olmasının peynir tat değerlerinde bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Ancak panalistler 60. günde mikrobiyel enzim ile yapılan peynirlerde ekşimsi ve hafif acımsı bir tadın algılandığını vurgulamışlardır. Aynı şekilde kullanılan kültür oranlarının değişimi de istatistiksel olarak bir farklılık yaratmamış olup önemsiz olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.4.9. Beyaz peynir örneklerine ait tat değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	40	3,085 [a]	± 0,066
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	3,032 [a]	± 0,066
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	3,085 [a]	± 0,093
	5 DCU kültür/ton	20	3,100 [a]	± 0,093
	10 DCU kültür/ton	20	3,115 [a]	± 0,093
	20 DCU kültür/ton	20	2,935 [a]	± 0,093
Süre	1.gün	16	2,600 [b]	± 0,104
	15.gün	16	3,375 [a]	± 0,104
	30.gün	16	3,125 [a]	± 0,104
	60.gün	16	3,056 [a]	± 0,104
	90.gün	16	3,137 [a]	± 0,104

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.3.4. Tuzluluk

Tuz, peynirin tadı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Duyusal degerlendirmelere göre tuz içeriğinde % 0,2'lik bir degişim panelistler tarafından ayırt edilebilmektedir (Uraz 1992).

Çizelge 3.4.10'da Beyaz peynirlerde olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen tuzluluk değerleri verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, olgunlaşma süresi boyunca tuzluluk değeri en fazla olan peynirler kontrol grubu peynirler olmuştur. Tuzluluk değeride > 3 puan alarak normal değere yaklaşan peynirler ise 10 ve 20 DCU /ton kültür oranı ile yapılan peynirler olmuştur.

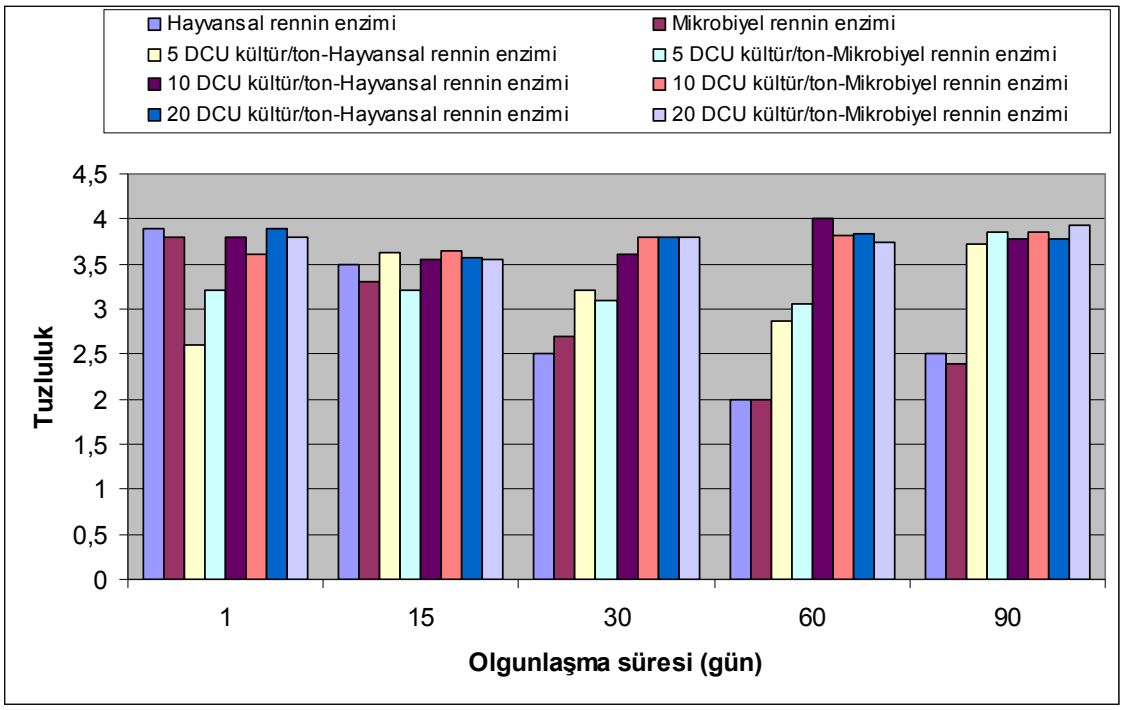
Çizelge 3.4.10. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerleri

1.Tuzsuz **3. Biraz Tuzlu**
2. Çok tuzlu **4. Normal**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	3,90	3,50	2,50	2,00	2,50	**2,88**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	3,80	3,30	2,70	2,00	2,39	**2,84**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	2,60	3,63	3,20	2,88	3,71	**3,20**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,20	3,20	3,10	3,06	3,86	**3,28**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,80	3,55	3,60	4,00	3,79	**3,75**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,60	3,65	3,80	3,82	3,86	**3,74**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,90	3,58	3,80	3,83	3,79	**3,78**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,80	3,55	3,80	3,73	3,93	**3,76**
Ortalama		**3,58**	**3,49**	**3,31**	**3,16**	**3,48**	

Şekil 3.4.4'de görüldüğü gibi olgunlaşma süresinin 90. gününde, kontrol grubu peynir örnekleri hariç kültür kullanımının peynirin salamuradan tuz alımı üzerine etkisi belirgin olarak görülmektedir. 90. günde 20, 10, 5 DCU/ton kültür oranı ile hem hayvansal hem de mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen peynir örneklerinde puanların

birbirine çok yakın olduğu (3,71-3,93) belirlenmiştir. Buradan salamura ile peynir arasındaki dengenin ancak 90. günde oluştuğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.4.4. Tuzluluk değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Çizelge 3.4.11. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0	0,001
Kültür Oranı	3	3,852	18,153 **
Süre	4	0,428	2,016
Süre x Maya Orijini	3	0,013	0,059
Süre x Oranı	4	0,032	0,152
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,816	3,843 **

(*) p< 0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli

Peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde maya orijininin farklı olmasının istatistiksel olarak önemsiz olduğu (p>0,05) bulunmuştur (Çizelge 3.4.11). Kullanılan farklı kültür oranlarının peynirin tuz içeriğini

etkilediği ve p<0,01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Bunun yanında, maya orijinlerinin her ne kadar peynir örneklerinin tuzluluk değerinde bir farklılık yaratmadığı gözlense de maya orijinlerinin kültür oranları ile birlikte olan interaksiyonu istatistiksel olarak p< 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.4.12'de peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin LSD testi sonuçları verilmiştir. Kullanılan maya orijinlerinin farklı olmasının peynir tuzluluk değerlerinde bir farklılık yaratmadığı ve peynirlerin aynı grup içinde yer aldığı bulunurken 10 ve 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerin aynı grup içinde yer aldıkları belirlenmiştir. Tuz değeri olarak bu peynirler "normal" olarak değerlendirilirken kültür oranı azaldıkça peynirler, "biraz tuzlu" ile "normal" arasında olduğu gözlenmiştir. Kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirler "çok tuzlu" ile "biraz tuzlu" arasında puan almıştır. Olgunlaşma süresi boyunca peynirlerin tuzluluk değerleri karşılaştırıldığında 1., 15., .30. ile 90. gün aynı grup içinde ve 60. gün farklı grup içinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4.12. Beyaz peynir örneklerine ait tuzluluk değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	40	3,405 [a]	± 0,073
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	3,407 [a]	± 0,073
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	2,860 [c]	± 0,115
	5 DCU kültür/ton	20	3,242 [b]	± 0,115
	10 DCU kültür/ton	20	3,745 [a]	± 0,115
	20 DCU kültür/ton	20	3,777 [a]	± 0,115
Süre	1.gün	16	3,575 [a]	± 0,103
	15.gün	16	3,493 [ab]	± 0,103
	30.gün	16	3,312 [ab]	± 0,103
	60.gün	16	3,168 [b]	± 0,103
	90.gün	16	3,481 [ab]	± 0,103

3.3.5. Koku

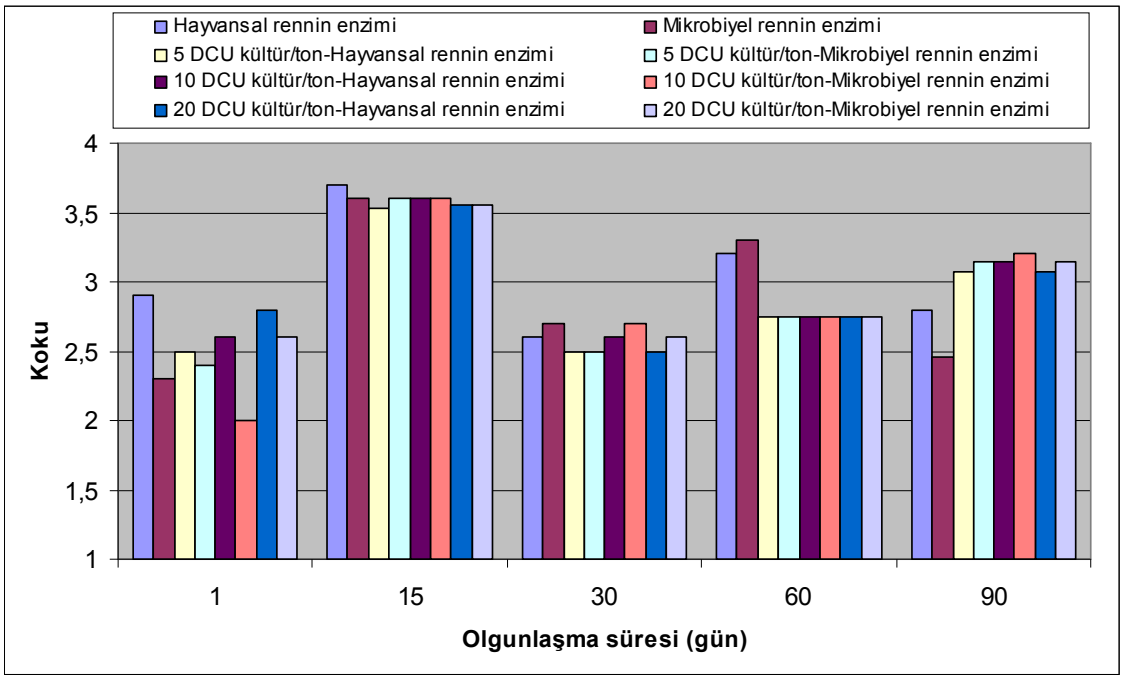
Çizelge 3.4.13'de verilen peynir örneklerine ait koku değerlendirmelerine ait değerler incelendiğinde olgunlaşma boyunca ortalama olarak en iyi puan alan peynir örneğinin kültür katılmadan ve hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynir olduğu belirlenmiştir. Bunu 10 ve 20 DCU kültür/ton + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirler izlemiştir.

Çizelge 3.4.13. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerleri

1.Kötü **3.İyi**
2.Yeterli **4.Çok iyi**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,90	3,70	2,60	3,20	2,79	**3,04**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,30	3,60	2,70	3,30	2,46	**2,87**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,50	3,53	2,50	2,75	3,07	**2,87**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,40	3,60	2,50	2,75	3,14	**2,88**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,60	3,60	2,60	2,75	3,14	**2,94**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,00	3,60	2,70	2,75	3,21	**2,85**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,80	3,55	2,50	2,75	3,07	**2,93**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,60	3,55	2,60	2,75	3,14	**2,93**
Ortalama		**2,51**	**3,59**	**2,59**	**2,88**	**3,00**	

Peynir örneklerinin koku puanlarının olgunlaşma süresine bağlı olarak 15. günde artış gösterdiği, 30. günde düştüğü, 60. günde tekrar artış gösterdiği ve 90. günde de kültür katılmayan kontrol grubu peynirler dışında diğer peynirlerde (5 DCU/ton, 10 DCU/ton ve 5 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler) 60. güne oranla daha fazla artış gösterdiği bulunmuştur (Şekil 3.4.5).



Şekil 3.4.5. Koku değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Peynir örneklerine ait koku değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre kullanılan farklı maya orijinleri ve kültür oranları istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($p>0,05$) ancak olgunlaşma süresinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.4.14).

Çizelge 3.4.14. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,113	0,744
Kültür Oranı	3	0,057	0,373
Süre	4	2,962	19,456 **
Süre x Maya Orijini	3	0,021	0,14
Süre x Kültür Oranı	4	0,131	0,863
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,148	0,972
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,026	0,170

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.4.15'te peynir örneklerine ait koku değerlerinin LSD testi sonuçları incelenmiş olup kullanılan farklı maya orijinlerinin ve farklı kültür oranlarının peynir örneklerinin koku değerleri üzerinde bir farklılık yaratmadığı ve istatistiksel olarak da peynirlerin aynı grup içinde yer aldığı bulunmuştur. Peynir örneklerinin olgunlaşma sürelerine bağlı olarak koku değerlerinde farklılıkların algılandığı 60. gün ile 90. günün aynı grup içinde olduğu ve 30. günün farklı grup içinde yer aldığı gözlenmiştir.

Çizelge 3.4.15. Beyaz peynir örneklerine ait koku değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal	40	2,944 [a]	± 0,062
	Mikrobiyel	40	2,869 [a]	± 0,062
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	2,962 [a]	± 0,087
	5 DCU kültür/ton	20	2,837 [a]	± 0,087
	10 DCU kültür/ton	20	2,895 [a]	± 0,087
	20 DCU kültür/ton	20	2,930 [a]	± 0,087
Süre	1.gün	16	2,512 [c]	± 0,098
	15.gün	16	3,599 [a]	± 0,098
	30.gün	16	2,587 [c]	± 0,098
	60.gün	16	2,875 [b]	± 0,098
	90.gün	16	2,956 [b]	± 0,098

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Peynirler 15. günde bir farklı grup içinde değerlendirilmişlerdir. Peynirde 15. gün kritik bir olgunlaşma süresi olup peynir kimyasal analiz sonuçlarında da ilk güne göre belirgin olarak farklı değerler saptanmıştır. Peynir örneklerinin 15 günlük olgunlaşma sürecinde % kurumadde değerleri belirgin bir şekilde azalmış, % tuz ve kurumadde de % tuz değerleri ise artmıştır. Titrasyon asitliği ile % toplam azot azalırken suda eriyen azot miktarı belirgin bir şekilde artmıştır (peynirde proteolizin bir göstergesi). Peynirde 15. günde en yüksek koku puanları alınmıştır. Proteolize ve lipolize bağlı olarak daha ileriki olgunlaşma aşamalarında tat puanlarının artmasına rağmen bu koku için geçerli olmayabilir. Bu olgunlaşma aşamasında ortaya çıkan aroma bileşenlerinin bir sonucu olarak şekillenmektedir.

3.1.6. Renk

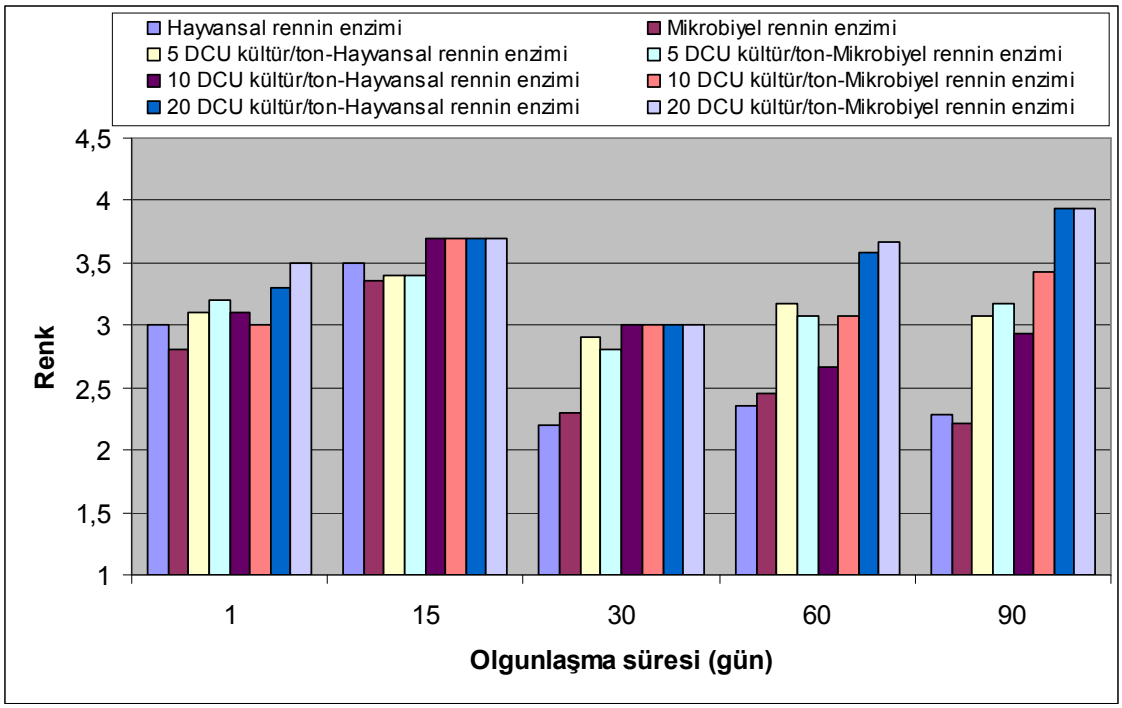
Beyaz peynir örneklerinin renk değerleri Çizelge 3.4.16'da belirtilmiştir. Kültür oranının artması peynirlerde porselen beyazı rengin belirginleşmesine sebep olmuştur. Bunun kültür oranının artması ile peynirden daha fazla su çıkmasının bir sonucu olarak ve peynir kitlesinde birim hacimde bulunan protein, yağ, laktoz ve mineral madde gibi ışığı daha çok yansıtan kaynakların bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.4.16 ve Şekil 3.4.6'da görüldüğü gibi, kültür oranı azaldıkça deneme peynirlerin renk puanlarının 15. günden sonra düşmeye başladığı görülmektedir. 5 ve 10 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynirlerde bu belirgin olarak görülmese de, 20 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynirlerde olgunlaşma periyoduna bağlı olarak rengin daha yüksek puanlar aldığı gözlenmiştir. Olgunlaşma boyunca en düşük renk puanı 30. günde saptanmış olup bu durum deneme peynirlerin kurumadde değerleri ile de bağlantılıdır. Çünkü peynirlerde 30. ve 60. günlerde % kurumadde değerleri birimsel olarak düşerken, 90. günde bu değer artma eğilimi göstermiştir.

Çizelge 3.4.16. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerleri

1.Kötü **3.İyi**
2.Yeterli **4.Çok iyi**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	3,00	3,50	2,20	2,35	2,29	**2,67**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,80	3,35	2,30	2,45	2,21	**2,62**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,10	3,40	2,90	3,17	3,07	**3,13**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,20	3,40	2,80	3,08	3,18	**3,13**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,10	3,70	3,00	2,67	2,93	**3,08**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,00	3,70	3,00	3,08	3,43	**3,24**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,30	3,70	3,00	3,58	3,93	**3,5**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,50	3,70	3,00	3,67	3,93	**3,56**
Ortalama		**3,13**	**3,56**	**2,78**	**3,00**	**3,12**	



Şekil 3.4.6. Renk değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Çizelge 3.4.17'de peynir örneklerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Peynirin rengi üzerine kültür oranı ve olgunlaşma süresinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülürken kullanılan maya orijininin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.4.17. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,045	0,249
Kültür Oranı	3	2,666	14,701 **
Süre	4	0,129	7,111 **
Süre x Maya Orijini	3	0,042	0,232
Süre x Kültür Oranı	4	0,028	0,154
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,277	1,528
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,03	0,165

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli.

Çizelge 3.4.18'de görüldüğü gibi kullanılan maya orijini istatistiksel olarak p> 0,05 düzeyinde önemsiz olup maya orijininin peynir rengi üzerinde bir farklılık yaratmadığı saptanmıştır. Ancak kültür oranı ve süre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). 5 ve 10 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirler aynı grup içinde değerlendirilirken, kontrol grubu peynirler ve 20 DCU/ton kültür oranı ile üretilen peynirler farklı iki grupta yer almıştır.

Çizelge 3.4.18. Beyaz peynir örneklerine ait renk değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	40	3,095 [a]	± 0,067
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	3,142 [a]	± 0,067
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	2,645 [c]	± 0,095
	5 DCU kültür/ton	20	3,130 [b]	± 0,095
	10 DCU kültür/ton	20	3,165 [b]	± 0,095
	20 DCU kültür/ton	20	3,535 [a]	± 0,095
Süre	1.gün	16	3,125 [b]	± 0,106
	15.gün	16	3,556 [a]	± 0,106
	30.gün	16	2,775 [c]	± 0,106
	60.gün	16	3,006 [bc]	± 0,106
	90.gün	16	3,131 [b]	± 0,106

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

3.1.7. Aroma

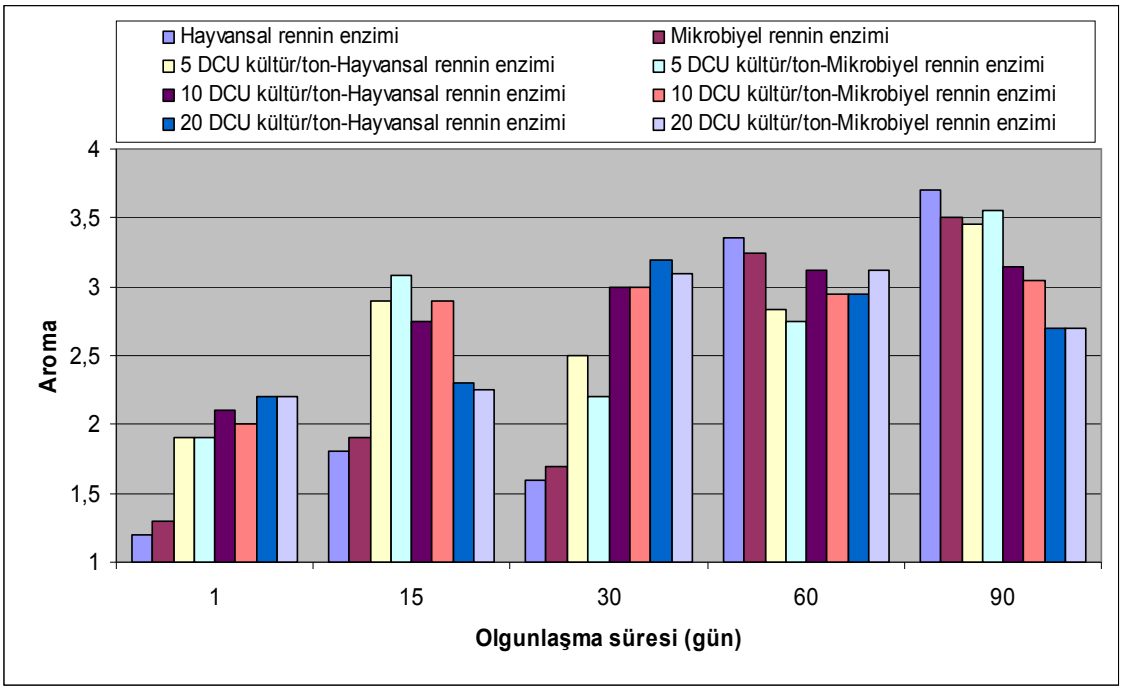
Peynir aroması oluşumunda uçucu bileşikler ve bunların arasındaki dengenin kurulması önem taşımaktadır (Adda 1986). Aroma bileşiklerinin oluşumu peynirde bulunan mikroorganizmaların ve enzimlerinin, süt şekeri, süt yağı ve proteinleri parçalama aktiviteleri ile ilgilidir (Fox ve ark. 1993).

Beyaz peynirlerin aroma değerlendirmesinde en yüksek puanı 10 DCU/ton kültür oranı ve hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirler, düşük puanı da kontrol grubu peynirler almıştır. Ancak olgunlaşma süresi sonunda durum aynı olmayıp aroma açısından kontrol grubu peynirler daha çok beğenilmiştir.

Çizelge 3.4.19. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerleri

1.Az ya da yok **3.Güçlü**
2.Orta **4.Çok güçlü**

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	1,20	1,80	1,60	3,35	3,70	**2,33**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	1,30	1,90	1,70	3,25	3,50	**2,33**
C	5 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	1,90	2,90	2,50	2,83	3,45	**2,72**
D	5 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	1,90	3,08	2,20	2,75	3,55	**2,7**
E	10 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,10	2,75	3,00	3,12	3,15	**2,82**
F	10 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,00	2,90	3,00	2,95	3,05	**2,78**
G	20 DCU kültür/ton-Hayvansal rennin enzimi	2,20	2,30	3,20	2,95	2,70	**2,67**
H	20 DCU kültür/ton-Mikrobiyel rennin enzimi	2,20	2,25	3,10	3,12	2,70	**2,67**
Ortalama		**1,85**	**2,49**	**2,54**	**3,04**	**3,23**	



Şekil 3.4.7. Aroma değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi

Şekil 3.4.7'de görüldüğü gibi genel olarak bütün peynir gruplarında aroma olgunlaşma süresine bağlı olarak artmıştır. En hızlı aroma gelişimi kontrol grubu peynirlerde gözlenmiştir. 1. günde 20 DCU/ton kültür oranı ile yapılan peynirlerin aroması en iyi puan alırken, kontrol grubu peynirler en düşük puanı almıştır. Bu durum kültür oranı fazla olan peynirde ilk gün peynir kitlesinde bulunan laktozun daha hızlı parçalanıp daha fazla proteolizi teşvik etmesi ile açıklanabilir.

Peynirde aroma oluşumunda olgunlaşmanın başında starter kültür etkili olurken olgunlaşma periyodunun daha ileriki aşamalarında kültür dışında başka faktörlerin ve biyokimyasal olaylarların peynirde aroma üzerinde öncelikli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.4.20'de görüldüğü gibi olgunlaşma süresi peynirde aroma oluşumu üzerine daha etkili olup istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kültür oranı ise $p< 0,05$ düzeyinde önemli olarak saptanmıştır. Kullanılan maya orijinlerinin farklı olmasının peynir aroması üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak maya orijini ve kültür oranı arasındaki interaksiyon önemli olarak saptanmıştır ($p< 0,01$).

Çizelge 3.4.20. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	3,125	0
Kültür Oranı	3	0,988	4,062 *
Süre	4	4,495	18,487 **
Süre x Maya Orijini	3	0,012	0,049 *
Süre x Kültür Oranı	4	0,018	0,075
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,859	3,531 **
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,022	0,091

(*) $p< 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p<0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.4.21' de peynir örneklerine ait LSD testi sonuçları verilmiştir. Peynirde aroma oluşumunda 3 farklı kültür oranı ile (DCU, 10 DCU ve 20 DCU/ ton) yapılan peynirlerin aynı grup içinde, fakat kontrol grubunun farklı grupta yer aldığı görülmektedir. Olgunlaşmanın 60. ve 90. gününde yapılan değerlendirmelerde peynir örneklerinin aynı grupta yer aldığı ve en yüksek aroma değerlerini verdiği saptanmıştır.

Çizelge 3.4.21. Beyaz peynir örneklerine ait aroma değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orijini	Hayvansal rennin enzimi	40	2,618	± 0,078
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	2,619	± 0,078
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	2,295 [b]	± 0,110
	5 DCU kültür/ton	20	2,707 [a]	± 0,110
	10 DCU kültür/ton	20	2,800 [a]	± 0,110
	20 DCU kültür/ton	20	2,670 [a]	± 0,110
Süre	1.gün	16	1,850 [c]	± 0,123
	15.gün	16	2,484 [b]	± 0,123
	30.gün	16	2,537 [b]	± 0,123
	60.gün	16	2,993 [a]	± 0,123
	90.gün	16	3,225 [a]	± 0,123

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

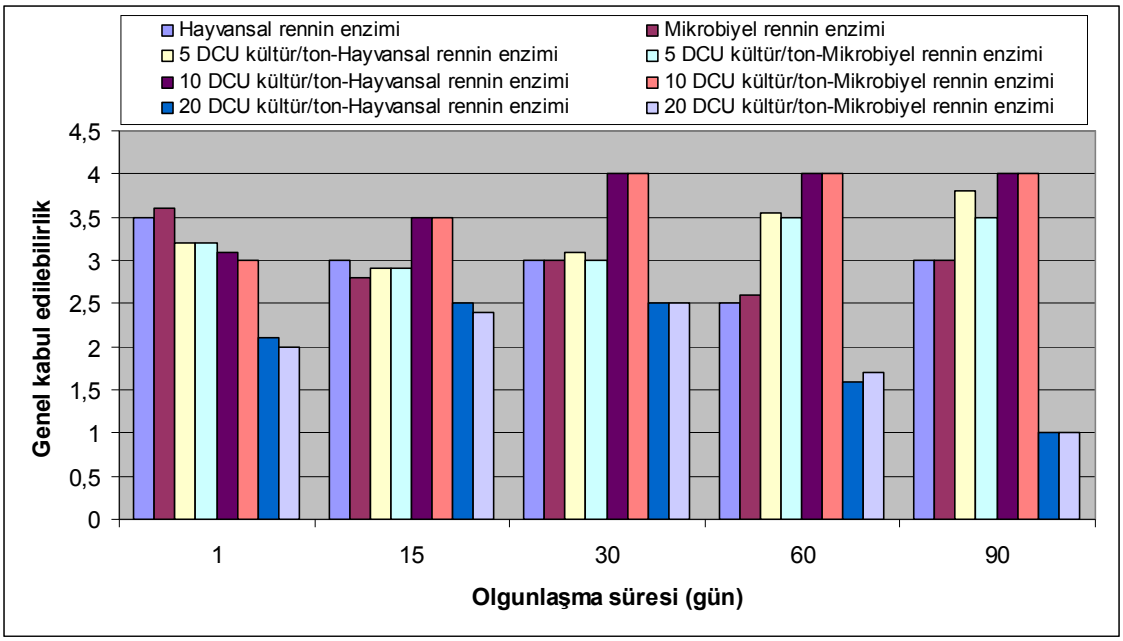
3.1.8. Genel Kabul Edilebilirlik

Duyusal olarak genel bir değerlendirme yapıldığında Çizelge 3.4.22' de görüldüğü gibi sadece mikrobiyel veya sadece hayvansal maya ile yapılan peynirler en düşük puanları almıştır. En çok beğenilen peynir 5 DCU/ton kültür oranı + hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirler olmuştur. Maksimum 4 puan üzerinden değerlendirme yapıldığında kültür katılmadan yapılan peynirlerin beğenilmediği görülürken, kültür oranı azaldıkça peynirlerin daha çok beğenildiği ve olgunlaşma periyodu ilerledikçe duyusal olarak da değerlendirme puanlarının daha çok arttığı görülmüştür. Bu durum grafiksel olarak ta Şekil 3.4.7' de özetlenmiştir. 60. ve 90. günlerde starter kültür ilave edilmeden üretilen peynirlerin duyusal değerlendirme sonuçlarındaki azalma starter

kültür ilave edilen peynirlerin genel ortalama değerlerini düşürmüştür. Oysa bu peynirlerde toplam beğeni bir artış eğilimi göstermiştir.

Çizelge 3.4.22.Beyaz peynir örneklerine ait genel kabul edilebilirlik değerleri.

Kod	PEYNİR ÇEŞİDİ	OLGUNLAŞMA SÜRESİ					Ortalama
		1.gün	15.gün	30.gün	60.gün	90.gün	
A	Hayvansal rennin enzimi	2,10	2,50	2,50	1,60	1,00	**1,94**
B	Mikrobiyel rennin enzimi	2,00	2,40	2,50	1,70	1,00	**1,92**
C	5 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,10	3,50	4,00	4,00	4,00	**3,72**
D	5 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,00	3,50	4,00	4,00	4,00	**3,7**
E	10 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,20	2,90	3,10	3,55	3,80	**3,31**
F	10 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,20	2,90	3,00	3,50	3,50	**3,22**
G	20 DCU kültür/ton - Hayvansal rennin enzimi	3,50	3,00	3,00	2,50	3,00	**3,00**
H	20 DCU kültür/ton- Mikrobiyel rennin enzimi	3,60	2,80	3,00	2,60	3,00	**3,00**
Ortalama		**2,96**	**2,94**	**3,14**	**2,93**	**2,91**	



Şekil 3.4.8. Peynirde duyusal olarak genel kabul edilebilirlik değerlerinin olgunlaşma süresince değişimi.

Şekil 3.4.8'de görüldüğü gibi kontrol grubu peynirler genel olarak değerlendirmelerde en düşük puanı almıştır. Hayvansal veya mirobiyel rennin enzimi ile üretilen peynirler duyusal olarak kabul edilebilirlik anlamında peynirler hemen hemen benzer sonuçlar vermiştir.

Çizelge 3.4.23'de peynir örneklerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Kullanılan maya orijininin ve olgunlaşma süresinin peynir üzerinde istatistiksel olarak $p > 0,05$ düzeyinde önemsiz olduğu belirlenmiştir. Şehidi (1974), mikrobiyel enzim ve buzağı renneti kullanarak koyun ve inek sütlerinden ürettiği Beyaz peynir ve kaşar peynirlerinde kimyasal özellikler açısından analiz sonuçlarında bir fark olmadığını saptamıştır. Ancak duyusal olarak bir değerlendirme yapıldığında mikrobiyel enzim kullanılarak yapılan peynirler kimosin ile yapılan peynirlere göre daha çok beğeni topladığı bildirilmiştir.

Çizelge 3.4.23. Beyaz peynir örneklerine ait genel kabuledilebilirlik değerlerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Maya Orijini	1	0,006	0,350
Kültür Oranı	3	9,666	56,347 **
Süre	4	0,249	1,407
Süre x Maya Orijini	3	0,030	0,018
Süre x Kültür Oranı	4	0,007	0,038
Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,894	5,052
Süre x Maya Orijini x Kültür Oranı	12	0,007	0,040

(*) $p < 0,05$ düzeyinde önemli (**) $p < 0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 3.4.24'de peynir örneklerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde kullanılan maya orijininin bir fark oluşturmadığı ve peynirlerin aynı grup içinde yer aldığı saptanmıştır. Ancak kültür oranlarına göre peynirler farklı gruptadır. Olgunlaşma süreleri ise bir farklılık göstermiş olup peynirler aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4.24. Beyaz peynir örneklerine ait genel kabuledilebilirlik değerlerinin LSD testi sonuçları

		n	Ortalama	Standart Hata
Maya Orjini	Hayvansal rennin enzimi	40	2,96 [a]	± 0,066
	Mikrobiyel rennin enzimi	40	2,942 [a]	± 0,066
Kültür Oranı	Kontrol Grubu	20	1,955 [c]	± 0,110
	5 DCU kültür/ton	20	3,585 [a]	± 0,094
	10 DCU kültür/ton	20	3,265 [ab]	± 0,094
	20 DCU kültür/ton	20	3,000 [b]	± 0,094
Süre	1.gün	16	2,962 [ab]	± 0,105
	15.gün	16	2,932 [ab]	± 0,105
	30.gün	16	3,137 [a]	± 0,105
	60.gün	16	2,931 [ab]	± 0,105
	90.gün	16	2,787 [b]	± 0,105

***** Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

SONUÇ

Beyaz peynir, ülkemiz süt endüstrisinde üretim ve tüketim yönünden önemli yer tutan yumuşak ya da yarı sert özellikte geleneksel bir peynir çeşididir. Olgunlaşma sürecinde peynirde istenilen özelliklerin sağlanmasında uygulanan üretim yöntemi kadar peynirin çeşidi, kullanılan starter kültürün özelliği ve oranı ile peynir mayasının içeriği de önem taşımaktadır. Bu kriterler olgunlaşma sırasındaki biyokimyasal değişimler üzerinde etkili olmaktadır.

Farklı starter kültür oranları ile hayvansal ve mikrobiyel kaynaklı peynir mayaları kullanılarak üretilen tam yağlı beyaz peynirlerin özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ile, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* bakteri suşlarını içeren mezofilik-termofilik karışık ve direkt tekneye inoküle edilerek kullanılan (DVS) kültür kullanılmıştır. Kültür oranları 5, 10 ve 20 DCU kültür/ton olarak belirlenmiştir. Rennin enzimi olarak da hayvansal ve mikrobiyel peynir mayaları kullanılmıştır. Her bir peynir mayasına farklı kültür oranları uygulanmıştır. Ayrıca kültür ilave etmeden kontrol grubu peynir örnekleri üretilmiştir.

Denemede, klasik peynirin özelliklerine yakın, seçilen pastörizasyon sıcaklığında uygun olan kültür oranı ve maya orijini belirlenerek en doğru kullanım kombinasyonu gerek kimyasal ve duyusal analizler ile gerekse de ortaya çıkan proteoliz düzeyi ile saptanmaya çalışılırken kullanılan maya orijininin, kültür oranının, olgunlaşma süresinin ve bu faktörlerin birbiri ile olan interaksiyonlarının etkileri de incelenmiştir.

Bulunan sonuçlar doğrultusunda bir değerlendirme yapıldığında;

1) Kullanılan kültür oranları (5 DCU/ton, 10 DCU/ton, 20 DCU/ton) peynirlerde duyusal olarak çok belirgin farklılıklar yaratmamış olup kültür oranı düşük olan (5 DCU/ ton) hayvansal ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örnekleri genel kabul edilebilirlik olarak en çok beğenilen peynirler olmuştur. Bu noktada üretimi yapılacak peynirde kullanılacak kültür 5 DCU/ton ve maya orijini de mikrobiyel maya olması noktasında daha az kültür ve daha ucuz maya kullanılarak istenilen kalite özellikleri sağlanabilecek ve tekne başına da maliyet azaltılabilecektir (Ek-1 ve Ek-2).

2) Peynir örnekleri arasında aroma, tekstür, yapı ve görünüş olarak en çok beğenilen peynirleri kültür oranı 10 DCU kültür/ton olan mikrobiyel ve hayvansal rennin enzimi ile yapılan peynirler olmuştur.
3) Peynir örnekleri arasında renk olarak en çok beğenilen peynir örneği kültür oranı 20 DCU kültür/ton ve hem hayvansal hem de mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen peynir örneği olmuştur. Kültür oranı arttıkça peynirlerin renklerinin de porselen beyazı rengine daha da yaklaştığı belirlenmiştir.
4) Koku olarak en çok beğenilen peynir örneği kültür ilave edilmeden hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynir olmuştur.
5) Starter kültür oranı arttıkça peynir örneklerinde hissedilen tuzluluk derecesi normale daha da yaklaşmıştır. Hissedilen tuzluluk değeri normale en yakın olan peynir aralarında çok fazla farklılık olmadan ilk sırada 20 DCU/kültür ton ile hem mikrobiyel hem de hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynirler, daha sonra da 10 DCU/kültür ton ile hem mikrobiyel hem de hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynir örnekleri olmuştur.
6) Tat olarak en çok beğenilen peynir örneği kültür oranı 10 DCU kültür/ton + hayvansal rennin enzimi ile üretilen peynir örneği olarak belirlenmiştir.
7) Duyusal değerlendirmeler sonucunda maya orijininin hayvansal ya da mikrobiyel olmasının önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0,05$).
8) İki tekerrürde yapılan denemede 1. tekerrür ve 2. tekerrürde alınan hammadde sütlerin asitlikleri arasında 0,15 pH ve 0,3 SH farklılık olması son üründe peynirlerin yapı-görünüş ve tekstür özeliklerini etkilemiştir (Ek-1 ve Ek-2). 1. tekerrür peynirlerinde kullanılan sütün asitliği daha düşük olduğu için peynir yapısı 90. günde elastikiyetini daha fazla kaybetmiştir. Burada sadece peynirin yapısı değil randıman da etkilenmiş olup bütün peynir örneklerinde randıman değerleri incelendiğinde 1 kg. peynir başına 1 kg. daha fazla süt kullanılmıştır denilebilir. Bunun sebebi hammadde sütteki protein stabilitesinin oluşan asitlik ile bozulması olabilir. Bu anlamda peynirin yapısının olgunlaşma periyoduna bağlı olarak bozulmaması ve istenilen elastik yapının korunması için peynir sütlerine protein takviyesinin yapılması önerilebilmektedir. Peynircilikte randımanın olumsuz yönde etkilenmemesi ve peyniraltı suyu ile yağ kayıplarının fazla olmaması için proteine göre yağ standardizasyonu yapılmaktadır. Ancak

sütler mevsime, laktasyon periyoduna göre değişkenlik gösterdiği için peynirden sütten yağ alınmadığında yağa göre protein standardizasyonunun yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Protein standardizasyonu doğal süt proteini olan modifiye kazeinin peynir sütüne ilave edilmesi ile yapılabilir. Ayrıca üretime asitliği ilerlemiş sütler geldiğinde proteinin yapısının bozulduğu ve peyniraltı suyu ile kayıplarının olabileceği düşünülerek rennin enzimi ile pıhtılaşma aşamasında yine doğal süt proteini takviyesi yoluna gidilebilir.

9) Olgunlaşma süresi boyunca acılık oluşturma potansiyeli olan amino asitlerin kültür katılmadan yapılan kontrol grubu peynirlerinde yaklaşık olarak % 7 daha fazla oluşabileceği belirtilmiş olup kültür katılan peynirlerde bu oranın daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu oranın en düşük olduğu peynir örneğinin kültür oranı 20 DCU/ ton olan ve mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan peynir örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Bu olgu duyusal değerlendirmeler ile de doğrulanmıştır. Burada kullanılacak olan kültürün seçilmesinin önemli olduğu görülmüştür. Uygulanan pastörizasyon normunda (72^{o}C'de 10 dakika) mezofilik-termofilik kültürlerin kullanımının acılık kusurunun oluşması bakımından problem yaratmadığı gözlenmiştir. Acılık oluşturma riski yüksek olan valin, prolin, lösin ve fenilalanin amino asitlerinin eşik değeri yani duyusal olarak hissedilme oranları sıra ile 40 mg/100 mL, 300 mg/100 mL, 190 mg/100 mL , 90 mg/100 ml olup bu değerlerin deneme peynir örneklerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir.
10) Kültür kullanım oranı arttıkça peynirlerde acılık oluşturabilme potansiyeli olan amino asitlerin bulunma yüzdelerinin azaldığı belirlenmiş olup bunun için kültür seçiminin önemli olduğu ve uygun koşullarda optimum düzeyde kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Asitlik oluşturma kapasitesi yüksek olan kültürlerin kullanımının problem yaratabileceği düşünülmelidir. Çünkü yapılan çalışmada en fazla acılık oluşturma potansiyeli olan peynirler 5 DCU/ton kültür + mikrobiyel rennin enzimi ile yapılan örneklerdir. Ancak bulunan sonuçlar acılık oluşturma eşik değerinin çok altındadır.
11) 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca toplam 22 adet serbest amino asitten 19 adet amino asit saptanmış olup 3 adet amino asit tespit edilebilir sınır değerin altında bulunmuştur. Bu amino asitler histidin, lysin ve arginin amino asitleridir.

Olgunlaşmanın 90. gününde peynir örneklerinde bütün amino asitlerin oluşmadığı gözlenmiştir. Ancak peynirler kontrol grubu hariç olarak 90 günde duyusal anlamda beğeniyle tüketilen ve yeterli olgunlukta olduğu için 19 adet amino asit oluşumunun da yeterli olabileceği saptanmıştır.

12) Peynir örneklerinde en çok oluşan amino asit hayvansal rennin enzimi ile yapılan kontrol grubu peynir örneği (A) hariç diğer peynir örneklerinde (B, C, D, E, F, G, H) fenialanin amino asidi olmuştur.
13) Peynir örneklerinin bulunduğu dolum salamurası kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde kullanılan maya orijininin etkisinin önemsiz olduğu ($p>0,05$) fakat kültür kullanım oranı ve olgunlaşma süresinin salamuranın asitliği (pH, SH) ve % tuz oranı üzerinde etkisinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Korelasyon olarak ise kültür oranı ile salamura asitliğinin pH olarak (-) korelasyon gösterdiği, SH olarak ta (-) korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.Kültür oranları ile pH ve SH arasında kurulan korelasyonun $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi olarak PH, SH ve % tuz olarak korelasyon ilişkisine bakıldığında ise her 3 parametrenin de korelasyon düzeylerinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.
14) 90 günlük olgunlaşma periyodu sonunda toplam amino asit miktarı en az olan peynir örneklerinin sadece hayvansal rennin enzimi (A) ile ve 10 DCU kültür + hayvansal rennin enzimi ile üretilen (E) peyniri olması bu peynirlerde proteoliz olayının yavaş seyrettiğini ve peynirde parçalanmadan kalan protein oranının daha fazla olduğunu göstermektedir. Peynir örneklerinin 90. günde toplam azot miktarlarına bakıldığında ise bu peynir örneklerinde oranın daha az olduğu görülmektedir. Peynir duyusal özelliklerinin amino asit miktarından olumlu etkilenmesi ise proteinin ağızda dolgunluk bırakıp, peynirin ağızda hemen erimeyip hissedilebilirliliğin daha yüksek olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda da peynir daha lezzetli olarak algılanmaktadır.
15) Olgunlaşma süresine bağlı olarak farklılık göstererek korelasyon düzeyleri önemli olan amino asitlerin aspartik asit, glutamin, hidroksiprolin, serin, sistein, tyrosin ve triptofan amino asitleri olduğu belirlenmiştir.. Kültür kullanım oranına göre ise en iyi korelasyon gösteren amino asitlerin glutamik asit ve

metionin olduğu saptanmıştır. Maya orijinin ise amino asitlerin her biri ayrı olarak düşünüldüğünde önemsiz olduğu belirlenmiştir.

16) Peynir örneklerinin kimyasal analiz sonuçları açısından bir değerlendirme yapıldığında; hayvansal ve mikrobiyel maya orijininin etkisiyle korelasyon düzeyinin önemli olduğu bileşenin peynirde % kurumaddede yağ olduğu belirlenmiştir ($p< 0,05$). Peynirde kültür kullanım oranına göre korelasyon düzeyinin önemli olduğu bileşenler ise, % kurumaddede tuz, % kurumadde de yağ, titrasyon asitliği (SH), peynir iç ve dış pH'sı , suda çözünen azot değerleridir.Olgunlaşma süresine bağlı olarak korelasyon düzeyinin önemli olduğu bileşenler % toplam kurumadde, % yağ, % tuz, % kurumaddede tuz, toplam azot, suda eriyen azot, TCA' da çözünen azot, formol titrasyon değeri, olgunlaşma derecesi (Schiloıwisch Yöntemi) olarak belirlenmiştir.
17) Üretim esnasında tekne sütlerinden alınan maya ilave edilmiş sütlerin pıhtı kırım olgunluğuna geldiğinde yapılan viskozite testlerinde pıhtı viskozitesinin maya orijininden etkilenmediği gözlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen değerlendirmeler beyaz peynir üzerine olan gelecekteki araştırmaların peynirin mikroflorası, biyokimyası ve tekstür özellikleri üzerine olması gerektiğini göstermektedir. Önceki çalışmalar daha çok peynirin kimyasal bileşimi üzerine yapılmış olup, peynirde azot fraksiyonları, tat bileşikleri, reolojik ve mikrobiyolojik özelliklerin bitmiş ürünün kalitesi üzerine olan etkisi ile ilgili çalışmalar yeterli değildir. Genel olarak beyaz peynir üretiminde uygulanan farklı parametrelerin peynirin özellikleri üzerine etkisi olduğu söylenebilir, ancak esas itibari ile uygulanan pastörizasyon normu ve yapılacak peynir çeşidi farklılık yaratmaktadır. Bu anlamda beyaz peynir olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirin kimyası, biyokimyası ve mikrobiyolojisi de çok değişken olup bu karmaşık olaylar zincirinin çözülmesi için işlenecek peynir çeşidine göre üretim parametreleri ile ilgili donelerin ele alınarak üretilen peynirlerde spesifik özelliklerin incelenip (serbest amino asit miktarı, serbest yağ asitleri miktarı, aroma bileşenleri, reolojik ve tekstürel özellikler) etkileşimlerinin araştırılarak temel üretim parametrelerinin doğru olarak verilmesi gerekmektedir.

Sütte ve ürünlerinde önemli bir bileşen olan süt proteininin biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların arttırılması ile peynir ve diğer fermente süt ürünlerinin yapısal ve fonksiyonel özellikleri daha iyi anlaşılacaktır. Bu da olgunlaşma süresince peynirdeki biyokimyasal olayların etkisiyle ortaya çıkan değişimleri bilmekten geçmektedir. Her bir faktörün peynir üzerine olan etkisinin ne olacağı ise gerek üretim parametrelerinin gerekse de kullanılan hammadde sütün özelliklerinin belirlenmesi ile söz konusudur. Bu uzun soluklu çalışmaları gerektirmekte olup, peynir üreticilerinin tüketicinin beğenisine hitap eden peyniri üretebilmeleri için ellerindeki üretim parametrelerini bilimsel olarak çok iyi değerlendirip, sonuçları doğru olarak yorumlayıp mevcut üretim proseslerini her zaman gözden geçirmeleri ile gerçekleşebilir.

KAYNAKLAR

ACI, C., T. ÖZCAN. 2009. Sütün Pastörizasyonunun Örgü Peynirinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 6. Gıda Mühendisliği Kongresi. 06-08 Kasım 2009, Sayfa 599-607.

ABDEL-KADER, Z.M. 1992. Comparision of AOAC and HPLC Methods for Thiamin Determination in Foods, Food Chemistry, 43 (5):393-397.

AGARWAL, S., M. COSTELLO, S. CLARK. 2005. Gas-flushed Packaging Contributes to Calcium Lactate Crystals in Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 88 (11):3773-3783.

AKBULUT, N., Ö. KINIK. 1991. Peynirde Duyusal Değerlendirme. 2. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu. Her Yönü ile Peynir. Tekirdağ. 12-13 Haziran 1991. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları. No:125, Sayfa 261-272.

AKIN, N. 1996. Peynir Yapımında Kullanılan Süt Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Bunların Bazı Özellikleri. Gıda, 21 (6): 435-442.

AKIN, N., S. AYDEMİR, C. KOÇAK, M.A. YILDIZ. 2003. Changes of Free Faty Acid Contents and Sensory Properties of White Pickled Cheese During Ripening. Food Chemistry, 80:77-83.

AKIN, N. 2006**.** Peynirin Olgunlaşması Esnasında Lezzet Bileşenlerinin Üretimi İçin Metabolik Yollar: II- Lipoliz ve Proteoliz. Akademik Gıda, 4 (19): 19-24.

ALICHANIDIS, E., E.M. ANIFANTAKIS, A. POLYCHRONIADOU, M. MANOU. 1984. Suitability of Some Microbial Coagulants for Feta Cheese Manufacture. Journal of Dairy Research, 51 (1):141-147.

ALIZADEH , M., HAMEDI, M., KHOSROSHAHI. 2006. Modeling of Proteolysis and Lipolysis in Iranian White Brine Cheese, 97:294-301.

ANNE, M., M. O'MALLEY, D.MULVIHILL, S.T. KUMAR. 2000. Proteolysis in Rennet Casein-Based Cheese Analogues. International Dairy Journal, 10 (11):743-753.

ANONIM, 1978. TS-3046. Peynirde Yağ Miktarı Tayini (Van Gulik Metodu).

ANONIM, 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and ProcessedCheese). International Dairy Federation Standart 4A, Brussels.

ANONIM, 1986. TS-4708. Peynirler ve Eritme Peynirlerde Klorür Tayini.

ANONIM, 1990. TS-8189. Süt Yağ Tayini Gerber Metodu.

ANONIM, 1996. Mikrobiyoloji Koliform Grubu Bakteri Sayımı için Genel Kurallar En Muhtemel Sayı Tekniği, TS, 7725 ISO 4831, Ankara, 13 s.

ANONIM, 2001. Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı Gıda Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu Süt ve Süt Ürünleri Sanayi Alt Komisyon Raporu. No: DPT: 2636 644. Ankara.

ANONIM, 2002a. TS 1018, İnek Sütü- Çiğ Süt.

ANONIM, 2002b. 89/336/EEC-Avrupa Birliği Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği (02.06.2002 tarihinde 24773 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlülüğe girmiştir).

ANONIM, 2006. TS EN-591, Beyaz Peynir.

ANONIM, 2006a. DPT. Hayvancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ankara,

ANONIM, 2006b. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı. Türk Süt Ürünleri Sektörüne AB Sürecinde Genel Bakış. Tanım-İnceleme-Öneriler. Avrupa Bölgesel Ofisi, Siyasi Yardım Bölümü.

ANONIM, 2007a. Overview of the Turkısh Dairy Sector within the Framework of Eu-Accessıon Fao Regional Office For Europe and Central Asia Policy Assistance Branch Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Republic of Turkey Food and Agriculture Organisation of the United Nations Rome.

ANONIM, 2007b. TS 4708 ISO 5943, Peynir ve Eritme Peynirlerinde Klorür Miktarı Tayini.

ANONIM, 2009a. Brussel. Milk Market Stuation. EU-27 Deliveries Production Developments. 19 February.

ANONIM, 2009b. http//www.setbir.org.tr. pdf, Erişim Tarihi: 03.12.09. Konu: Dünya Süt ve Ürünleri Son Dönem Gelişmeleri.

ARDO, Y., H. MEISEL. 1991. Lindmark Manson; A.Hendenberg. Milchwisshenshaft, 44: 485- 490.

ATASOY, A.F., A.YETİSMEYEN, H. TÜRKOĞLU, B.H. ÖZER. 2008. Effects of Heat Treatment and Starter Culture on the Properties of Traditional Urfa Cheeses Produced From Bovine Milk. Food Control, 19 (3): 278-285.

ATTAIE, R., 2005. Effects of Aging on Rheological and Proteolytic Properties of Goat Milk Jack Cheese Produced According to Cow Milk Procedures. Small Ruminant Research, 57 (1):19-29.

AYAD, E.H.E., A. VEHEVL, J.T.M. WOUTERS, G. SMIT. 2000. Application of Wild Starter Cultures for Flavour Development in Plot Plant Cheese Making. International Dairy Journal, 10 (3): 169-179.

AYAD, E.H.E., S. AWARD, A. EL ATTAR, C. DE JONG, M. EL SODA. 2004. Characterisation of Egyptan Ras Cheese. Flavour Formation. Food Chemistry, 86 (4): 553-561.

AYAR, A., N. AKIN, D. SERT. 2006. Bazı Peynir Çeşitlerinin Mineral Kompozisyonu ve Beslenme Yönünden Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu, 2006. 319 s.

AYDINOL, P. T. ÖZCAN. 2009. Peynirde Kalsiyum Laktat (Ca-Laktat) Kristalizasyonu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1):81-91.

ATASOY, A.F., H. TÜRKOGLU, B.H. ÖZER. 2003. Sanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt, Yogurt ve Urfa Peynirlerinin Bazı Mikrobiyel Özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3/4):77-83.

AZARNIA , S., M.R. EHSANAI, S.A. MIRHADI. 1997. Evaluation of the Physico-chemical Characteristics of the Curd During the Ripening of Iranian Brine Cheese. International Dairy Journal, 7 (6-7): 473-478.

BABADOĞAN, G. 2000. Süt ve Ürünleri. Dünya Gıda. 6 (4):95-97.

BANKS, J.M. 1992. Yield and Quality of Cheddar Cheese Produced Using Fermentation Derived Calf Chymosin. Milchwissenschaft, 47:121-153.

BANKS, J.M., A.J.R LAW, J. LEAVER. 1993. Protein Degradation in Cheddar Type Cheese Containing Heat Denatured Whey Protein. International Dairy Journal, 3 (4-6): 545-546.

BANKS, J.M. 2007. Who are the Major Milk Producer in the World. " in Cheese Problem Solved.. Eds, P.L.H. Mcsweeney", Woodhead Published Limited, Cambridge, England, 85:185-187.

BEDEL, A. 1999. İzmir Tulum Peynirinin Olgunlaşma Süreci Üzerine Kültürün ve Ticari Enzimlerin Rolü. E.Ü.F.B.E, Kod: 103100.0000.185, İzmir, Yüksek Lisans Tezi.

BERESFORD, T.P., N.A. FITZSIMONS, N.L. BRENNAN, T.M. COGAN. 2001. Recent Advences in Cheese Microbiology. International. Dairy Journal, 11 (4-7):259-274.

BERESFORD, T. 2007. What are Non-Starter Lactic Bacteria and How do They Effect Cheese Quality, Cheese Problem Solved, Edit by Mcsweeney, P.L.H, Cambridge, England, No:56, p.124.

BERG, G., F.A. EXTERKATE. 1993. Technological Parameters İnvolved in Cheese Ripening. International Dairy Journal, 3 (4-6):485-507.

BIANCHI, S.B., P. CORNASCHELLA, C. SIMONA. 1995. Rapid Enzymatic Methods for Biotyping and Controling of Lactic Acid Bacteria Used in the Production Yoghurt and Some Cheeses. International Journal of Food Microbiology, 27 (2-3): 253-261.

BOCKELMANN, W. 1995. The Proteolytic System of Starter and Non-starter Bacteria: Components and Their Importance for Cheese Ripening. International Dairy Journal, 5 (8): 977- 944.

BOGENRIEF, D.D., N.F. OLSON. 1995. Hydrolsis of Casein Increases Cheddar Cheese Meltability. Milchwissenschaft, 50 (12):678-682.

BOYLSTON, T.R., C.G. VINDEROLA, H.B. GHODDUSI, J.A. REINHEIMER. 2004. Incorporation of Bifidobacteria into Cheese: Challenges and Rewards. International. Dairy Journal, 14 (5):375-387.

BROOME, M.C., D.A. KRAUSE, M.V. HICKEY. 1990. The Use of Non-Starter Lactobacilli in Cheddar Cheese Manufacture. Australia Journal Dairy Technology, 45 (1):67- 73.

BUDTZ, P. 1989. Microbial Rennets for Cheese Making. Dairy Industries International, 54 (5):15-19.

BURRY, A.F., B.A. LAW. 1991. Journal of Chromatography, "Alınmıştır. Beyaz Peynir Olgunlaşmasının Belirlenmesinde Uygulanan Bazı Yöntemlerin Karşılaştırması, U.Eren", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir, 61 s.

ÇAKMAKÇI, S.1996. Peynir Lezzeti ve Oluşumu. I. Gıda, 21 (4):261-268.

CHENE, N., J. MARTAL. 1983. Plasmin Activity in Milk. Journal of Dairy Science, 66:704-711.

ÇAKMAKÇI, S. 1996. Peynir Lezzeti ve Oluşumu, I.Gıda. 21(4):261-268.

CARIC, M. 1987. Mediterranean Cheese Varieties: Ripened Cheese Varieties Native to the Balkan Cheese. In: P.F.FOX (Editor), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2, Elsevier Applied Science, London, 393 p.

CAVANI. L., M. BIANCONI, L. MANFREDINI, M. RIZZI, C. ZARI. 1991. Effects of a Complete Diet on the Qualitative Characteristics of Ewe Milk and Cheese. Small Ruminant Research, 5 (3):273-284.

CHRISTENSEN J.E., E.O. DUDLY, J.A. PEDERSON, J.L. STEELE. 1999. Peptidase and Amino Acid Catabolism in Lactic Acid Bacteria, Antonie Leeuwenhoek, 76:217-246.

CHITPINITYOL, S., M.JC. CRABBE. 1998. Chymosin and Aspartic Proteinases: Review. Food Chemistry, 61(4):395-418.

CLARK, S., J.W. SHERBON. 2000. $Alpha_{s1}$-casein, Milk Composition and Coagulation Properties of Goat Milk. Small Ruminant Research, 38 (2):123-134.

COGAN, T.M., J.P. ACCOLAS. 1996. Dairy Starter Cultures. VCH Publisher, Canada, p. 277.

COGAN, T.M., T.P. BERESFORD. 2002. Microbiology of Hard Cheese. "In: Dairy Microbiology Handbook, Ed.R.K. Robinson", p. 515-560.

COLLINS, Y.F., P.L.H. McSWEENEY, M.G. WILKINSON, 2004. Lipolyses and Catabolism of Fatty Acids in Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology, Volume:1, General Aspect, 3rd edn, P.F.Fox, P.L.H.Mcsweeney, T.M. Cogan and T.P. Guine (eds), Elsevier Academic Pres, Amsterdam, p.373-389.

CRABBE, M.J.C. 2004. Rennets: General and Moleculer Aspects. In: P.F.Fox, P.L.H. Mc. Sweeney, T.M. Cogan and T.P. Guinee (Editors), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, p.19-46.

CROW, V.L., T. COOLBEAR, R. HOLLAND, G.G. PRITCHARD, G. MARTLEY. 1993. Starters as Finishers: Starter Properties Relavant to Cheese Ripening. International Dairy Journal, 3:423-460.

CUSTY, J., M.S. FERNANDOS, M.S. KHEM. 1987. Role of Lipase and Other Enzymes in Flavour Developments. 24. Annual Marschall Inovation. Italian Cheese Seminer.

CURTIN, A.C., P.L.H. MCSWEENEY. 2004. Catabolisim of Amino Acids in Cheese Ripening, Physics and Microbiology. "In: Elsevier Academic Pres, Ed. P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan and P.P. Guinee, General Aspects, 3 rd edn, Amsterdam, Volume:1, p.347-360.

ÇAKMAKÇI, S. 2008. Peynir Olgunlaşması. Türkiye 10. Gıda Kongresi., 2008. Erzurum, 2008, 761-762.

DAĞDEMİR, E., ÇELİK, S., ÖZDEMİR, S., 2003. The Effect of Some Starter Cultures on the Properties of Turkish White Cheese. International Journal of Dairy Technology, 56 (4):215-218.

DEMİRCİ, M. 1988. Hellim Peynirinin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Trakya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya, s. 2

DERVİŞOĞLU, M., O. AYDEMİR, F. YAZICI. 2006. Peynir Yapımında Kullanılan Pıhtılaştırıcı Enzimler ve Kazein Fraksiyonları Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 2006, Sayfa 887-890.

DESMAZEUD, M. J., J.C. GRIPON. 1977. Purification and Properties of Dipeptidase from Streptococcus. Milchwissenschaft, 32:731-732.

DESMAZEAUD, M. ve T.M. COGAN. 1995. Role of Culture in Cheese Ripenning. "In: Dairy Starter Culture, Ed. T.M. Cogan, J.P. Accolas", Willey-VCH, New York, 208 p.

ELENI, C.P., I. KANDARAKIS, M. HELENI. 2007. Effect of Artisanal Liquid Rennet from Kids and Lambs Abomasa on the Characteristics of Feta Cheese, Food Chemistry, 88 (4):517-525.

EMMONS, D.B., D.C. BECKETT, M. BINNS. 1990. Milk-Clotting Enzymes.1. Proteolysis During Cheese Making in Relation to Estimated Losses of Yield. Journal of Dairy Science, 73 (8):2007-2015.

ERALP, M., M. METİN, ŞAHİN.E. SEZGİN. 1974. Ankara Dolayları Sütlerinden Beyaz Peynir İmalatı Tekniğinin Islahı Üzerinde Araştırmalar, T.B.T.A.K. Yayınları, Ankara, No: 207, s.18.

EREN, U., 2000. Beyaz Peynir Olgunlaşmasının Belirlenmesinde Uygulanan Bazı Yöntemlerin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Yüksek Lisans Tezi. Kod: 501.10.01, İzmir, 112 s.

ESTEVES, L.C.C., C.A. LUCEY, E.M.V. PIRES. 2001. Mathematical Modelling of the Formation of Rennet-induced Gels by Plant Coagulants and Chymosin, Journal of. Dairy Research, 68:499-510.

FARKYE, N.Y. P.F. FOX. 1990. Observation of Plasmin Activity in Cheese. Journal of Dairy Research, 57:413-418.

FENELON, M., A. T.P. GUINEE. 2000. Primary Proteolysis and Textural Changes During Ripening in Cheddar Cheeses Manufactured to Different Fat Contents, International Dairy Journal, 10:151-158.

FERNANDEZ, M., ZÚÑIGA M. 2006. Amino Acid Catabolic Pathways of Lactic Acid Bacteria. Critical Reviews "In Microbiology", 32:155-183.

FOEGEDING, E.A., J. BROWN, M.A. DRAKE, C.R. DAUBERT. 2003. Sensory and Mechanical Aspects of Cheese Texture. Copyright, Elsevier Ltd.All Right Reserved,

International Dairy Journal, 13 (8):585.

FOLTMANN, B. 1987. General ve Molecular Aspects of Rennets. In: P.F.Fox (Editor), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume I, Elsevier Applied Science, London and New York, p. 33-62.

FOX, P.F. 1987. Significance of Salt in Cheese Ripening. Dairy International, 52 (9):19-22.

FOX, P.E.1989. Proteolysis During Cheese Manufacture and Ripening. Journal of Dairy Science, 72 (3):379-1400.

FOX, P.E., J.A. LUCEY, T.M. COGAN. 1990. Glicolys and Related Reactions During Cheese Manufacture and Ripening. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 29: 237-253.

FOX, P.F., J. LAW, P.L.H. MCSWEENEY, J.M. WALLACE. 1993. Biochemistry of Cheese Ripenning. "In: Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, Ed. P.F.Fox ", Chapman ve Hall, London UK, Vol:2, 389-438 p.

FOX, P.F., L. STEPANIAK. 1993. Enzymes in Cheese Technology. International Dairy Federation, 3 (4-6):509-530.

FOX, P.F., T.K. SINGH, P.L.H. MCSWEENEY. 1994. Proteolysis in Cheese During Ripenning. "In: Flavour of Cheddar Cheese: A Chemical and Sensory Perspective, Ed. T.K. Singh, M.A. Drake, K.R. Cadwallader", Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol:2, 2003, p. 141.

FOX, P.F., T.K. SINGH, P.L.H. MCSWEENEY. 1995. Biogenesis of Flavour Compounds. "In: Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Ed.T.K.Singh, M.A.Drake, K.R.Cadwallader, 141 p.

FOX, P.F., J.M. WALLACE, S. MORGAN, C. M. LYNCH, E. J. NILAND, J. TOBIN. 1996a. Acceleration of Cheese Ripening. Antonie Van Leeuwenhoek, 70 (3): 271-297.

FOX, P.F., T.P. O'CONNOR, P.L.H. McSWEENEY, T.P. GUINEE, N.M. O'BRIEN. 1996b. Cheese: Physical, Chemical, Biochemical and Nutritional Aspects. Advance Food Nutrition Research., 39:63-328.

FOX, P.F. P.L.H. MCSWEENEY. 1997. Rennets: their Role in Milk Coagulant and Cheese Ripening. “In: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk, Ed .B.A. Law, 2nd. ed, Chapman and Hall, London. p.1-49.

FOX, P.F., J.M. WALLENCE. 1997. Formation of Flavour Compounds, Advances in Application. Microbiology, 45:17-85.

FOX, P.F., P.L.H. McSWEENEY. 1998. What are Milk Salts and How do They Affect the Properties of Cheese. Dairy Chemistry and Biochemistry, “In: .” Cheese Problem Solved, Ed.A. L. Kelly, Blackie Academic and Professional, London. p. 7.

FOX, P.F., P.L.H. MCSWEENEY, T.M. COGAN, T.P. GUINEE. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, Gaithersburg, 587 p.

FOX, P.F., A.L. KELLY. 2004. Milk Proteins: Technological Aspect. Proceedings of International Dairy Symposium “Alınmıştır. Kazeinin Yapısı ve Fizikokimyasal Özellikleri, Ed. D.Okur, Z.G. Seydim”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Akademik Gıda Dergisi, 2005, p.11-12

FRÖLICH-WYDER, M.T. H.P.BACHMANN. 2007. How Do I Control the Elastic Texture of Swiss Type Cheese.” In: Cheese Problem Solved, Ed. P.L.H. McSweeney”, p. 260-261.

GAHUN, Y.,1981. Salamuradan Beyaz Peynire Tuz Geçiş Olgusu ve Olgunlaşma Sırasında Tuzun Peynirin Bazı Özelliklerine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir.

GEORGE, W. R. 1971. Coccus and Rods-Flavor, Body and Texture Carry Through. Marschall Italian Speciality Cheese Seminars.

GEORGAKIS, S.A. 1973. Untersuchungen Über die Herstellung von Griechischem Salzdauer. Milchwissenschaft, 28 (8):500 -503.

GOBBETTI, M., F. MOREA, M.R. BARUZZI, A. CORBO, T. MATARANTE, R.

CONSIDINE, T. DICAGNO, T.P. GUINEE, P.F. FOX. 2002. Microbiological, Compositional, Biochemical and Textural Characterisation of Caciocavallo Pugliese Cheese During Ripening. International Dairy Journal, 12 (6):511 -523.

GİDER, K., 2006. Beyaz Peynirlerlde Tuz Geçişini Etkileyen Bazı Faktörlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tezi Konya, s. 66.

GRAPPIN, R., RANK, T.C. N.F. OLSON. 1985**.** Primary Proteolysis of Cheese Proteins During Ripening. Journal of Dairy Science, 68 (3):531-540.

GREEN, M.L. S. ANGEL, P.A. LOWE, A.O. MARSTON. 1985. Cheddar Cheesemaking with Recombinant Calf Chymosin Synthesized in Escherrichia. Journal of Food Research, No: 52, p. 281.

GUINEE T.P., M.G. WILKINSON. 1992. Rennet Coagulation and Coagulants in Cheese Manufacture. Journal of the Society of Dairy Technology, 45 (4):94-104.

GUİNEE, T.P., FOX, P.F., 1993. Salt in cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. "In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, General Aspects, Ed. P.F.Fox, Chapman and Hall, London, England, Vol. 1, p. 257-302.

GÜN, İ., B. ŞİMŞEK. 2006. Burdur İlinde Üretilen Akçatık Peynirlerinin Yağ Asitleri Düzeyinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24-26 Mayıs 2006, 511-512.

GÜRSOY, A., A. GÜRSEL, E. ŞENEL, O. DEVECİ, E. KARADEMİR. 2001. Yağ İçeriği Azaltılmış Beyaz Peynir Üretiminde Isıl İşlem Uygulanan Lactobacillus helveticus ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* Kültürlerinin Kullanımı. GAP II. Tarımsal Kongresi, Şanlıurfa, 24-26 Ekim 2001, s. 269-278.

GÜRSOY, Ö.,KINIK. 2005. Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanımı. E.Ü.F.B. Enstitüsü Doktora Tezi. İzmir, Bornova.

HAYALOGLU, A.A., GÜVEN, M., P. F. FOX. 2002. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. International Dairy Journal, 12 (8):635-648.

HAYALOĞLU, A.A. 2003. Starter Kültür Olarak Kullanılan Bazı Lactococcus Suşlarının Beyaz Peynirin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Ç.Ü.Fen Bil. Enst. Gıda Müh. ABD. Dotora Tezi, Adana, No: 170 s.

HAYALOGLU, A.A., M. GUVEN, P.F. FOX, J.A. HANNON, P.L.H. MCSWEENEY. 2004a. Proteolysis in Turkish White-brined Cheese Made with Defined Strains of *Lactococcus,* International Dairy Journal, 14 (7):599-610.

HAYALOĞLU, A.A., M. GÜVEN, P.F FOX. 2004b. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese "Beyaz Peynir". International Dairy Journal, 12:635-648.

HEMME, D., C. BOUILLANE, F. METRO, M.J. DESMAZEAUD. 1982. Microbial Catabolism of Amino Acids During Cheese Ripening. Science Aliment, 2:113–123.

HICKS, C.L., J. O LEARY, J. BUCY. 1988. Use of Recombinant Chymosin in Manufacture of Cheddar and Colby Cheese. Journal of Dairy Science, 71:1127-1131.

HORNE, D.S., M. BANKS. 2004. Rennet Induced Coagulation of Milk. In: P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan and T.P. Guinee, In Cheese: Chemistry, Physics and microbiology, 3 nd, Edition, 1 (1):47-70.

HUPPERTZ, T., P.F. FOX, A.L. KELLY. 2004. Effect of High Pressure Treatment on the Yield of Cheese Curd from Bovine Milk. Innovative Food Science Emerging Technologies, 5 (1):1-8.

INAL, T. 1990. Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset, İstanbul, 1108 s.

IRIGOYEN, A., J.M. IZCO. F.C. IBANEZ, P. TORRE. 2002. Influence of Calf Lamb Rennet on the Physicochemical, Proteolytic, and Sensory Characteristics of an Ewe's Milk Cheese. International Dairy Journal, 12 (1):27-34.

JAKUBOWSKİ, J. VE REEPS, A., 1964. Beitrag zur kenntnis des Salzabsorptions vermögenvon Kase. Milchwissenschaft, 19(8): 413-417.

JI, T., ALVAREZ, W.J. HARPER. 2004. Influence of Starter Culture Ratios and Warm Room Treatment on Free Acid and Amino Acid in Swiss Cheese.

KAMBER, U. 2005. Geleneksel Anadolu Peynirleri. Miki Matbaacılık San. Tic. A.Ş. Ankara. 226 p.

KARAKUŞ, M., I. ALPERDEN. 1995. Effect of Starter Composed of Various Species of Lactic Acid Bacteria on Quality and Ripening of Turkish White Pickled Cheese, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 28(4): 404-409.

KAYA, S. 2002. Effect of Salt on Hardness and Whiteness of Gaziantep Cheese During Short-Term Brining. Journal of Food Engineering, 52 (1):155-159.

KEVEN, F., A. HAYALOĞLU, A. KONAR. 1998. Malatya İlinde Tüketilen Tulumlarda Olgunlaştırılmış Çökeleklerin Bazı Özellikleri. Geleneksel Süt Ürünleri. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. 21-22 Mayıs 1998. Tekirdağ. Milli Prodüktivite Yayınları No: 621, p.185-194.

KAYMAZ, Ş. 1979. İnek Sütü İle Yapılan Starterli ve Startersiz Salamura Beyaz Peynirlerin Olgunlaşma Süresi Sonunda Bazı Serbest Amino Asitlerinin Miktarı Üzerinde Araştırmalar. Doçentlik Tezi. Ankara.

KAYMAZ, S. 1982. İnek Sütü ile Yapılan Starterli ve Startersiz Salamura Beyaz Peynirlerin Olgunlaşma Süreleri Sırasında Bazı Serbest Amino Asitlerin (Arginine, Isoleucine, Leucine, Methionine, Pnenylalanine , Tyriptophane) Miktarları Üzerine Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (3-4):545-560.

KAYTANLI, M., 1995. Beyaz Peynir Üretiminde Alternatif Süt Pıhtılaştırıcı Enzimler ile Rennet Kombinasyonlarının Kalite Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 109 s.

KHOSROWSHAHI, A., A. MADADLOU, M. EBRAHİM. 2006. Monitoring the Chemical and Textural Changes During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Starter. Journal of Dairy Science, 89:3318-3325.

KINIK, Ö., S. GÖNÇ. 1987. Salamura Sıcaklığı ve Tuz Konsantrasyonunun Peynire Tuz Geçişine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Bornova, İzmir.

KILIÇ, S., G. KAVAS, H. UYSAL. Süt Teknolojisi Açısından Psikrotrof Bakteriler. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Üürünleri Sempozyumu, Tekirdağ.

KILIÇ, S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, No:542, 451 s.

KILIÇ, S., U. EREN VAPUR. 2003. Peynirde Acılık Problemi, Etki Eden Faktörler ve Kontrol Altına Alınması. Bilimsel Gıda, No: 4, p. 35-37.

KILCAWLEY, K.N., M.G. WILKINSON, P.F. FOX. 2002. Determination of Key Enzymes Activities in Commercial Peptidase and Lipase Preparations from Microbial or Animal Source. Enzyme and Microbial Technology, 31 (3):310-320.

KINIK,Ö.,GÖNÇ.S.1987. Salamura Sıcaklığı ve Tuz Konsantrasyonunun Peynire Tuz Geçişine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Bornova, İzmir

KIYMAZ, T., M. ÖZDEMİR, M. TARAKÇIOĞLU, E. ÖZAT. 2003. Küreleşme ve Süreçlerinin Ülke Sanayi ve Mühendislerine Etkileri. TMMOB Sanayi Kongresi Gıda Sanayi Raporu, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Ankara.

KOÇAK, C., A. GÜRSEL, E. ERGÜL, A. GÜRSOY. 1988. Beyaz Peynirde Titrasyon Asitliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 13 (5):337-339.

KOÇAK, C., A. BİTLİS, A. GÜRSEL, Y.K. AVŞAR. 1996. Effects of Added Fungal Lipase on the Ripening of Kashar Cheese. Milchwissenschaft, 51 (1):13- 17.

KOSİKOWSKİ, F.V., V.V. MİSTRY. 1997. Cheese and Fermented Milk Foods. "In: Microbiological, biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese, Ed. A.A. Hayaloğlu, M.Güven, P.F.Fox", International Dairy Journal, 12 (8):635-648.

KURT, A. 1987. Edirne Tipi Salamura Beyaz Peynir İşleme Tekniği.”Alınmıştır. Microbiological, Biochemical and Technological of Turkish White Cheese, Ed. A.A. Hayaloğlu, M.Güven,P.F.Fox..”,International Dairy Journal, 2002, 12 (8):635-648.

KURT, A.1990. Süt Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları-Erzurum. Yayın No:573.

LAW, B.A., 1984. Advances in the Microbiology and Biochemistry and of Cheese and Fermente Milk, Elsevier Applied Science

LAW, B.A. 1987. Proteolysis in Relation to Normal and Accelerated Cheese Ripening. In: P. F. Fox (Ed.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. New York: Elsevier, Elsevier Applied Science, London (1987), 1:365-392.

LAWRENCE, R.C.ve J. GILLES. 1969. The Formation of Bitterness in Cheese: a Critical Evaluation . N.Z.J.Dairy Technology, 4 (4):189-196.

LAWRENCE, R.C., L.K. CREAMER, J. GILLES. 1987. Texture Development During Cheese Ripening. Journal of Dairy Science, 70:1748-1760.

LEHRGÖGE, K. Sekundöre Proteolyse. Deutscbe Milchwirtschaft, 4: 445 p.

LEMIEUX, L., R.E. SIMARD. 1991. Bitter Flavour in Dairy Product . A Reviev of the Factors Likely to İnfluence its Development, Mainly in Cheese Manufacture. Lait, 71:559-636.

LUCEY, J. J. KELLY. 1994. Cheese Yield. Journal of the Society of Dairy Technology, 47 (1):1-13.

LUİS, J.R.B., Y. Redondo, E.F. Cristian, E. Flanagan, J.P. Francisco, A.I. Marta M. Renobales, E.F. García. 2005. International Dairy Journal, 15 (4):371-382.

LYNE, J. 1995. Improving Cheese Flavour. In 4.th Cheese Symposium National Dairy Products Research Center Moorepark, p.46-50.

MALLIA, S., E. FERNÁNDEZ-GARCÍA , J.O. BOSSET. 2005. Comparison of Purge and Trap and Solid Phase Microextraction Techniques for Studying the Volatile Aroma Compounds of Three European PDO Hard Cheeses. International Dairy Journal, 15 (6-9):741-758.

MARTINEZ, M.C., P.F. DE PALANICA, T.R.C. PALAEZ. 2001. Enzymatic Acceptebility of *Lactobacillus casei subsp. casei*. IFPL-731 for Flavour Development in Cheese. International Dairy Federation, 2 (8):577-785.

MC SWEENEY, P.L.M. M.J. SOUSA. 2000. Biochemical Pathways for the Production of Flavour Compounds in Cheese During Ripenning. Lait, 80:293-324.

MC SWEENEY, P.L.M. 2004. Biochemistry of Cheese Ripening: Introduction Overview. ”In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Ed. P.F.Fox, P.L.H. McSweeney, T.M.Cogan, T.P. Guinee. Third Edition, General Aspects, Vol:1, 347-360.

MC SWEENEY, P.LH., 2007a. How Can the Problem of Bitterness in Cheese be Solved. “In: Cheese Problem Solved, Ed.P.L.H.Mc sweeney”, Woodhead Published Limt., Cambridge, England , No:89, p.194.

MC SWEENEY,P.LH., 2007b. What Enzymes from Starter Contribıte to Cheese Ripening , “In: Cheese Problem Solved, Ed.P.L.H.Mc sweeney”, Woodhead Published Limt., Cambridge, England, No:23, p.48.

MC SWEENEY, P.LH. 2007c. Conversion of Milk to Curd. “In: Cheese Problem Solved, How Does Rennet Coagulate Milk, Ed. P.L.H. Mc sweeney”, Woodhead Published Limt., Cambridge, England, No:32, p. 48.

MC SWEENEY, P.LH. 2007d. What Factors Affect the Retention in Cheese Curd, ” In: Cheese Problem Solved, Ed.P.L.H.Mc sweeney”,Woodhead Published Limt., Cambridge, England, No:28, p. 57.

MC SWEENEY, P.LH., 2007e. How does Flavour Develop in Cheese During Ripening, "In: Cheese Problem Solved, Ed.P.L.H.Mc sweeney", Woodhead Published Limt., Cambridge, England, No:88, p.191.

MELILLI , C., D.M. BARBANO, M. CACCAMO, L. TUMINELLO, S. CARPINO, G. LICITRA. Interaction of Brine Concentration, Brine Temperature, and Presalting on Salt Penetration in Ragusano Cheese. Journal of Dairy Science, 89:1420-1438.

MENDIA, C., F.J. IBARIEZ, P. TORRE, Y. BARCINA. Effect of Pasteurization and Use of Native Starter Culture on Proteolysis in Ewe's Milk Cheese. Food Control, 11 (3):195-200.

MERDIVAN, M., E. YILMAZ, C. HAMAMCI, R.S. AYGUN. 2004. Basic Nutritions and Elements Contends of White Cheese of Diyarbakır in Turkey. Food Chemistry, 87: 163-171.

METİN, M., G.F. ÖZTÜRK. 2002. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Meslek Yüksek Okulu Basımevi, İzmir.

MICHAELIDOU, A.A., E. ALICHANIDIS, H. URLAUB, A. POLYCHRONIADOU, G.K. ZERFIRIDIS. 1998. Isolation and Identification of Some Major Water Soluble Peptides in Feta Cheese. Journal of Dairy Science, 81:3109-3116.

MICHAELIDOUA, A. KATSIARIB, M. C. KONDYLIB, E. VOUTSINASB, L.P. ALICHANIDISA. 2003. Effect of a Commercial Adjunct Culture on Proteolysis in Low-Fat Feta-Type Cheese. International Dairy Journal, 13:179-189.

MOATSOU, G. A. HATZİNAKİ, I. KANDARAKİS, E. ANİFANTAKİS. 2003. Nitrogenous Fractions During the Manufacture of Wheyy Protein Concentrates from Feta Cheese Whey. Food Chemistry, 81 (2):209-217.

MOHANTY, A.K., U.K. MUKHOPADHYAY, S. GROVER, V.K. BATISH. 1999. Bovine Chymosin: Production by r-DNA Technology and Application in **C**heese " Alınmıştır. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzim Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi", Yaşar, K., 2007, Doktora Tezi, Adana, 134 s.

MONET, V., S. CONDON, T.M. COGAN, J.C. GRIPON. 1995. Metabolism of Starter Culture. Chapter:3. "In: Dairy Cultures. Editors: T.M.Cogan, J.P. Accolalas", Willey-VCH Publisher, New York, p. 69-70

MORRIS, H.A., GUINEE, T.P. ve FOX, P.F. 1985. Salt Diffusion in Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 68:1851-1858.

MUTLAG, M., R. AL-OTAİBİ, W. ANDREW. 2006. Effect of Chymosin Reduction and Salt Substitution on the Properties of White Salted Cheese International Dairy Journal, 16 (8), p.903-909.

NIELSEN, E.W. J.A. ULUM. 1989. Dairy Technology 2. Danish Turkey Dairies Ltd., Denmark, 286 p.

OKTAR, E. 1975. İzmir Şartlarında Manda Sütlerinden Beyaz Peynir Yapım İmkanları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, İzmir.

OTAIBI, M.M., R.A. WILBEY. 2005. Effect Of Chymosin and Salt Reduction on the Quality of Ultrafiltrated White-Salted Cheese. Journal of Dairy Research, 72:234-242.

OTAIBI, M.M., R.A.WILBEY. 2006. Effect of Chymosin and Salt Reduction on the Quality of Ultrafiltrated White-Salted Cheese. Journal of Dairy Research, 16:903-909.

OYSUN, G., Z. ALPKENT. 1988. Peynirsuyu Proteininin Farklı pH Derecelerinde Isı ile Denatürasyonu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Zirrat Fakültesi Dergisi, 3 (1):51-63.

OYSUN, G. 1996. Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri. E.Ü.Z.F. Süt Teknolojisi Bölümü. Yardımcı Ders Kitabı. Bornova. İzmir.

ÖZCAN, T., F. ERBİL, E. KURDAL. 1998. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. İçme Sütü, IV. Süt ve Ürünleri Sempozyumu. İstanbul, 1998, Sayfa 31-41.

ÖZACAN, S., H.Z. ŞENYUVA. 2006. Improved and Simplified Liquid Chromatography / Atmospheric Pressure Chemical Ionization Mass Spectrometry Method Fort He Analysis Of Underivatized Free Amino Acids İn Various Foods. Journal of Chromatography A, 1135:179 – 185.

ÖZCAN, T. 2000. Starter, Proteaz ve Lipaz Kullanımının Mihaliç Peynirinin Olgunlaşma Süresine Etkisi. Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa, 147 s.

ÖZTEK, L. 1981. *Rhizomucor miehei* Küf Mantarından Elde Edilen Mikrobiyel Maya "Hannilase" nın Beyaz Peynir ve Kaşar Peyniri Yapımında Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Erzurum, 147 s.

PAPPA, E.C., E.M. KANDARAKIS, R. ANIFANTAKIS, G.K ZERFIRIDIS. 2006. Influence of Types of Milk and Culture on the Manufacturing Practices, Composition and Sensory Characteristics of Teleme Cheese During Ripening. Food Control, 17 (7): 570-581.

PARK, Y.V., Y.K. JIN. 1998. Proteolytic Patterns of Caciotta and Monterey Jack Hard Goat Milk Cheeses as Evaluated by SDS–PAGE and Densitometric Analyses. Small Ruminant Research, 28 (3):263-272.

PETTERSON, S.D., R.T. MARSHALL. 1990. Non Starter Lactobacilli in Cheddar Cheese, Journal of Dairy Science, 73:1395 -1410.

POLA, C., RAMONS, M., SANCHES, R. 1985. Food Chemistry, 16 (3): 85-87.

PUCHADES, R., L. LEMİEUX, R.E. SIMARD. 1989. Evolution of Free Amino Acids During Ripening of Cheddar Cheese Containing Added *Lactobacilli* Strains, Journal Food Science, 54:885-888.

RAMANAUSKAS, A.N.P., A.Ç, JOSEPH, E. SCHLESSER, J.A. DAVID. 1998. Modeling Monitoring and Control Strategies for High Temperature Short Time Pasteurization Systems 3. Statistical Monitoring of Product Lethality and Process Sensor Reliability. Food Control, 9 (1): 29-47.

RANK, T.C. R. GRAPPIN, N.F. OLSON. 1985. Secondary Proteolysis of Cheese During Ripening. American Dairy Science Association, "In: Journal of Dairy Science", Vol: 68, No: 4 801-805.

RAYNAL, K., F. REMEUF. 2000. Effect of Storage at 4 °C on the Physico-chemical and Renneting Properties of Milk: a Comparison of Caprine, Ovine and Bovine, Journal of Dairy Research, 67**:**199–207.

RHAM, O., A.T. ANDREWS. 1982. Qualitative and Quantitative Determination of Proteolysis in Mastitic Milks. Journal of Dairy Research, 49:587–596.

REHMAN, S., P.L.H. MC SWEENEY, J.M. BANKS, E.V. BRECHANY, D.D. MUIR, P.F. FOX. 2000. Ripening of Cheddar Cheese Made from Blends of Raw and Pasteurised Milk. International Dairy Journal, 10 (1-2): 33-44.

ROGELJ, I., B. PERKO, A. FRANCKY, V. PENCA, J. PUNGERCAR. 2001. Recombinant Lamb Chymosin as an Alternative Coagulating Enzyme in Cheese Production. Journal of Dairy Science, 84 (5): 1020-1026.

RYNNE, N.M., T.P. BERESFORD, P. TIMOTHY, G.E KELLY. 2008. Effect of High-Pressure Treatment of 1 day Old Full-Fat Cheddar Cheese on Subsequent Quality and Ripenning. Innovative Food Science Emerging Technologies, 9 (4): 429-440.

SADEK, G.M., M.G. HAMED. 1955. Some Chemical Properties of Market Samples of Domietta Cheese D.S.A, 17 (8), p. 697.

SALAUN, F., B. MIETTON, F. GAUCHERON. .2005. Buffering Capacitiy of Dairy Products. International Dairy Journal, 15: 95-109.

SALDAMLI, I., M. KAYTANLI. 1998. Utilization of Fromase, Maxiren and Rennilase as Alternative Coagulating Enzymes to Rennet in Turkish White Cheese Production. Milchwissenschaft, 53 (1):22-25.

SARANTINOPOULUS, P., G. KALANTZOPOULOS, E. TSAKALIDOU. 2002. Effect of Enterococcus Faecium on Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristic of Greek Feta Cheese. International Journal of Food Microbiology, 76: 93-105.

SCANCALAPORE, V., LONGONE. 1988. Rapid Methods for Measuring the Degree of Proteolysis as Cheese Ripening Index. Milchwissenschaft, 43 (6):88-92.

SALAUN, F., B. MIETTON, F. GAUCHERON. 2005. Buffering Capacitiy of Dairy Products, International Dairy Journal, 15:95-109.

SHEEHAN, J.J. 2007. What are Starters and What Starter Types are Used for Cheesemaking. "In: Cheese Problems Solved, Ed.P. L.H. Mc Sweeney", No:18, p. 36.

STEELE J.L, G. ÜNLÜ. 1992. Impact of Lactic Acid Bacteria on Cheese Flavor

Development Food Technology, 46:128-135.

SPINNLER, H.E, N.L. PERLAT. 2007. What are Typical Calcium Level in Different Cheese. "In: Cheese Problem Soved, Ed.P.L.H.McSweeney", Woodhead Published Limt., Cambridge, England, No:72:157 p.

SYNDER, L.R., J.J. KIRLAND, J.L. GLAJCH. 1997. Practical HPLC Method Development, "In: HPLC Method for Analysis of Amino Acids in Fish Usüng o-Phthaldialdehyde Precolumn Derivatization, Ed. F.R.Antoine, C.I.Wei, R.C. Littell, M.R. Marshall", Journal Agriculture Food Chemistry,1999, 47:5100-5107.

ŞEHİDİ, G., 1974. *Endothia Paracitica'*dan Elde Edilen Pıhtılaştırıcı Enzimlerle (Suparen) İşlenmiş Bazı Yerli Peynirlerimizin Teknolojik Nitelikleri Üzerine Araştırma. "Alınmıştır: Farklı Pıhtılaştırıcı Enzim Kullanımının Ve Olgunlaşma Süresinin Kaşar Peyniri Özellikleri Üzerine Etkisi, Ed. K. Yaşar, 2007", Doktora Tezi, Adana, 134 s.

ŞİMŞEK, O. 1989. Yüksek Derecelerde Isıtılan Sütten Beyaz Peynir Yapımı, Peynirin Özellikleri, Randıman ve Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir.

SOUSA, M.J., Y. ARDÖ, P.L.H. McSWEENEY. 2001. Advances in the Study of Proteolysis During Cheese Ripening. International of Dairy Journal, 11 (4-7): 327-345.

TEKİN, V.N. 2006. SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri. 274 s.

TEKİNŞEN, O.C., 1997. Süt Ürünleri Teknolojisi. Selçuk. Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, 326 s.

TONGUÇ, İ.E., O. YERLİKAYA, C. KARAGÖZLÜ. 2007. Gıda Mühendisliği 5. Kongresi. Ankara, 2007, Sayfa 167- 171.

TZANETAKIS, N., A.V. ULOU-MASTROJIANNAKI, E. LITOPOULOU-TZANETAKI. 1995. The Quality of White Brined Cheese From Goat's Milk Made with Different Starters. Food Microbiology, 12 (1):55-63.

UMAGAT, H., P. KUCERA, L.F. WEN. 1982. Total Amino Acid Analysis Using Pre-column Fluorescence Derivatization."In: HPLC Method for Analysis of Amino Acids in Fish Usüng o-Phthaldialdehyde Precolumn Derivatization, Ed. F.R.Antoine, C.I.Wei, R.C. Littell, M.R. Marshall", Journal Agriculture Food Chemistry,1999, 47:5100-5107.

UPADHYAY, V.K., P.L.H. MCSWEENEY, A.A.A. MAGBOUL. P.F. FOX. 2004. Proteolysis. "In: Cheese During Cheese Ripenning in Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology", Elsevier Academic Pres, Amsterdam, Vol:1, p. 392-433.

URAZ, T.1992. Peynir Teknolojisi. Ders Notları, Ankara, 135 s.

URAZ, T., N. GENCER. 2000. Beyaz Peynirde Kalıp Büyüklüğü ve Salamura Miktarının Tuz Alımı Üzerine Etkisi. Turkish Journal Agriculture and Forestry, 24: 621-628.

URBACH, G. 1995. Contribution of Lactic Acid Bacteria to Flavour Compound Formation in Dairy Products, Akademik Gıda Dergisi, Ocak-Şubat 2006, Sayı:19, 24 s.

UYSAL, H.R. 1996. Değişik Miktarlarda Kültür Kullanılarak Üretilen Beyaz Peynirlerde Proteoliz Düzeyi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (1):107-114.

UYSAL, H., Ö. KINIK, G. KAVAS. 2004. Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri. Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 560, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 101 s.

UZMAY, A.2007. Türkiye Süt Sığırcılığında Ekonomi Politikası. Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı 2007. İzmir, 25-26 Ekim 2007, sayfa 52. Bildiriler Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, İzmir. 431 s.

ÜÇÜNCÜ, M., 1971. Çeşitli Starterlerle İşlenen Beyaz Peynirlerin Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi. Ankara, 174 s.

ÜÇÜNCÜ, M. 1981. İnek ve Koyun Sütlerinden İmal Edilen Beyaz Peynirlerde Olgunlaşma Sürecindeki Serbest Amino Asit Birikiminin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Dergisi, Sayı: 2, Sayfa: 1-36.

ÜÇÜNCÜ, M., 1991. Peynir Yapımında Tuzlama Teknikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Her Yönü ile Peynir, II. Milli Süt ve Üürünleri Sempozyumu, Tekirdağ, 1991, s. 108-115.

ÜÇÜNCÜ, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi 1. Meta Basım, İzmir, 542 s.

ÜSTÜNOL, Z., R.J. BROWN. 1985. Effect of Heat Treatment and Post Treatment Holding Time or Rennet Clotting of Milk. Journal of Dairy Science, 68: 526-530.

ÜSTÜNOL, Z., C.L. HICKS. 1990. Effect of Milk-Clotting Enzymes on Cheese Yield. Journal of Dairy Science, 73 (1):8-16. "Alınmıştır. Farklı Pıhtılaştırıcı Enzim Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Kaşar Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi", Ed. K.Yaşar, 2007, Doktora Tezi, Adana, 134 s.

VASSILIADIS, A., PISONI, L., NIKOLAOU, S., ARVANITIS, L., TZANETAKIS, N., LITOPOULOU. 2008. Changes in Microbial Populations, "In: Kinds of Lactic Acid Bacteria and Biochemical of Greek Traditional Feta Cheese During Ripenning", Original Research, Vol:62, p. 43-46.

VISSER, F. 1977. Contribution of Enzymes from Rennet, Starter Bacteria and Milk to Proteolysis and Flavour Development in Gouda Cheese. II. Development of Bitterness and Cheese Flavour Development of Bitterness and Cheese Flavour. Netherlands Milk and Dairy Journal, 31:188-200.

VİSSER, S. 1993. Proteolitic Enzymes and their Relation to Cheese Ripenning and Flavour. Journal of Dairy Science, 76:329-350.

YAYGIN, H., S. KILIÇ. 1993. Süt Endüstrisinde Saf Kültür. Altındağ Matbacılık, İzmir, 108 s.

YEŞİLYURT, S. 1992. *Rhizomucor miehei'* den Elde Edilen Fromase ve Rennilase Peynir Mayalarının Beyaz Peynir Yapımında Kullanılmaları Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi, İzmir.

YETİŞMEYEN, A., M. ÇİMER, S. ÖZER, S. ODABAŞI, O. DEVECİ. 1998. Ulltrafiltrasyon Tekniği ile Salamura Beyaz Peynir Üretiminde Kalite Üzerine Değişik Maya Enzimlerinin Etkisi. Gıda, 23 (1):3-9.

YIM, B., N.Y. FARKYE, SHAKEEL-UR-REHMAN, E.R. VEDAMUTHU. 2000. An Examination of the Bacterial Population and Their Lactate Dehydrogenase Activities in Cheddar Cheese with Calcium Lactate Crystal Defect. "Alınmıştır. Ed. P. Aydınol, T. Özcan" , Peynirde Kalsiyum Laktat (Ca-Laktat) Kristalizasyonu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1):81-91.

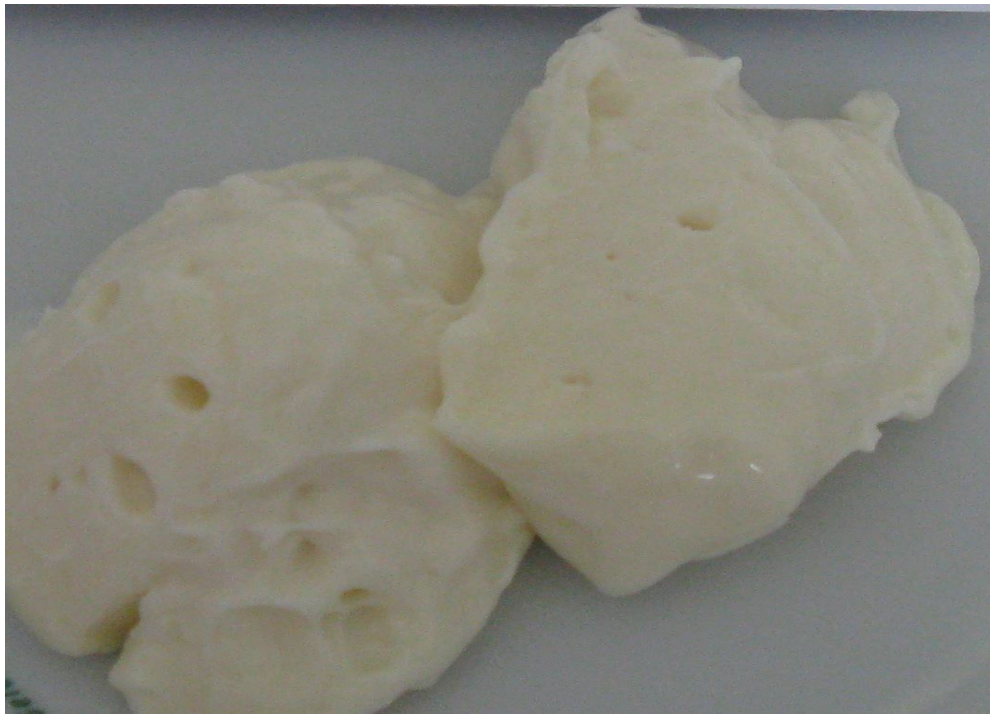
YVON, M., L. RİJNEN. 2001. Cheese Flavour Formation By Amino Acid Catabolism. International Dairy Journal, 11:185-201.

WALTNER, B., A. SCHIMID, R. SIEBER, K. WEHREMÜLLER. 2008. Cheese in Nutrition and Health. Dairy Science and Technology, 88:389–405.

WIJESUNDERA,C., L. DRURY, K. M. MARAPPAN, S. GUNASEKARAN, U.D.W. EVERE. 1998. Flavour Development and Distribution of Fat Globule Size and Shape in Cheddar-Type Cheeses Made from Skim Milk Homogenised with AMF or its Fractions, Australian Journal of Dairy Technology, 53: 107.

WALLENCE, K.L., P.F. FOX. 1997. Effect of Adding Free Amino Acids to Cheddar Cheese Curd on Proteolysis, Flavour and Texture Development. International Dairy Journal, 7 (2-3):157-167.

EK-1

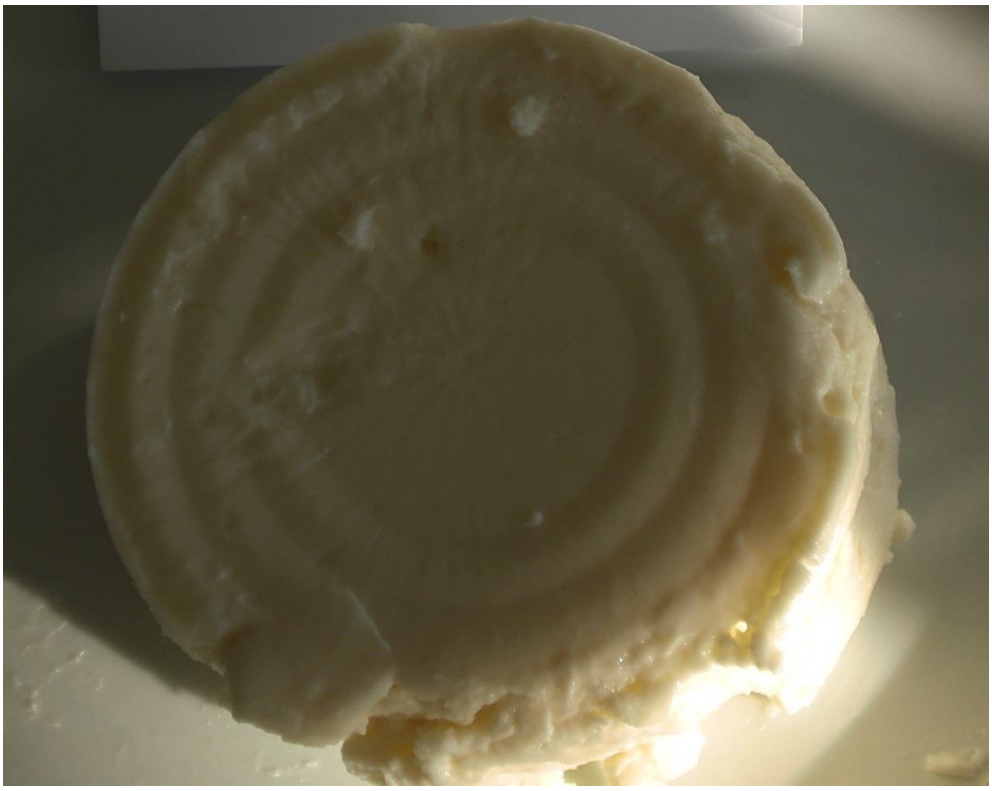




Resim 1. Kültür ilave edilmeden hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüşü (A) (90.gün)



Resim 2. Kültür ilave edilmeden mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (B) (90. gün)





Resim 3. 5 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (C) (90.gün)



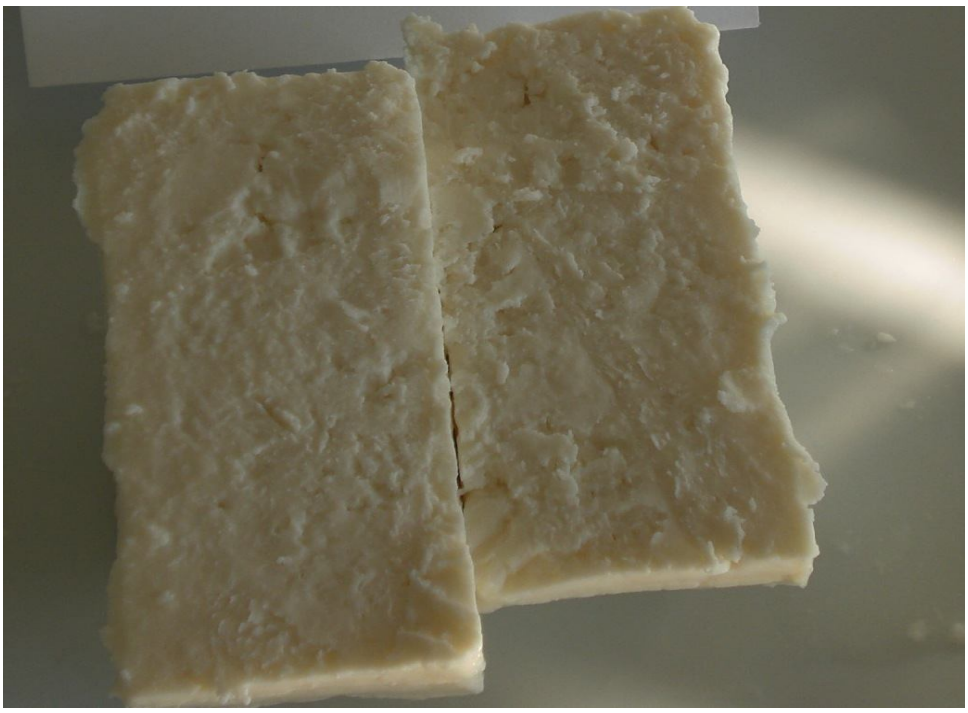


Resim 4. 5 DCU/ ton kültür oranı+ mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (D) (90.gün)



Resim 5. 10 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (E) (90.gün)





Resim 6. 10 DCU/ ton kültür oranı + mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (F) (90.gün)





Resim 7. 20 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (G) (90. gün)

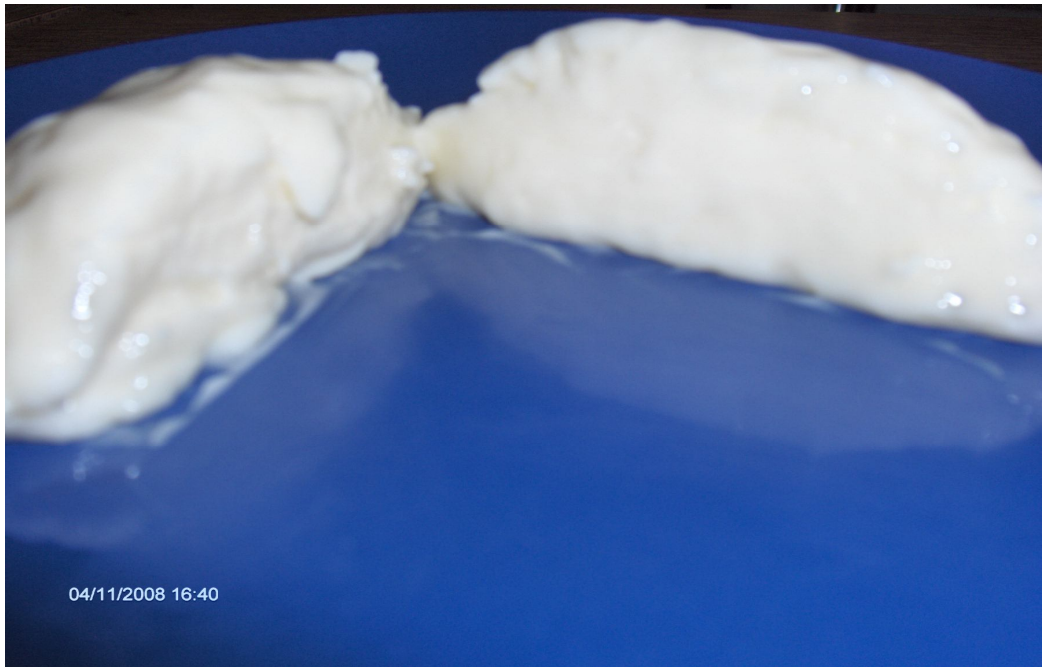




Resim 8. 20 DCU/ ton kültür oranı+ mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (H) (90. gün)

EK-2



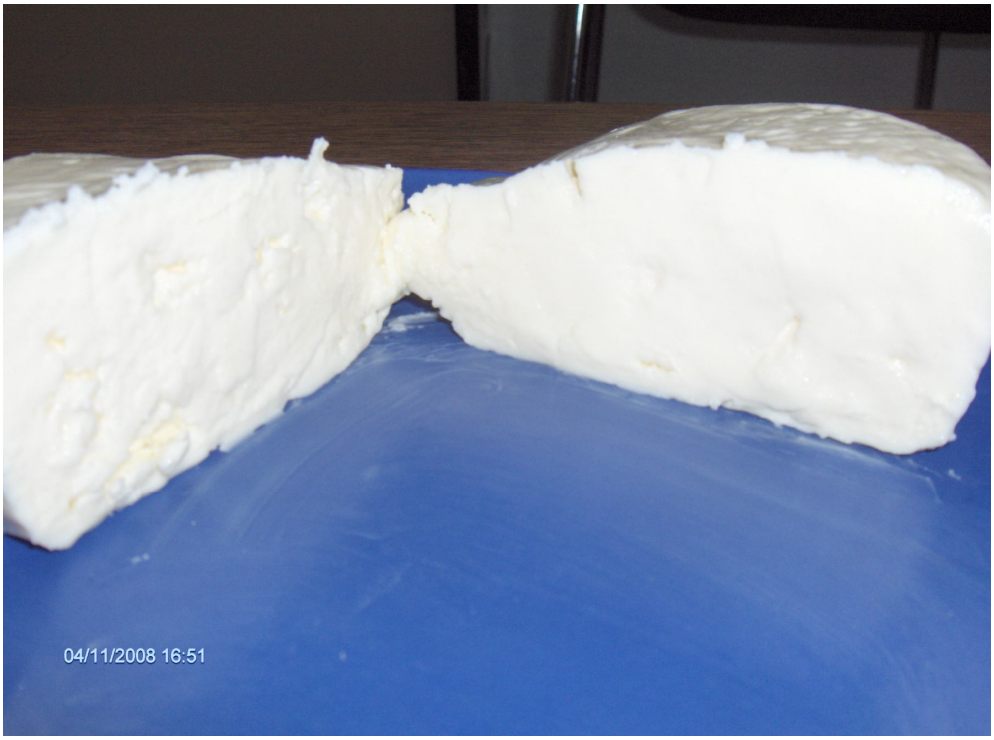


Resim 1. Kültür ilave edilmeden hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (A) (90. gün)



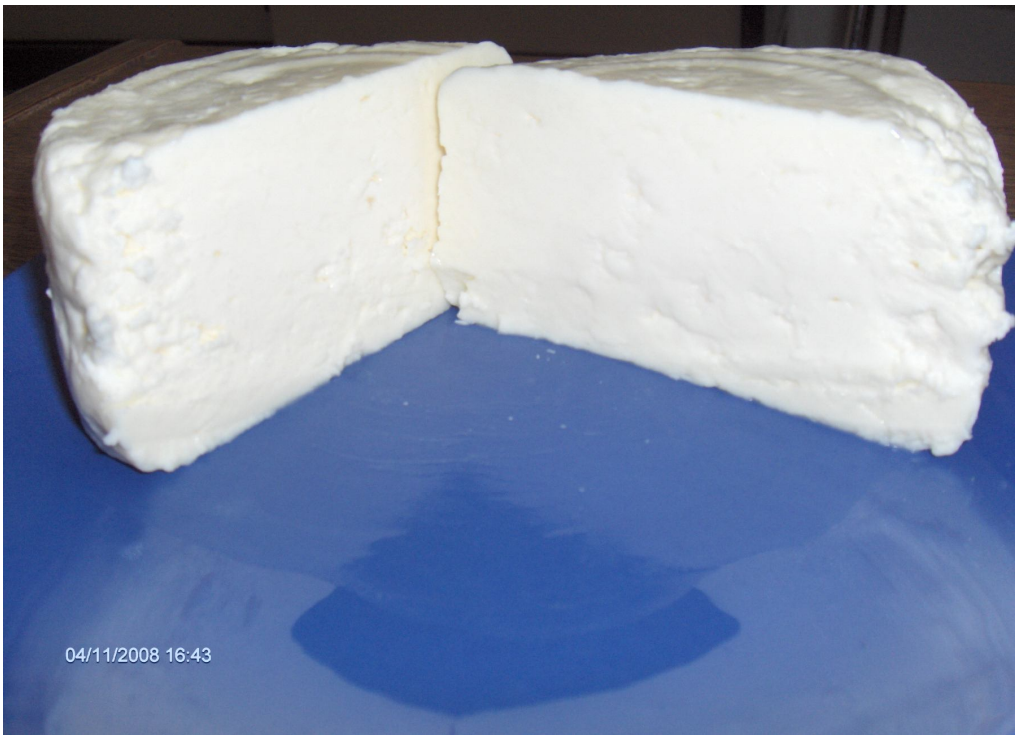
Resim 2. Kültür ilave edilmeden mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüşü (B) (90. gün)





Resim 3. 5 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (C) (90. gün)





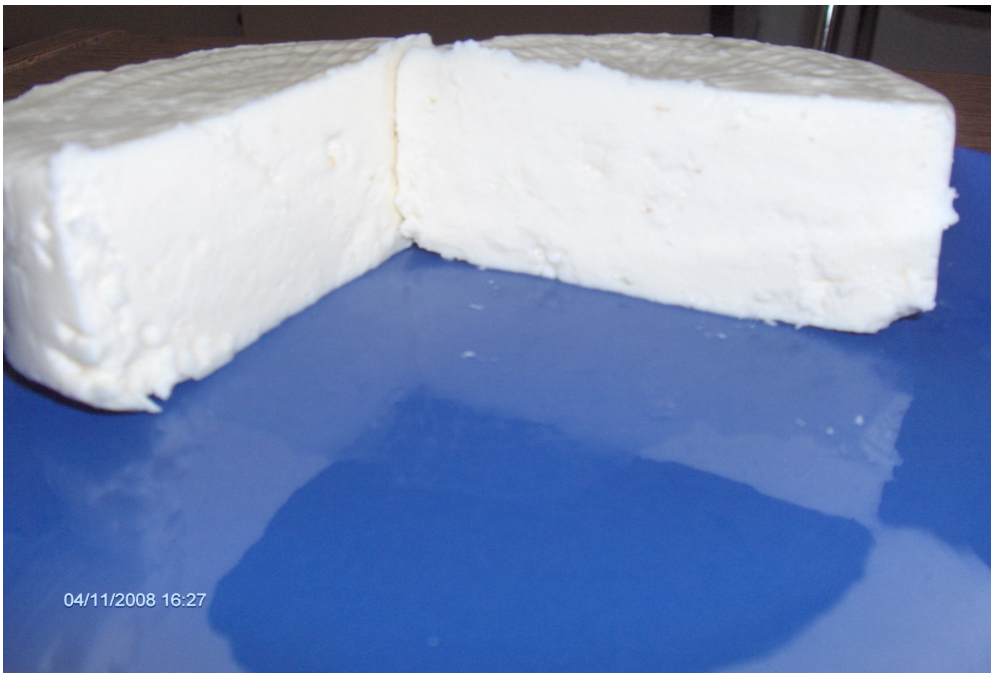
Resim 4. 5 DCU/ ton kültür oranı+ mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (D) (90. gün).





Resim 5. 10 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (E) (90. gün)





Resim 6. 10 DCU/ ton kültür oranı+ mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (F)





Resim 7. 20 DCU/ ton kültür oranı+ hayvansal rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (G) (90. gün)





Resim 8. 20 DCU/ ton kültür oranı+ mikrobiyel rennin enzimi ile üretilen beyaz peynirin görünüş ve kesiti (H) (90. gün)

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Niğde'de doğmuş olup ilk, orta ve lise öğrenimini İzmir' de tamamlamıştır. 1991-1995 yılları arasında lisans eğitimini Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümünde tamamlamıştır. 1997-2000 yılları arasında yine aynı üniversitede ve aynı bölümde yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 1998-2002 yılları arasında Karacabey/ Bursa Sütaş A.Ş' de Kalite Sağlama Uzmanı ve Beyaz Peynir Üretim Mühendisi, 2003-2004 yılında Bursa Eker A.Ş' de Peynir Üretim Mühendisi olarak çalışmıştır. 2005 yılında Balıkesir/ Yörsan A.Ş' de Kalite Sağlama Ar/ Ge Yöneticisi olarak çalışmaya başlamış olup halen aynı firmada çalışmaya devam etmektedir. Evli ve bir kız çocuğu annesidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana tanıdıkları olanaklardan dolayı YÖRSAN A.Ş Genel Müdürü Sayın İzzettin Yörük' e çok teşekkür ederim.

Doktora çalışmam sırasında beni yönlendiren, destekleyen ve deneyimlerinden yararlandığım sevgili danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Tülay Özcan'a ve ayrıca yine deneyimlerinden ve engin bilgisinden yararlandığım her zaman yanımda olan sevgili hocam Prof. Dr. Sevda Kılıç'a çok teşekkür ederim. Tez izleme Komitesi üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Arzu Akpınar Bayizit'e, Doç. Dr. Mehmet Koyuncu' ya çalışmalarımıza yönelik yapmış oldukları bütün katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Projenin gerçekleşmesine katkılarından dolayı Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonununa teşekkür ederim.

İstatistik çalışmalarında bana yol gösteren ve yanımda olan arkadaşım Araş. Gör. Muazzez Polat'a ve sevgili arkadaşım Doç. Dr. Hülya Özkul'a, Doktora tezimin her aşamasında yanımda olarak bana manevi yönden destek olan YÖRSAN çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca doktora çalışmalarımın her aşamasında gösterdiği destek, sabır ve anlayış için eşim Ender Vapur'a ve her zaman desteğini hissettiğim ve yanımda olan anneme ve babama, varlığı ile bana mutluluk veren kızım Beren'e çok teşekkür ederim.