T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİĞ SÜTTEN ÜRETİLEN YAĞI AZALTILMIŞ BEYAZ PEYNİRİN BAZI MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE IŞINLAMANIN ETKİSİ

Kevser VURAL YILDIZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Öğretim üyesi Dr. ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR ve Prof. Dr. Buket Mutlu AKIN danışmanlığında, Kevser VURAL YILDIZ'ın hazırladığı **"Çiğ sütten üretilen az yağlı beyaz peynirin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine ışınlamanın etkisi"** konulu bu çalışma 21/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Çağım AKBULUT ÇAKIR .....

Üye : Prof. Dr. M. Serdar AKIN .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR .....

Bu Tezin Gıda Mühendsiliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İsmail HALİLİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No:16158

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
ŞEKİLLER DİZİNİ IV
ÇİZELGELER DİZİNİ V
1.GİRİŞ 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
3. MATERYAL ve YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.1.1. Çiğ süt 10
3.1.2. Peynir mayası 10
3.1.3 Kalsiyum klorür (CaCl2) 10
3.1.4 Kaya Tuzu (NaCl) ve Salamura 10
3.1.5 Ambalaj materyali 11
3.1.6 Üretimde kullanılan alet ve ekipmanlar 11
3.2. Yöntem 11
3.2.1. Peynir Üretimi 11
3.2.2. Peynirlerin Işınlanması 17
3.2.3. Çiğ Sütte ve Peynir Altı Suyunda Yapılan Analizler 20
3.2.3.1. pH Değeri 20
3.2.3.2. Titrasyon Asitliği 20
3.2.3.3. Yağ Oranı 20
3.2.4. Beyaz Peynirde Yapılan Analizler 20
3.2.4.1. pH Değeri 20
3.2.4.2. Titrasyon Asitliği Tayini 20
3.2.4.3. Kurumadde Tayini 21
3.2.4.4.Yağ Tayini 21
3.2.4.5. Tuz Tayini 21
3.2.4.6. Kül Tayini 21
3.2.4.7. Peynirde Kazein Fraksiyonlarının Elektroforetik Yöntemle Belirlenmesi 21
3.2.5. Peynirde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler 23
3.2.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB) 23
3.2.5.2. Maya ve Küf Sayımı 23
3.2.5.3. Laktobasil Sayımı 24
3.2.5.4. Laktokok Sayımı 24
3.2.5.5. Koliform Grubu Bakteri Sayımı 24
3.2.5.6. *Escherichia coli* Sayımı 24
3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler 25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 26
4.1.Süt ve Peynir Altı Suyu Örneklerinin Kimyasal Değişimleri 26
4.2. Peynir örneklerinin kimyasal değişimleri 27
4.2.1. pH Değeri Tayini 28
4.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri Tayini 29
4.2.3. Kurumadde Tayini 30
4.2.4. Yağ Tayini 31
4.2.5. Tuz Tayini 21
4.2.6. Kül 34
4.3. Peynirde Kazein Fraksiyonlarının Elektroforetik Yöntem Sonuçları 35
4.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları 39
4.4.1. Toplam aerob mezofil genel canlı sayısı 39
4.4.2. Koliform grubu ve *Escherichia coli* mikroorganizma sayısı 41
4.4.3. Maya ve Küf Sayımı 23
4.4.4. *Lactococcus* sayısı 46

4.4.5. *Lactobacillus* sayısı 47
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 49
KAYNAKLAR 51
ÖZGEÇMİŞ 56

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇİĞ SÜTTEN ÜRETİLEN YAĞI AZALTILIMIŞ BEYAZ PEYNİRİN BAZI MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE IŞINLAMANIN ETKİSİ

Kevser VURAL YILDIZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR
II. Danışman: Prof.Dr. Buket Mutlu AKIN
YIL: 2019, Sayfa: 56

Ülkemizde özellikle geleneksel peynirlerin küçük ölçekli işletmeler veya aile işletmelerinde üretiminde çiğ sütün pastörize edilmeden doğrudan kullanımı yaygın bir uygulamadır. Peynir üretiminde çiğ süt kullanımı mikrobiyolik riskler taşıdığı halde, bugün ülkemizde üretilen çoğu geleneksel peynirin starter kültürünün bulunmayışı nedeniyle, pastörizasyon, doğal florayı bozup, ürünün tipik tat-aromasını değiştirdiğinden tercih edilmemektedir. Bu çalışmada çiğ sütten üretilen peynirlerin ışınlama işlemi ile mikrobiyolojik olarak güvenli hale getirilebilme olanağı araştırılmıştır. Üretilen yağsız beyaz peynir örnekleri 1 gece salamurada bekletildikten sonra vakum paketlenmiş ve 3 gruba ayrılarak herbir gruba sırasıyla 1 kGy, 2kGy ve 3kGy dozlarda Gama Işınlama işlemi uygulanmıştır (TAEK/SANAEM). Kontrol grupları olan ışınlama işlemi uygulanmamış pastörize süt ve çiğ süt peynirleriyle birlikte toplam 5 grup peynir üretilmiştir. Peynir örneklerinin 4±1 °C'de 60 günlük depolama sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri analiz edilmiştir. Genel bileşim analizi üretimin 1. haftası içinde, diğer analizler üretimin 1, 30 ve 60. günlerinde yapılmıştır.Sonuç olarak ışınlamanın peynirlerin mikrobiyolojik yükünü azaltığı ve kontrol gurubu peynirlerden farklı kimyasal değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *Gıda Işınlama, ışınlanma dozu, beyaz peynir, yağsız peynir*

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF IRRIGATION ON SOME MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF WHITE CHEESE OIL REDUCED FROM RAW MILK
Kevser VURAL YILDIZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineer

Supervisor: Assist. Prof. Dr. ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR
II.Supervisor: Prof. Dr. Buket Mutlu AKIN
YIL: 2019, Sayfa:56

Direct use of raw milk without pasteurisation is a wide spread aplication in our country particularly in the production of traditional cheese types at family owned or small dairy plants. Although use of raw milk in cheese making carry microbiological risks, due to the absence of starter culture for most traditional cheese types produced in our country today, pasteurisation is not preferred as it impairs natural flora and changes the typical taste and aroma of the product. In this study, we investigated the potential of making the raw milk cheese microbiologicaly safe by irradiation process. White cheese samples are vacuum packed after holding in brine for 1 night, divided into 3 groups and gamma irradiation was applied to each group at 1, 2 and 3 kGy doses respectively (TAEK/SANAEM). Together with control groups pasteurised milk cheese and raw milk cheese that are not irradiated, 5 groups of cheese were produced in total. Chemical and microbiological properties of cheese samples were analyzed during 60 days of storage at 4±1 °C. General composition analysis was done in the first week of production; other analyses were done at 1, 30 and 60th days of the production. As a result, it was observed that irradiation decreased the microbiological load of the cheeses and there were no different chemical changes from the control group cheeses.

KEY WORDS: *Food irradiation, dose, feta cheese, low-fat.*

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın. Dr. Öğr. Üyesi Çağım AKBULUT ÇAKIRA' a, ve ilk deneme ve analizlerin yapılması sürecinde danışmanlığımı üstlenen eş danışmanım Sayın Prof. Dr. Buket Mutlu AKIN' a, peynir üretim aşamalarında ve laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Prof. Dr. M. Serdar AKIN'a tez süresince araştırmalarımda yardımcı olan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN' a ve Sayın Arş. Gör. Dr. Büşra PALABICAK' a, tez çalışmamda bana maddi ve manevi yardımcı olan aileme (Cemile VURAL, Eyyüp VURAL ve M. Ali VURAL) ve sevgili eşim Servet YILDIZ' a teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çiğ süt ve pastörize sütten beyaz peynir üretim akım şeması. 14
Şekil 3.2. Peynirlerin Ambalaj Öncesi Süzdürülme İşlemi 15
Şekil 3.3. Ambalajlanmış Peynir Örnekleri....15
Şekil 3.4. "İzotop" marka, "Ob-Servo Sanguis Co-60 Research Irradiator" Model Gama Işınlama Cihazı 17
Şekil 3.5. Gama Işınlama Cihazı Numune Sepeti 17
Şekil 3.6. Numune Sepetinin Gama Işınlama Cihazına Yerleştirilmesi 18
Şekil 3.7. Işın Uygulaması (1 kGy)....18
Şekil 4.1. Peynirler için 1.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları 34
Şekil 4.2. Peynirler için 30.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları....35
Şekil 4.3. Peynirler için 60.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları....35
Şekil 4.4. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince TAMB sayısı değişimi....37
Şekil 4.5. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince koliform grubu sayısı değişim 39
Şekil 4.6. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince Escherichia coli sayısı değişimi....40
Şekil 4.7. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince Maya ve küf sayısı değişimi 43
Şekil 4.8. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince Lactococcus sayısı değişimi 44
Şekil 4.9. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince Lactobacillus sayısı değişimi 45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Işınlamış süt ürünleri, ışın tipi, dozu ve sonuçları 9
Çizelge 4.1. Süt ve peynir altı suyu örneklerinin kimyasal değişimleri 25
Çizelge 4.2. Peynir örneklerinin 60 günlük depolama süresince kimyasal değişimleri 26
Çizelge 4.3. Peynir örneklerinin pH değerleri 27
Çizelge 4.4. Peynir örneklerinin asitlik değerleri 28
Çizelge 4.5. Peynir örneklerinin kuru madde değerleri 29
Çizelge 4.6. Peynir örneklerinin yağ değerleri 30
Çizelge 4.7. Peynir örneklerinin kuru maddede yağ değerleri 30
Çizelge 4.8. Peynir örneklerinin tuz değerleri 31
Çizelge 4.9. Peynir örneklerinin kuru maddede tuz değerleri 31
Çizelge 4.10. Peynir örneklerinin kül değerleri 32
Çizelge 4.11. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı 38
Çizelge 4.12. Koliform grubu bakteri sayımı 39
Çizelge 4.13. *Escherichia coli* mezofilik bakteri sayımı 40
Çizelge 4.14. Maya ve küf grubu bakteri sayımı 43
Çizelge 4.15. *Lactococcus* bakteri sayımı 44
Çizelge 4.16. *Lactobacillus* bakteri sayımı 45

1.GİRİŞ

Günümüzde tüketici eğilimleri çiğ sütten üretilen süt ürünleri ile yine çiğ sütten minimal teknoloji ile üretilen ürünlerin tüketimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Çiğ sütten elde edilen peynirler koyun, keçi, inek ve manda sütünden üretilen peynir çeşitleri ilk sırayı almaktadır. Çiğ süt tüketimi olası patojenik mikroorganizmalar nedeni ile tüketiciler açısından risk oluşturabilir. Buna karşın çok sayıda çalışma pastörize sütten üretilen peynirlerin de gıda kaynaklı hastalıklara neden olduğunu neden olduğunu göstermiştir. Hatta bazı durumlarda çiğ süt peynirlerine göre daha yüksek tehlike potansiyeli gösterebildiği ifade edilmektedir.

Mikroorganizmalar radyasyonun direkt ve dolaylı etkisi sonucunda yok olmakta ve mikroorganizmaların ölümü logaritmik olarak gerçekleşmektedir.

Mikroorganizmaların radyasyona direnci üzerine çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlerin başında radyasyon dozajı, mikroorganizmaların cinsi, spor veya vejetatif formda oluşu, ortamın bileşimi ve sıcaklığı sayabiliriz. Sıcaklık arttıkça, daha düşük ışın dozunda steriliteye ulaşılabilmektedir. Radyasyona bakteri sporları,vejetatif formundan daha dayanıklıdırlar (Acar, 1998).

Hücreler üzerinde ışınlamanın çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bunlar;

- Işınların direkt yada indirekt çarpması sonucu ışınlamanın öldürücü (letal) etkiye sahip olması,
- Çekirdekteki materyallerde değişikliğe sebep olması,
- Hücre içinde bulunan genlerin mutasyona uğraması,
- Enzim sisteminin inaktivasyona uğramasıdır (Mountney ve Parkhurst, 1995).

İnsan ve hayvanlar 0.005-0.01 kGy düzeyindeki, böcekler ise 0.001-0.1 kGy düzeyindeki ışın dozu ile letal etkilenirler. Buna karşın 10 kGy seviyesindeki ışın dozu, Gram negatif bakteriler ve küflerin tümünü, Gram pozitif bakteriler ve

mayaların büyük çoğunluğunu öldürdüğü halde, bu dozun bakteri sporları ve virüslere letal etkisi yoktur. Aynı şekilde *Salmonella* gibi Gram negatif bakteriler gamma ışınlarının etkisiyle öldürülebildikleri halde *Clostridium* türleri daha dirençlidir (Acar, 1998).

Işınlama esnasında ortam sıcaklığının artırılması veya dondurmada olduğu gibi ortam sıcaklığının düşürülmesi, ışınlamanın etkisini artırmaktadır. Ortamın su aktivitesinin düşük olması da ışın etkisiyle mikroorganizmaların öldürülmesini kolaylaştırmaktadır. İyonize ışınlarla farklı mikroorganizmaların öldürülmelerinde değişik dozlar uygulanmakta ve buna göre yapılan işlemlere farklı isimler verilmektedir. Bu kavram günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır (Acar, 1998).

Radappertizasyon: Işınlama ile sterilizasyon" olarak adlandırılan bu teknik, ısıl işlemlerle muhafazada "ticari sterilizasyon" uygulamasına benzetilebilir. Işınlama dozları 30-45 kGy' dir. Bilhassa bakteriler üzerine etkisi oldukça yüksektir. Bu ışınlar proteinler ve nükleik asitler tarafından absorbe edilirler ve hücrede neden oldukları fotokimyasal değişimler sonucunda mikroorganizma ölümüne sebep olurlar (Acar,1998).

Radisiasyon: Spor oluşturmayan patojen mikroorganizmaların öldürülmesini sağlayan ışınlama uygulamasına radisiasyon denir. Bu uygulama etki mekanizması yönünden sütün pastörizasyonu gibidir. Ancak viral patojenlerin öldürülmesinde yetersizdir. Bu uygulamayla patojenlerin ortamdan tamamen uzaklaştırıldığı görülmüştür (Acar, 1998).

Radisiasyon uygulamasında ışınlama dozu 2.5-10 kGy'dir. 2.5 kGy düzeyinde ışınlama normal koşullarda balıklarda *Vibrio parahaemolyticus* veya kanatlılarda *Salmonella* inaktivasyonu için yeterli olduğu halde, aynı etki, donmuş ürünlerde ancak 5 kGy ile sağlanabilmektedir. Diğer obligat ve fakültatif patojen mikroorganizmalar ve *Aspergillus flavus* gibi küfler 10 kGy düzeyinde ışın dozu ile yok edilebilmektedir (Acar, 1998).

Radurizasyon: Pastörizasyona eşdeğer bir ışınlama uygulamasıdır. Bu uygulamada gıdaların kalitesini olumsuz etkileyen mikroorganizmaların ortamdaki sayılarının azaltılması hedeflenmektedir. Taze et, meyve ve sebzeler için 0.75 - 2.5 kGy ışın dozu amaca uygun olmaktadır. Bu sebeple radurizasyon, taze ve kurutulmuş meyve ve sebzelerin raf ömürlerinin uzatılmasında kullanılmaktadır. Kurutulmuş meyvelerde 0.15-1.0 kGy yeterlidir. Taze meyvelerin raf ömrünü, 2-3 kGy düzeyinde ışınlama dozu en az 14 gün kadar uzatmaktadır (Acar, 1998).

Süt, diğer gıdalara kıyasla ışınlama sonucu oluşan aroma, koku değişiklikleri ve lipid oksidasyonuna en hassas gıda maddesi olarak kabul edilmektedir Süte uygulanan ışınlama işleminin hidroksil radikallerinin oluşumuna neden olarak süt yağının oksidasyonunu hızlandırdığı ve aroma kusurlarına neden olduğu bildirilmiştir. Çiğ sütün sterilize edilmesi için ışınlama dozunun 15 kGy üzerinde olması gerekmektedir. Isıl işlemle kombine olarak daha düşük dozların kullanımı söz konusu olabilmekte ise de aroma bozukluklarının 0.2 – 0.5 kGy gibi düşük dozlara kadar görüldüğü kaydedilmiştir ve 0.25 kGy dozda ışınlanan pastörize sütün raf ömrü ışınlama işlemi uygulanmayan kontrole kıyasla iki kat artmış, herhangi aroma bozukluğu görülmemiştir (Mahindru, 2009).

Süt ürünlerinin raf ömrünün uzatılması ya da sterilizasyonu için ışınlama uygulaması çok kabul gören bir işlem olmamıştır. Bunun temel nedeni, iyonize edici enerji düşük dozlarda dahi, özellikle yüksek yağ içerikli gıdalarda oksidasyon, polimerizasyon, dekarboksilasyon ve dehidrasyon reaksiyonlarıyla radyolitik ürünler oluşturarak istenmeyen koku ve tat bozukluklarına yol açmaktadır (Giroux and Lacroix, 1998; Urbain, 1986). Özellikle çoklu doymamış yağ asitleri ışınlama ile oluşan serbest radikallerle oksidasyona eğimlidir. Bunun dışında, kazeinin oksidasyonu ve metil radikallerinin oluşumu "ıslak köpek" diye tabir edilen aroma bozukluklarına neden olmaktadır (Hsu et al., 1972). Bu reaksiyonlar, ürünün dondurulması veya ortamdaki su, ışık ve oksijenin minimize edilerek işleme

alınmasıyla belli derecede engellenebilmektedir. Bununla birlikte, düşük dozda ışınlama işlemi süt ürünlerinin raf ömrünü uzatmak adına ümit verici bir uygulamadır. Bu uygulamalar, diğer koruyucu yöntemlerle birlikte tatbik edilen bir ek destek olarak görülmelidir (Blank and Cumming, 2000).

Gıdaların muhafazasında en yaygın kullanılan iyonize ışın, gamma ışınlarıdır. Gamma ışınları yüksek enerjili, elektromanyetik ışınlar olup dalga boyları kısadır. Gamma ışınlarının üretiminde Co^{60} veya Cs^{137} ışın kaynağı olarak kullanılmaktadır. Uygulandıkları gıdalara radyoaktif özellik vermezler. Nüfuz etme özellikleri fazladır. 20 cm kalınlığında su tabakasından geçirilirse aktiviteleri %50 oranında azalır.

Geleneksel yöntemlerin uygulandığı teknikler, duyusal kalitede değişikliğe neden olmamasına rağmen, patojenik bakterilerin gıdalara kontaminasyonuna karşı yetersiz kalmaktadırlar. Bununla birlikte gamma ışınları istenilen hedefe ulaşmayı başarmışlardır (Logunas-Solar, 1995).

Işınlama işleminde, ışınların madde tarafından absorbe edilen radyasyon miktarı yani, radyasyon dozu önemlidir. Doz, ışınlanan gıdanın kalitesi ve insan sağlığı açısından yani emniyet bakımından önemlidir. Radyasyon dozunu tanımlayabilmek için, bu alanda kullanılan başlıca birimleri belirtmek gerekmektedir. Bu birimlere ait genel tanımlar aşağıda verilmiştir.

1Gray (1 Gy):İyonize radyasyon etkisinde kalan homojen bir maddenin 1 Kg' na verilen 1 Joule enerji miktarıdır.

$$1\ Gy = 1\ J/Kg \tag{1.1}$$

Birçok kaynakta ışınlama dozu rad (radiation absorbed dosis) olarak da verilmektedir.

1 Gy =100 rad ; 1 Mrad = 10 kGy'dir.

Bir madde tarafından belli bir zaman biriminde absorbe edilen enerji miktarının kütle ile birlikte belirtilmesi halinde bu birimler şu şekildedir;

1 Gy/s =1 Watt/Kg =0.36 Mrad/h'dir.

Bir ışın kaynağının, örneğin Co^{60} gamma ışınları kaynağının gücü; aktivitesi ile karakterize edilir. Aktivite birimi Becquerel (Bq) olup, daha önceleri bu amaçla Curie (Ci) kullanılmıştır.

1 Becquerel (Bq) = 1 Parçalanma

1 Curie (Ci) = 3.7 x 10 10 Bq(Becquerel)'dir. (1.2)

Yüksek enerjili elektronların örneğin gamma ışınlarının nüfuz yetenekleri enerjilerine bağlıdır. Enerji birimi ise Joule (J) dur.

Gıdalarda ışınlamanın sebep olduğu kantitatif değişimler G-değeri olarak belirtilir. G-değeri her 100 eV (elektron Volt) değerindeki radyasyon enerjisinin absorblanması ile gıdada değişim gösteren molekül sayısıdır. Gıda bileşenleri bireysel olarak veya birlikte olduklarında aynı radyo kimyasalları oluştururlar.Bu durumda gıda bileşenlerinin ortalama mol ağırlıkları 300 kabul edilirse, üründe 1 Mrad'a eşit olan 10 kGy ışınlama ile, 300 mg kg^{-1} radyo kimyasalın oluşumuna neden olur. Normal düzeyde ışınlanmış gıdalarda G-değeri 1-3 arasındadır (Acar, 1998).

Ülkemizde özellikle geleneksel peynirlerin küçük ölçekli işletmeler veya aile işletmelerinde üretiminde çiğ sütün pastörize edilmeden doğrudan kullanımı yaygın bir uygulamadır. Peynir üretiminde çiğ süt kullanımı mikrobiyolik riskler taşıdığı halde, bugün ülkemizde üretilen çoğu geleneksel peynirin starter kültürünün bulunmayışı nedeniyle, pastörizasyon, doğal florayı bozup, ürünün tipik tat-aromasını değiştirdiğinden tercih edilmemektedir. Bu çalışmada çiğ sütten üretilen peynirlerin ışınlama işlemi ile mikrobiyolojik olarak güvenli hale getirilebilme olanağı araştırılmıştır. Üretilen yağsız beyaz peynir örnekleri 1 gece salamurada

bekletildikten sonra vakum paketlenmiş ve 3 gruba ayrılarak her bir gruba sırasıyla Türkiye Atom Enerji Kurumun'da (TAEK/SANEM) 1 kGy, 2 kGy ve 3 kGy dozlarda gama ışınlama işlemi uygulanmıştır.Kontrol grupları olan ışınlama işlemi uygulanmamış pastörize süt ve çiğ süt peynirleriyle birlikte toplam 5 grup peynir üretilmiştir. Peynir örneklerinin 4±1 °C'de 60 günlük depolama sırasında kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri analiz edilmiştir. Genel bileşim analizi üretimin 1. haftası içinde, diğer analizler üretimin 1, 30 ve 60. günlerinde yapılmıştır. Sonuç olarak ışınlamanın peynirlerin mikrobiyolojik yükünü azaltığı ve kontrol gurubu peynirlerden farklı kimyasal değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Işınlama sonucu proteinlerde oluşan kimyasal değişiklikler birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar, proteinlerin yapısı, denatüre olma durumu, kuru ya da ıslak olması, sıvı ya da donmuş halde olması ve ortamdaki mevcut diğer bileşenlerin, ışınlama sırasında oluşan radyolitik ürünleri etkilediğini göstermiştir. Işınlama koşulları da (absorplanmış doz, doz oranı ve oksijen varlığı gibi) önemli rol oynamaktadır. Proteinler iyonize enerji ile muamele edildiğinde, büyük protein molekülleri küçük moleküllere bağlanmakta, sindirildiğinde ise aynı amino asitler açığa çıkmaktadır. Bazı çalışmalar, hem fragmentasyon hem de agregasyon oluşumunu göstermiştir. Işınlama sonra toplam amino asit profilinde ise minimal değişiklikler bildirilmiş, besin değerine herhangi önemli etki bulunmamıştır (Arvanitoyannis ve Tserkezou, 2010).

Çedar peynirinde olgunlaşma sırasında lipoliz, proteoliz ve glikolizi desteklemek için ışınlama uygulamasının (4 kGy) araştırıldığı bir çalışmada ışınlama işleminin kontrol örneklerinden duyusal açıdan fark göstermediği görülmüştür (Seisa vd, 2004).

Bir diğer çalışmada ise 0.5 kGy ışınlama uygulamasının Çedar peynirinde koku bozukluğuna neden olurken, ışınlama dozu 0.2 kGy'e düşürüldüğünde bozulma görülmemiştir (Bongirwar ve Kumta, 1967).

Başka bir çalışmada ise 1.5 kGy üzerinde ışınlama uygulaması kaşar peynirlerinde aroma ve renk bozukluklarına neden olmuştur. Dozun 1.2 kGy değerine düşürülmesi duyusal problemleri ortadan kaldırmış, peynirlerin küf gelişimi olmadan oda sıcaklığında depolama sürelerini 12-15 gün uzatmıştır. Işınlama peynirin soğuk depolama raf ömrünü 5 kat artırmaktadır (Yuceer ve Gunduz, 1980).

Gouda peynirinde yapılan bir çalışmada, 3.3 kGy doz ışınlama işleminin tat üzerine etkisi olmamıştır (Rosenthal vd, 1983). Gouda peyniri bazlı bir proses peyniri -78˚C'ye dondurulmuş ve 40 kGy dozda ɣ-ışınlama uygulanmış. Aynı işlem mozzarella peynirine uygulandığında duyusal açıdan daha düşük sonuç elde edilmiştir. İki peynir de karakteristik tekstürel özelliklerini korumuşlardır. Oldukça yüksek olan ışınlama dozu sadece hafif renk değişimlerine neden olmuştur. Bunula birlikte örneklerin duyusal kabul edilebilirliği düşmüş, aroma bozuklukları görülmüştür.

Işınlama öncesi modifiye atmosferde depolama (nitrojen, helyum ve ya hava) veya antioksidan (askorbil palmitat veya bütillenmiş hidroksianisol ve bütillenmiş hidroksitoluen kombinasyonu) ilavesi bazı duyusal özelliklerin korunmasını sağlamaktadır (Hashisaka vd., 1990).

Yumuşak peynir altı suyu peyniri Anthotyros peynirinde *Liseteria monocytogenes* üzerine ɣ-ışınlamanın etkisini araştırıldığı çalışmada, 0.5 kGy dozun mezofilik bakteri sayısını az ölçüde düşürürken, 2 ve 4 kGy dozlara 1 veya 2 log azalış gerçekleşmiştir. Düşük dozda ışınlamanın doğal mikroflora üzerine selektif etkisi olmuştur. Enterebakterler ışınlanan örneklerde görülmemiş, maya gelişimini azaltmış, küf gelişimini engellemiştir. *L. Monocytogenes* D10 değeri 1.38 kGy olarak hesaplanmış, bu değer Hashisaka arkadaşlarının (1990) Mozzarella peynirinde *L. Monocytogenes* için tespit ettiği D10 değeri 1,40 kGy ile benzerlik göstermektedir. Duyusal analizler 4 kGy ışınlama dozuna kadar duyusal özelliklerin olumsuz etkilenmediğini göstermiştir (Tsiotsias et al., 2002).

Tam yağlı camembert peynirinin 3 kGy dozuna kadar ışınlamada aroma bozukluğu göstermediği (Langley, 1988), 2.5 kGy dozun *L. monocytogenesin* 10^3 – 10^4 kob/g ilk popülasyonunu inhibe etmeye yeterli olduğu görülmüştür (Bougle ve Stahl, 1994).

Bir diğer çalışmada ise Camembert peynirine uygulanan 0.3 kGy ışınlama yanık ve küflü aroma oluşturmuştur (Jones and Jelen, 1988).

Cottage peynirine uygulanan ışınlama işleminin 0.75 kGy doz ve üzerinde aroma üzerine belirgin etkileri olduğunu ve bu dozda gözlenen aroma bozuklukları, acılık, pişmiş tat ve yabancı tat olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada peynirlerdeki psikrotrofik mikroorganizma sayılarının 3 log azaltılması uygulanan dozun iki katıyla mümkün olduğunu saptamışlardır. Bu ise örneklerde belirgin yanık tat oluşumuna neden olmuştur (Jones and Jelen,1988).

Elektron ışıma ile 0.21 ve 0.52 kGy dozlarda, 10 kob/cm² *Aspergillus ochraceus* sporu içeren vakum paketlenmiş çedar peynirinin 10˚C'deki raf ömrü yaklaşık olarak sırasıyla 42 ve 52 gün uzadığı bildirilmektedir (Blank et al., 1992).

Işınlamanın bazı süt ürünleri üzerindeki etkileri Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Işınlamış süt ürünleri, ışın tipi, dozu ve sonuçları (Arvanitoyannis, 2010)

Süt Ürünü	Işınlama	Işınlama	Sonuçlar	Kaynaklar
Süt	ɣ- Işınlama	0, 3,5 ve 10 kGy	β-laktoglobülin azaltma	Buyn 2002
Süt Proteini	İyonize Işın	4 kGy 8 ve 16 ˚C	Psikrotroflar dışındaki bakterileri etkilemiştir	Seisa et al., 2004
Süt Proteini	ɣ- Işınlama	-	Subuharı geçirgenliğinde düşme, Mikrobiyal ve nzimatik degradasyona direnç	Quattara et al., 2002
Süt Proteini	ɣ- Işınlama	0.5, 1.5 ve 2.5 kGy	Viskozite artışı	Camillo & Sabato, 2004
Bebek mamaları	ɣ-hücresi (^{60}Co)	0, 0.5, 1, 5, 6, 10, 15, 30 ve 50 kGy, Oda sıcaklığı – hava varlığında	Lösin, alanin, glutamik asit artışı, Histidin ve metiyonin azalması	Matloubi et al., 2004
Süt serum proteini	Mikrodalga ışınlama	2450 MHz 40-50˚C 5dk	Enzim hidrolizasyonunu artırmış	Izquierdo et al., 2008
Yenidoğan sütü	ɣ- Işınlama	≤ 5 kGy	Depolama süresi uzamış, Enterobakter sakazakii suşuna direnç artmış	Osaili et al., 2008
Süt Proteini	ɣışını (^{60}Co)	0 ve 32 kGy	Viskozite artışı	Ciesla et al., 2004
İnek sütü	ɣ- Işınlama	3, 5 ve 10 kGy Oda sıcaklığı – hava varlığında	10kGy süt tanımlamasını artırmıştır	Kaddouri et al., 2008
UHT Süt	UV Işını	7000 lux ışık 2.5 saat	AR konsatrasyon düşüşü	Trang et al., 2008
Süt protein	ɣ- Işını	0, 5, 15 ve 25 kGy	Viskozite değişimi	Sabato ve Lacroix, 2002
Kazein ve süttozu	ɣ- Işını	5 kGy	Mikroflora düşüşü	Zegota&Malolepszy,2008
Peynir filmi	ɣışını (^{60}Co)	3, 7, 12 kGy	Işınlama dozu ile caprolactam seviyesinin artışı	Araujo et al., 2008
Peynir filmi	ɣışını (^{60}Co)	12 kGy	Çok tabakalı PA6 film tabakasından migrasyon	Felix et al., 2008
Anthotyros peyniri	ɣ- Işınlama	0.5, 2.4 kGy	Maya küf toplam bakteri azalma	Tsiotsias et al., 2002
Çedar ve Mozarella	Işınlama (^{60}Co)	40 kGy (-78 ˚C)	Ürün renk ve tekstüründe ufak fark	Hashisaka et al.,1990
Palmita tipi beyaz peynir	Işınlama (^{60}Co)	1, 2, 5 kGy Oda sıcaklığı	Raf ömrü artışı, gıda kaynaklı hastalık kontrolü	Lalaguna, 2003
Vanilya,çikolata ve çilek	ɣ- Işınlama	3, 5 kGy	Mikrobiyel kalite düzelmiş	Jo et al., 2007
Vanilya, çikolata ve çilek Dondurması	ɣ- Işınlama	1, 2, 5, 10, ve 30 kGy	2 kGy üstünde tat-koku bozulması	Kamat et al., 2000

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çiğ süt

Beyaz peynir üretiminde hammadde olarak Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi'nden sağlanan inek sütleri kullanılarak üretim Harran Üniversitesi Pilot Süt İşleme Tesisinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Peynir mayası

Maya olarak Mayasan Gıda San. ve TİC. A.Ş.'den temin edilen 1/15.000 kuvvetindeki sıvı ticari peynir mayası (rennet) mayası kullanılmıştır. Maya kuvveti mayalama aşamasına gelmiş sütten (ör:250 ml) alınıp 1/10 oranında seyreltilmiş maya çözeltisinden 10 ml alınıp (=1 ml maya) kronometre çalıştırılıp sütü yavaş yavaş karıştırarak ilk pıhtının gözlendiği an (t s süre) şeklinde yerine konarak hesaplanmıştır (Üçüncü, 2008).

3.1.3 Kalsiyum klorür (CaCl2)

Peynir sütüne Tito KK35 marka, % 0.02 oranında katılmak üzere, kalsiyum klorürün % 40'lık çözeltisinden yararlanılmıştır (Üçüncü, 2008).

3.1.4 Kaya Tuzu (NaCl) ve Salamura

Şanlıurfa'dan sağlanan gıda kaya tuzu kullanılmıştır. Bu amaçla ön olgunlaştırmada % 16'lik (ağrlık/hacim) 90ºC'de 20 dakika pastörize edilen salamura kullanılmıştır. Salamuranın asitlik derecesi % 95'lik laktik asit (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılarak asitlik 5.38 ayarlanmıştır (Üçüncü, 2008).

3.1.5 Ambalaj materyali

Peynir örneklerinin ambalajlanmasında vakum ambalajlamaya uygun koku ve oksijen geçirmezliği yüksek polietilen plastik ambalajlar kullanılmıştır.

3.1.6 Üretimde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Araştırmada peynir üretimleri Harran Üniversitesi Pilot Süt İşleme Tesisinde (Seperatör, peynir teknesi termometre, cendere bezi vb.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Yöntem

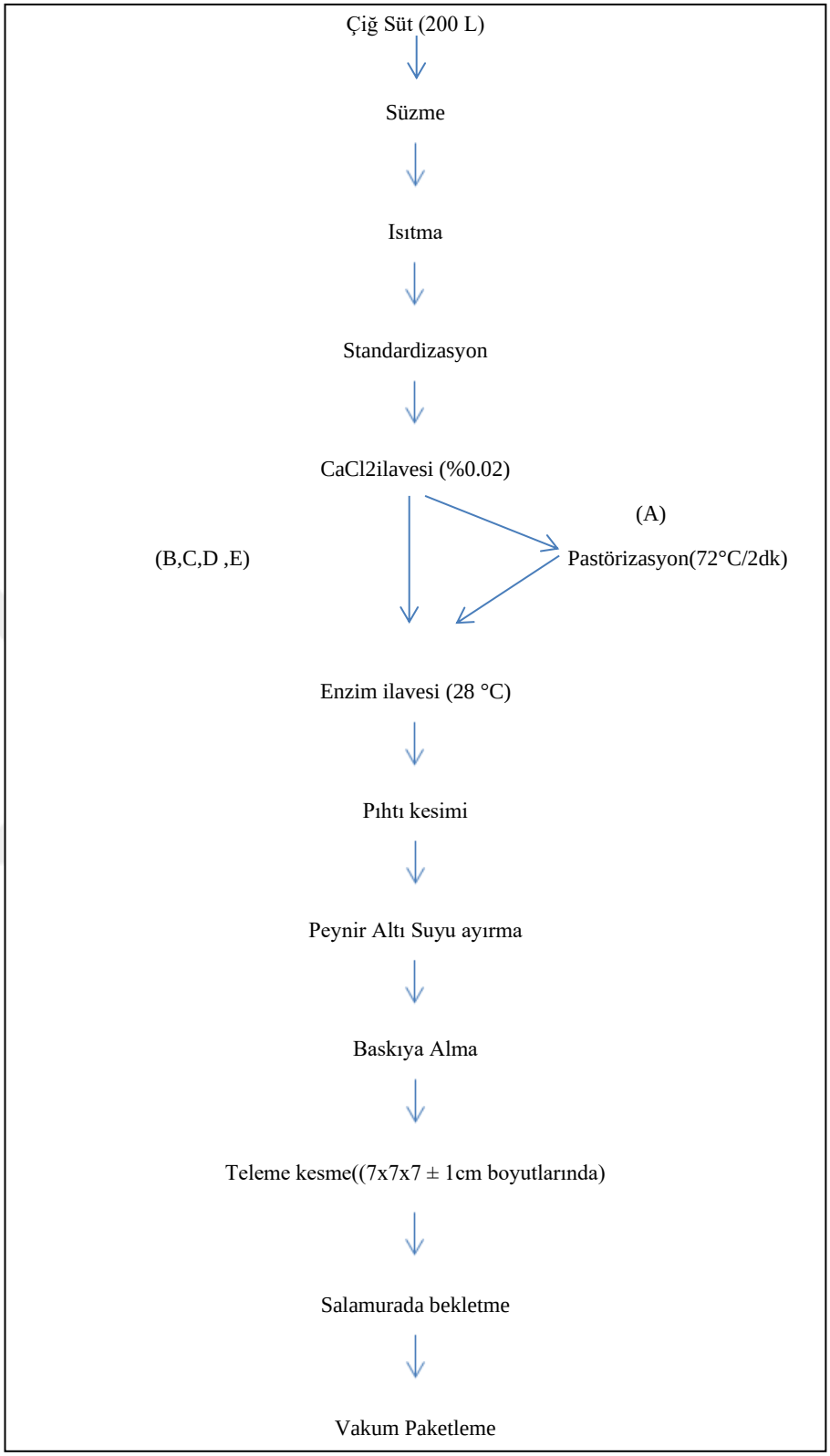
3.2.1. Peynir Üretimi

Peynir üretimi amacıyla +4ºC'de getirilen toplam 200 L çiğ inek sütü kullanılmıştır. Bu sütün 1/5'i pastörize edilerek peynir yapımında kullanılırken kalan çiğ süt peynirlerinin üretiminde kullanılmıştır. Peynir örneklerinin üretimi Şekil 3.1.'de verilen akım şemasına göre yapıldı. Depolamanın 1., 30., ve 60. Günlerinde tesadüfi olarak seçilen peynirlerin kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik, analizleri yapılmıştır.

Araştırma materyallerini oluşturan peynirlerin üretimi Harran Üniversitesi Pilot Süt İşleme Tesisinde Şekil 3.1'deki akım şemasına göre yapılmıştır. Süt kazanı, sürekli karıştırılarak 35-40^{0}C 'ye ısıtılan süt; yağ standardizasyonu için seperatörden geçirildikten sonra tekrar pastörize edilmek üzere 40 litre sütü ısıtma kazanına alınmış ve süt, sürekli karıştırılmak suretiyle 72 ± 2 °C'de 2 dakikalık bir ısıl işleme tabi tutulmuştur. Geriye kalan 160 litre süte pastörizasyon işlemi uygulanmamış ve iki ayrı mayalama kazanlarına aktarılan sütlerin soğuması (28 ± 1 °C'ye) sağlanmış daha sonra % 0.02 lik kalsiyum klorür (CaCl2) çözeltisi ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra da yaklaşık 60 dakika pıhtı kesim olgunluğunu elde edebilecek şekilde peynir mayası (28 ± 1°C) eklenmiştir. Mayalama süresi sonunda pıhtı kesim bıçağıyla 1cm³'lük parçalar halinde kesilmiş ve peyniraltı suyunun ayrılması için 15 dakika kadar beklenmesinin ardından içinde cendere bezi bulunan kalıplara

aktarılmıştır. Yarım saat kadar kendi halinde süzülmesi için bekletilen pıhtıya ağırlık altında "baskılı süzme işlemi" uygulanmış ve 3.5 saatin sonunda teleme 7x7x7 cm boyutlarında kesilmiş ve 15°C'de % 16 tuz konsantrasyonundaki salamurada 12 saat bekletilmek suretiyle tuzlamaya alınmıştır (Üçüncü,2008).

Peynir örnekleri Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi kendi halinde süzdürüldükten sonra vakum ambalajlamaya uygun koku ve oksijen geçirmezliği yüksek polietilen plastik ambalajlar kullanılarak Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.' deki gibi ambalajlanmıştır.



Şekil 3.1. Çiğ süt ve pastörize sütten beyaz peynir üretim akım şeması (A, B, C, D ve E peynirleri)

Şekil 3.2. Peynirlerin ambalaj öncesi süzdürülme işlemi

Şekil 3.3. Ambalajlanmış Peynir Örnekleri

3.2.2. Peynirlerin Işınlanması

Işınlama işlemi vakum paketlenen peynir örneklerinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Sarayköy Nükleer Enerji Araştırma ve Eğitim Merkezi (TAEK/SANAEM) tarafından gerçekleştirlmiştir. Deneysel Işınlama laboratuvarında Şekil 3.4.'te gösterilen "İzotop" marka, "Ob-Servo Sanguis Co-60 Research Irradiator" model gama ışınlama cihazı ile deneysel ışınlama hizmeti alınmıştır Işınlama esnasında kaynak sabit tutularak, numune sepetinin döndürülmesiyle doz dağılımı homojen olarak elde edilmiştir. Numune sepeti boyutları Ø 220 mm x 250 mm olan yaklaşık 10 litre hacminde Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.'da ki silindirik kap şeklindedir.

Üretimin 1. gününde vakum paketlenen peynir örnekleri soğuk zincir sağlanarak Deneysel Işınlama Laboratuvarına taşınmış ve TAEK/SANAEM tarafından ışınlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çiğ sütten elde edilen peynirlere (C, D, ve E); C örneğine 1 kGy, D örneğine 2 kGy ve E örneğine 3 kGy dozlarda ışın uygulanmıştır. Pastörize süt ve çiğ süt kontrol grubu olan A ve B peynir örneklerine ışınlama işlemi uygulanmamıştır.

Işınlama işlemi sırasında peynirlerin yüksek sıcaklıktan etkilenmemesi için sıcaklık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Işınlama işlemi tamamlanan peynirler soğuk hava zinciri bozulmadan tekrardan Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendsiliği Bölümü Süt Teknolojisi Bölüm laboratuvarına getirilerek depolanmıştır.

Şekil 3.4. “İzotop” marka, “Ob-Servo Sanguis Co-60 Research Irradiator” model gama ışınlama cihazı

Şekil 3.5. Gama Işınlama Cihazı Numune sepeti

Şekil 3.6. Numune sepetinin Gama Işınlama Cihazına yerleştirilmesi

Şekil 3.7. Işın uygulaması (1 kGy)

3.2.3. Çiğ Sütte ve Peynir Altı Suyunda Yapılan Analizler

3.2.3.1. pH Değeri

pH değerleri, süt örneklerine ve peynir altı suyu örneklerine doğrudan Testo 230 marka pH metre kullanılarak saptanmıştır.

3.2.3.2. Titrasyon Asitliği

Titrasyon asitliği alkali titrasyon yöntemi ile saptanmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Üçüncü, 2008).

3.2.3.3. Yağ Oranı

Çiğ örneklerin yağ oranları 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemine göre belirlenmiştir (Üçüncü, 2008).

3.2.4. Beyaz Peynirde Yapılan Analizler

3.2.4.1. pH Değeri

Peynirlerin pH değerleri, Testo 230 pH metre elektrodun peynir örneklerine saplanmasıyla doğrudan belirlenmiştir (TSE, 1995).

3.2.4.2. Titrasyon Asitliği Tayini

10 g peynir örneği havanda ezilip üzerine 10 ml saf su ilave edilerek Ultra Turrax blenderde homojenize edildi ve homojen karışımın asitliği ayarlı 0.1 N NaOH ile titre edilerek sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (TSE, 1999).

3.2.4.3. Kurumadde Tayini

Kurumadde oranları, belirli miktarlardaki örneklerin 100±2°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik (% w/w) olarak belirlenmiştir (IDF, 1982).

3.2.4.4. Yağ Tayini

Peynirlerin yağ oranları, 0-40 taksimatlı Van Gulik bütirometreleri kullanlarak Gerber yöntemine göre belirlenmiştir (Üçüncü, 2008).

3.2.4.5. Tuz Tayini

Peynirlerin tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre, hazırlanan örneğin ayarlı 0.1 N AgNO3 ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Üçüncü, 2008).

3.2.4.6. Kül Tayini

Kül tayini, AOAC (2000)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla porselen krozeye tam olarak 2.5g örnek alınmıştır ve önce 102 ºC'lik etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemini takiben porselen kroze dikkatli bir şekilde kül fırınına alınıp sıcaklık yavaş yavaş artırılarak 500 – 550 ºC'de organik maddeleri yakılarak kül haline getirilmiş, desikatörde soğutulup tartımı yapılmıştır.

3.2.4.7. Peynirde Kazein Fraksiyonlarının Elektroforetik Yöntemle Belirlenmesi

Peynir örneklerinin elektroforetik analizi, Creamer'in (1991) verdiği metodun Tarakçı vd., (2004) tarafından modifiye edilmiş şekliyle gerçekleştirilmiştir.

Çözeltiler; (3.5) tamponu 0.092 g Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA), 1.08 g Tris, 0.55 g Borik asit ve 36.0 g Ürenin 100 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır (pH 8.4). 0.5 g peynir örneği 25 mL örnek tamponu içinde ezildikten sonra 3000 x g'de 30 dk santrifüjlenmiştir. 2 mL orta kısımdan alınarak küçük bir tüpe aktarılmış ve derin dondurucuya yerleştirilmiştir. Kazein standardı, inek sütünden hazırlanan sodyum kazeinatın, örnek tamponunda çözündürülmesiyle elde edilmiştir. Üre-PAGE'de kullanılacak çözeltiler ve yöntem aşağıdaki gibidir.

Ayırma jeli tamponu 9.2 g Tris ve 54 g Üre 100 mL distile suda çözündürüldükten sonra, çözelti pH'sının 8.8'e ayarlanması ve 200 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır. Ayırma jeli için 15 mL % 30'luk akrilamid/bis-akrilamid (37.5/1) solüsyonu, 35 mL ayırma jeli tamponu, 15 µl N,N,N',N'-Tetramethyl ethylenediamine (TEMED) kullanılmıştır (% T=9; % C=2.7). Bu çözeltinin gazı alındıktan sonra, üzerine 70 µl Amonyum per sülfat (APS) çözeltisi (0.1 g/ml) eklenmiş ve hemen jel aparatı içine aktarılmıştır. Jel aparatının üst kısmına 0.5 mL distile su yayılarak havayla temasın kesilmesi ve düzgün yüzey oluşumu sağlanmıştır. Ayırma jeli polimerleştikten sonra yüzeydeki fazla su uzaklaştırılmış ve slot tarağı yerleştirilmiştir.

Yığma jeli çözeltisi 1.08 g Tris, 36.0 g Üre, 0.55 g Borik asit, 0.092 g EDTA ve 5 g akrilamid/bis-akrilamid'in (37.5/1) 100 mL'ye tamamlanmasıyla elde edilmiştir (pH 8.4). Bu çözeltiden 15 mL alınarak üzerine 15 µl TEMED ilave edilmiş, gazı alındıktan sonra 50 µl APS eklenmiştir. Bu çözelti, önceki jelin üzerine dökülmüş ve polimerizasyondan sonra tarak çıkarılarak jel elektroforez ünitesine yerleştirilmiştir. Derin dondurucudan alınan peynir örneklerinin üzerine % 3 oranında Merkaptoetanol ve % 2 oranında da Bromfenol mavisi (1 g/L) eklenmiştir. Bölme tamponu ilave edildikten sonra, her peynir örneğinden 40 µl alınarak jel slotlarına enjekte edilmiştir. Stok bölme tamponu 3.7 g EDTA, 43.2 g Tris ve 22 g

Borik asidin 1 litreye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır (pH 8.4). Tampon kullanım esnasında distile suyla 1:4 oranında seyreltilmiştir.

Elektroforez işlemi BIO-ROAD Mini-PROTEAN Tetra Cell cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Protein bantları Coomassie Brillant Blue R-250 çözeltisi (1 g CBB R-250, 500 mL İzopropanol, 200 mL Glasiyel asetik asit'in 2 L'ye tamamlanması) ile boyanmış, jelin boyadan arındırılması ise boya giderme çözeltisiyle (200 mL İzopropanol, 200 mL Asetik asidin 2 L'ye tamamlanması) yapılmıştır. Jel daha sonra tarayıcıya yerleştirilerek görüntü bilgisayara aktarılmıştır.

3.2.5. Peynirde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

3.2.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı (TAMB)

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı Plate Count Agar (PCA) (Merck) besiyeri kullanılarak belirlenmiştir. Uygun dilüsyonlardan steril petri kutularına 1 ml alınarak üzerine 40-45 °C'deki PCA'dan 13-15 ml ilave edilmiş ve petriler 30±1°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Messer vd 1985).

3.2.5.2. Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımında Potato Dextrose agar (PDA) (Merck) kullanılmıştır. PDA otoklavda steril edildikten sonra %10'luk steril tartarik asit ile pH'sı 3.5±0.1'e ayarlanarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan plaklar 25°C'de 5-7 gün inkübasyona bırakılarak oluşan koloniler sayılmıştır (Koburger and Marth, 1984).

3.2.5.3. Laktobasil Sayımı

Laktobasil sayımı için steril edilen MRS agar ile uygun dilüsyonlardan 1 ml dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve anaerobik ortamda 30±1°C'de 72 saat inkübe edilerek koloni içeren petriler sayılmıştır (Speck 1976).

3.2.5.4. Laktokok Sayımı

Peynir örneklerinde Laktokokların sayımı için steril edilen M-17 agara uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak petri kutuları aerobik ortamda 30±1°C'de 48 saat inkübe edilerek koloni içeren petriler sayılmıştır (Cabezas vd 2007).

3.2.5.5. Koliform Grubu Bakteri Sayımı

Peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan çift petri plağına 1 ml ilave edilerek, üzerine 45°C'ye kadar soğutulmuş VRBA'dan 13-15 ml kadar ilave edilerek 35±2°C'de 48 saat kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda çapı 0.5 mm'den daha büyük olan koloniler sayılmıştır (Speck, 1976).

3.2.5.6. *Escherichia coli* Sayımı

Escherichia coli sayımında katı besiyeri olarak Triptik Soy Agar (TSA) kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi ile hazırlanan petri kutuları 35 °C 'de 2 saat inkübasyondan sonra besiyerinin üzeri ikinci tabaka olarak Violet Red Bile Agar ile kaplanmış ve 44.5 °C 'de 24 saat inkübe edilerek koloni içeren petriler sayılmıştır (Anonymous, 1989).

3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Yöntemler

Elde edilen sonuçlar (5×3×2) deneme desenine göre değerlendirilmiştir. Guruplar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Bu amaçla SPSS 18.0 İstatistik Paket Programı kullanışmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, üretilen peynir örneklerinde 60 günlük depolama sürecinde meydana gelen kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Farklı ışın dozlarının peynirler özellikleri üzerine etkileri tartışılmış, bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiştir.

4.1. Süt ve Peynir Altı Suyu Örneklerinin Kimyasal Değişimleri

Çizelge 4.1. Süt ve peynir altı suyu örneklerinin kimyasal değişimleri

ÖRNEK KODLARI	KURU MADDE	TİTRASYON ASİTLİĞİ	pH	YAĞ
PPAS	6,2409	*	6,62	0,2
ÇPAS	6,3124	*	7,38	0,2
PS	9,3710	0,17	6,59	1,7
ÇS	9,4555	0,18	6,72	1,7

PPAS:Pastorize sütten üretilen peynir altı suyu örneği
ÇPAS:Çiğ sütten üretilen peynir altı suyu örneği
PS: Pastorize süt örneği
ÇS: Çiğ süt örneği
***:**Analiz yapılmamıştır. % 12.10

Denemelerde hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin kalitesine ait ortalama değerler Çizelge 4.1.'de verilmiştir. "Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği"ne göre çiğ inek sütünün titrasyon asitliği laktik asit cinsinden 0.135-0.20 arasında, yağ oranı ise en az % 3.5 olmalıdır. Bu çalışmada çiğ süt peynire işlenmeden önce yağ miktarı standardize edildiği için yağ oranı %3.5 altındadır. Buna göre beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütler asitlik ve yağ oranı bakımından ilgili tebliğe aykırı olduğu düşünülemez. Peynir üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşimi Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi sütün ortalama pH değeri 6.60, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden %0.17 olarak belirlenmiştir. Üretimde kullanılan sütün ortalama kuru madde oranı %9.4 yağ oranı %1.7 olarak

bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre; çiğ inek sütünde titrasyon asitliğinin %0.135 ila %0.20 arasında, olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2000).

Bu değerlerin karşılaştırılması yapıldığında, üretimde kullanılan sütlerin Bu çalışmada çiğ süt peynire işlenmeden önce yağ miktarı standardize edildiği için yağ oranı %3.5 altındadır. Buna göre beyaz peynir üretiminde kullanılan çiğ sütler asitlik ve yağ oranı bakımından ilgili tebliğe aykırı olduğu düşünülemez.

Alpkent ve Göncü (2003), peynir altı suyundaki kuru madde ve yağ miktarlarını sırasıyla %6.7 ve %0.9 olarak belirtmiştir ve bu değerler bizim sonuçlarımızla uyumludur. PAS yağ oranı, önceki çalışmalarda (Gürsel, A., 2015; Yerlikaya, N. vd 2010) belirtilen yağ oranlarına göre az bulunmuştur. Bu durumu, düşük yağ oranına sahip sütten peynir yapımına ve pıhtı kesim büyüklüğü gibi üretim parametrelerine bağlamak mümkündür.

4.2. Peynir örneklerinin kimyasal değişimleri

Çizelge 4.2. Peynir örneklerinin 60 günlük depolama süresince kimyasal değişimleri

Depo Günleri	Peynir	Asitlik (%)	pH	Kuru Madde (%)	Yağ (%)	Kuru Maddede Yağ (%)	Protein (%)	KÜL (%)	TUZ (%)
1.GÜN	A	0,05[a]	6,38[a]	42,03[a]	12[a]	28,6[a]	22,03[a]	6,51[a]	6,20[a]
	B	0,24[b]	5,20[b]	40,46[a]	7,5[b]	18,5[b]	27,35[b]	5,57[a]	5,87[a]
	C	0,23[b]	5,19[b]	39,29[a]	8,7[b]	22,1[b]	27,91[b]	5,08[a]	5,40[a]
	D	0,21[b]	5,25[b]	38,09[a]	7,0[b]	18,4[b]	25,12[b]	5,44[a]	5,70[a]
	E	0,18[b]	5,23[b]	39,68[a]	8,0[b]	20,2[b]	23,45[b]	4,91[a]	5,45[a]
30.GÜN	A	0,07[a]	6,13[a]	43,56[a]	12[a]	27,5[a]	20,42[a]	6,19[a]	6,01[a]
	B	0,23[b]	5,36[b]	41,05[a]	8[b]	19,5[b]	26,46[b]	5,47[a]	5,75[a]
	C	0,23[b]	5,28[b]	38,83[a]	8[b]	20,6[b]	26,46[b]	5,40[a]	5,02[a]
	D	0,22[b]	5,27[b]	39,27[a]	8,5[b]	21,6[b]	24,56[b]	5,31[a]	5,40[a]
	E	0,22[b]	5,30[b]	38,66[a]	7,5[b]	19,4[b]	22,33[b]	5,40[a]	5,21[a]
60.GÜN	A	0,08[a]	6,53[a]	43,31[a]	13[a]	30,0[a]	20,03[a]	6,39[a]	5,34[a]
	B	0,23[b]	5,37[b]	40,91[a]	8,2[b]	20,0[b]	26,24[b]	5,21[a]	5,20[a]
	C	0,24[b]	5,33[b]	41,17[a]	8,2[b]	19,9[b]	26,24[b]	4,99[a]	5,03[a]
	D	0,23[b]	5,35[b]	39,99[a]	8,7[b]	21,8[b]	28,58[b]	5,39[a]	6,03[a]
	E	0,26[b]	5,35[b]	40,57[a]	9[b]	22,2[b]	22,33[b]	5,48[a]	6,09[a]

[a,b,c] Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$). A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Bu çalışmada kullanılan peynir örneklerinin kimyasal değişimi Çizelge 4.2.' de verilmiştir.

4.2.1. pH Değeri Tayini

Peyniri örneklerinin olgunlaşma dönemi boyunca ve doz miktarlarında ki artışa bağlı olarak belirlenen ortalama pH değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.3.' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Peynir örneklerinin pH değerleri

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	6,38 ± 0,04 [a]	6,13 ± 0,71 [a]	6,53 ± 0,01 [a]
B	5,20 ± 0,01 [bB]	5,36 ± 0 [bA]	5,37 ± 0,01 [bA]
C	5,19 ± 0,07 [b]	5,28 ± 0,01 [b]	5,33 ± 0,01 [b]
D	5,25 ± 0,01 [b]	5,27 ± 0 [b]	5,35 ± 0,02 [b]
E	5,23 ± 0,08 [b]	5,30 ± 0,06 [b]	5,35 ± 0,01 [b]

[a,b,c] Peynir örnekleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

[A,B,C] Peynir örneklerinde depolama süreleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı satırda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Farklı araştırmacılar Beyaz peynir çalışmalarında peynirlerin pH değerlerini şu şekilde bulmuşlardır: Sağun vd. (2001) 4.84, Güler ve Uraz (2004) 4.50, Öner vd. (2006) 4.88-4.96, Kavas vd. (2004) 5.43-5.33, Cinbaş ve Kılıç (2005) 4.6-5.3.

Çiğ süt peyniri örneklerinin pH değerleri depolamanın 1. gününde 5.19-5.23 arasında değişmiştir ve bu değerlerin Beyaz peynir için beklenen sonuçlar olduğu düşünülmüştür. Elde edilen değerler Hayaloğlu vd (2004)'nin ürettikleri Beyaz

peynirlerin 1. gün değerlerine değeri yaz yakın bulunmuştur. Olgunlaşmanın 30. ve 60. gününde peynirlerin pH değerlerinde istatistiksel açıdan benzerlik tespit edilmiştir. Moynihan vd (2014), farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanılarak üretilen değişik peynirlerin pH'larının birbirlerine yakın değerler aldığını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda çiğ sütten üretilen peynir örneklerinin PH değerleri Kavas vd.'nın (2004) çalışmalarına benzer, Güler ve Uraz (2004), Öner vd. (2006), Sağun vd.'nın (2001) çalışmalarından biraz yüksek görülmüştür.

Yine çalışmamızda pastorize sütten üretilen peynirin pH değeri yukarda belirtilen tüm çalışmalardan yüksek görülmüştür. Bu durum starter kültür kullanılmamasından kaynaklanmaktadır. Çiğ süt peynirleri üretim ve depolama sırasında doğal mikrobiyal floranın gelişerek asit üretmesi nedeniyle daha düşük pH değerleri sergilemiştir.

4.2.2. Titrasyon Asitliği Değeri Tayini

Peynir örneklerinin olgunlaşma dönemi boyunca belirlenen titrasyon asitliği değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Peynir örneklerinin asitlik değerleri

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	0,05 ± 0,00 ^{aB}	0,07 ± 0,01 ^{bA}	0,08 ± 0,00 ^{cA}
B	0,24 ± 0,04 ^{a}	0,23 ± 0,01 ^{a}	0,23 ± 0,00 ^{b}
C	0,23 ± 0,01 ^{ab}	0,23 ± 0,00 ^{a}	0,24 ± 0,01 ^{b}
D	0,21 ± 0,01 ^{ab}	0,22 ± 0,00 ^{a}	0,23 ± 0,01 ^{b}
E	0,18 ± 0,00 ^{bC}	0,22 ± 0,00 ^{aB}	0,26 ± 0,00 ^{aA}

^{a,b,c} Peynir örnekleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

^{A,B,C} Peynir örneklerinde depolama süreleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı satırda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Çizelge incelendiğinde; B, C, D, E örneklerinde titrasyon asitliği değerlerinin A kontrol peynirine ait değerden daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum pastörizasyonla mikrobiyal floranın inaktif hale gelmesi ve starter kültür kullanılmadığı için ortamda asitlik gelişimine neden olacak unsur bulunmamasından kaynaklanmıştır. Örnekler arasında titrasyon asitliği bakımından farklılık olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Işınlama dozu arttıkça 1. Gün asitlik değerleninin düştüğü gözlenmiştir. Depolama zarfından bu daha düşük asitlik değerine sahip örnekler de oratmda muhtemel mevcut bulunan mikrobiyal yükün artması ile asitlikte artış göstermişlerdir. Titrasyon asitliğinde depolamanın ilerleyen dönemlerinde A ve E örneklerinde diğer örneklere göre artış daha fazla olmuştur.

Uraz ve Şimşek (1998) taze beyaz peynirde titrasyon asitliğini 0.31 olgunlaşmış peynirde ise 1.21 olarak belirtmiş. Cinbaş ve Kılıç (2005) 0.8-1.3 arasında, Gürsoy vd. (2001) 0.88, Dağdemir vd. (2003) 0.35, 0.54, 0.66 ve 0.62, Çelik vd. (2005) 0.16 olarak toplam asitlik (T.A) değerlerini tespit etmişlerdir. Tüm bu çalışmlarada T.A değerleri peynirlerin kimyasal parametlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada beyaz peynir örneklerinin TA değerleri Uraz ve Şimşek (1998) çalışmalarından düşük Dağdemir vd. (2003) çalışmalarına yakın, Çelik vd. (2005) yüksek olduğu gözlenmiştir. Titrasyon asitliği değerlerinin başka çalışmalar ile tam olarak kıyaslanması için kimyasal paremetrelerin ve üretim yönteminin yakınlık göstermesi gerekmektedir.

4.2.3. Kurumadde Tayini

Peynir örneklerinin 60 günlük olgunlaşma periyodunda toplam kuru madde içeriklerinde meydana gelen değişimler 4.5'de verilmiştir.

Peynir örneklerinin kuru madde değerleri arasında A örneği dışında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Depolamanın kurumadde üzerine etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.5. Peynir örneklerinin kuru madde değerleri (%)

Peynir	1. gün	30.gün	60. gün
A	42,03[a] ± 0,78	43,56[a] ± 0,54	43,31[a] ± 3,85
B	40,46[b] ± 2,81	41,05[b] ± 1,42	40,91[b] ± 2,43
C	39,29[b] ± 2,70	38,83[b] ± 1,24	41,17[b] ± 1,63
D	38,09[b] ± 1,57	39,27[b] ± 0,06	39,99[b] ± 0,49
E	39,68[b] ± 0,49	38,66[b] ± 4,34	40,57[b] ± 0,30

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A: Kontrol pastörize süt peyniri, B: kontrol çiğ süt peyniri, C: 1kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri, D: 2kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri, E: 3kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Son yıllarda yapılan çalışmalarda taze ve olgun Beyaz peynir kuru maddesinin sırasıyla %41.71–46.94 ile %37.40–45.30 arasında değiştiği bildirilmiştir. Kuru madde değerlerindeki farklılıklar; çiğ sütün bileşimi, üretim teknolojisi ve peynir olgunlaşmasının standardize edilmemesinden kaynaklanmaktadır. İşletmeye kabul edilen sütün bileşimi açısından herhangi bir standardizasyonun olmaması ve peynir üretim aşamalarının nitelik ve niceliklerinin farklılık göstermesi peynirin bileşimine de yansımaktadır (Turantaş vd., 1989). Bu nedenle, aynı şartlarda üretilen peynirlerin de bileşimleri birbirinden farklı olabilmektedir.

4. 2.4. Yağ Tayini

Çizelge 4.6. Peynir örneklerinin yağ değerleri (%)

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	12 ± 0,00 [a]	13 ± 0 [a]	13 ± 0,71 [a]
B	7,5 ± 0,71 [cd]	8 ± 0 [b]	8,25 ± 0,35 [b]
C	8,75 ± 0,35 [b]	8 ± 0 [b]	8,25 ± 0,35 [b]
D	7 ± 0,00 [d]	8,5 ± 0 [b]	8,75 ± 0,35 [b]
E	8 ± 0,00 [bc]	7,5 ± 0 [b]	9 ± 0 [b]

[a,b,c] Peynir örnekleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

[A,B,C] Peynir örneklerinde depolama süreleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı satırda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Çizelge 4.7. Peynir örneklerinin kuru maddede yağ değerleri (%)

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	28,6 ± 0,00 [a]	27,5 ± 0 [a]	30,0 ± 0,71 [a]
B	18,5 ± 0,71 [cd]	19,5 ± 0 [b]	20,0 ± 0,35 [b]
C	22,1 ± 0,35 [b]	20,6 ± 0 [b]	19,9 ± 0,35 [b]
D	18,4 ± 0,00 [d]	21,6 ± 0 [b]	21,8 ± 0,35 [b]
E	20,2 ± 0,00 [bc]	19,4 ± 0 [b]	22,2 ± 0 [b]

[a,b,c] Peynir örnekleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

[A,B,C] Peynir örneklerinde depolama süreleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı satırda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Peynir örneklerinde olgunlaşma boyunca belirlenen ortalama yağ ve kuru maddede yağ içerikleri Çizelge 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir

Çizelge incelendiğinde, B, C, D ve E örneklerinde yağ içeriğinin A kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur.

Peynirin Kuru Maddede yağ oranına göre Türk Gıda Kodeksi sınıflandırılmasında kuru maddede yağ oranı %10 -%25 arasında bulunan B, C, D, E peynir örnekleri az yağlı peynir sınıfında, kuru madede %25'in üzerinde yağ içeren A örneği ise yarım yağlı peynir sınıfındadır. Işınlamanın peynirin yağ oranları üzerine etkisi görülmemiştir.

Çalışmamızdaki yağ içeriklerini diğer araştırmalarla kıyasladığımızda ise Kavas vd.'nın (2004) çalışmalarına yakın (% 4.33-5.17) yakın Çelik vd.'nın (2005) çalımalarından (%16.00) düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, hammadde sütün bileşimi, uygulanan üretim yöntemi, starter kültür ve aktivitesi, depolama koşulları ile birlikte kuru madde farklılıklarına bağlı olarak değişkenliklerden kaynaklanmış olabilir.

4.2.5.Tuz Tayini

Peynir örneklerinin ortalama tuz ve kuru madededе tuz değerleri standart hataları ile birlikte Çizelge 4.8. ve 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Peynir örneklerinin tuz değerleri (%)

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	6,20 ± 0,25	6,01 ± 0,54	5,34 ± 0
B	5,87 ± 0,02	5,75 ± 0,91	5,20 ± 0,23
C	5,40 ± 1,66	5,02 ± 0,01	5,03 ± 0,46
D	5,70 ± 1,17	5,40 ± 0,07	6,03 ± 1,44
E	5,45 ± 0,24	5,21 ± 0,01	6,09 ± 0,23

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.
A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Çizelge 4.9. Peynir örneklerinin kuru maddede tuz değerleri (%)

Peynir	1. gün	30. gün	60. gün
A	14,8 ± 0,25	13,8 ± 0,54	12,3 ± 0
B	14,5 ± 0,02	14,0 ± 0,91	12,7 ± 0,23
C	13,7 ± 1,66	12,9 ± 0,01	12,2 ± 0,46
D	15,0 ± 1,17	13,8 ± 0,07	15,1 ± 1,44
E	13,7 ± 0,24	13,5 ± 0,01	15,0 ± 0,23

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.
A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Peynir örneklerinin tuz içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($P<0.05$).

Futschik, 1960; Vujicic, 1963; Jakubowski ve Reeps, 1964; Geurts vd., 1974; tuz geçişinin başlangıçta hızlı olduğunu daha sonra diğer faktörlerin etkisi ile belirli bir düzeyde kaldığını saptamıştır. Al-Otaibi ve Wilbey257 % 5, 10 ve 15 oranında tuzlama yaparak elde ettikleri beyaz peynirlerde tuz oranını sırasıyla 1.58, 2.04 ve 2.54 olarak tespit etmişlerdir. Aynı yazarlar tuz oranının zaman içerisinde değişiklik gösterdiğini farklı miktarda tuz kullanımının ise beyaz peynirlerdeki tuz oranında değişikliğe yol açtığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Bakırcı vd. %11, 14 ve 17 oranında 3 farklı salamura kullanarak olgunlaştırdıkları peynirlerde tuz oranını sırasıyla % 4.58, 6.55 ve 8.26 olarak tespit etmişlerdir. Olgunlaşma günleri ve salamura konsantrasyonunun peynir örneklerindeki tuz konsantrasyonu üzerine olan etkisinin önemli olduğu aynı çalışmayla ortaya konulmuştur. Bizim çalışmamızda ise peynir örnekleri sadece 1 gece salamurada bekletilip vakum paketlendiğinden depolamanın tuz içeriği üzerine etkisi olmamıştır.

4.2.6. Kül

Peynir örneklerinin 60 günlük olgunlaşma periyodunda toplam kül içeriklerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.10.'da verilmiştir

Çizelge 4.10. Peynir örneklerinin kül değerleri (%)

Peynir	1. gün	30.gün	60. gün
A	6,51 ± 0,3 [a]	6,19 ± 0,39 [a]	6,39 ± 0,01 [a]
B	5,57 ± 0,2 [b]	5,47 ± 0,2 [b]	5,21 ± 0,03 [bc]
C	5,08 ± 0,41 [b]	5,40 ± 0,04 [b]	4,99 ± 0,01 [c]
D	5,44 ± 0,04 [b]	5,31 ± 0,18 [b]	5,39 ± 0,13 [b]
E	4,91 ± 0,29 [b]	5,40 ± 0,05 [b]	5,48 ± 0,25 [b]

[a,b,c] Peynir örnekleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

[A,B,C] Peynir örneklerinde depolama süreleri arası farklılığı göstermektedir. Aynı satırda farklı harfle ifade edilen örneklerin ortalamalarındaki değişimler önemlidir ($p<0.05$)

Farklılık görülmeyen örnekler arasında harflendirme yapılmamıştır.

A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi A kontrol gurubu örneği ile diğer örnekler arasında farklılık görülmüştür. Işınlamanın ve depolamanın peynirlerin kül değeri üzerine etkisi görülmemiştir.

4.3. Peynirde Kazein Fraksiyonlarının Elektroforetik Yöntem Sonuçları

Peynir örneklerinin Üre-PAGE elektroforez yöntemiyle elde edilen jel fotoğraf görüntüleri Şekil 4.1. , 4.2. ve 4.3.' da verilmiştir.

α_{S1}-kazeinin üç basamakta proteolitik parçalanması olmaktadır (Fox, 1989). Başlangıçta pıhtılaştırıcı enzimler α_{S1}-kazein PHe23-PHe 24 bağlarından parçalayarak α_{S1}-kazein (f1-23) ve α_{S1}-kazein (f24-199) parçalamakta, ikinci olarak pıhtılaştırıcı enzim, sütün doğal enzimleri ve bakteriyel enzimler tarafından α_{S1}-kazein (f24-199) orta ve küçük büyüklükte peptidlere hidrolize edilmekte ve son olarak, bakteriyel enzimler küçük peptidleri aminoasitlere parçalamaktadırlar (Dave vd. 2003).

Şekiller incelendiğinde A örneğinde α_{S1}-kazeinin bütünlüğünü koruduğu, diğer örneklerde ise büyük ölçüde parçalandığı gözlenmiştir.

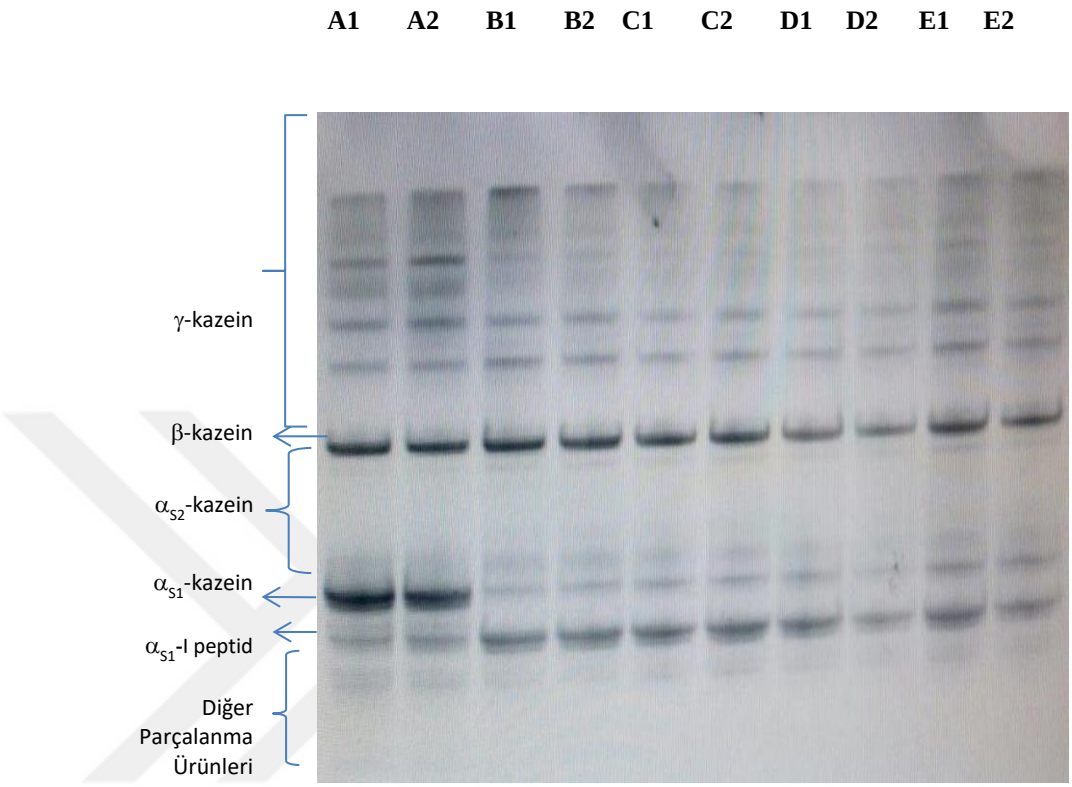
Peynir örneklerinde belirlenen α_{S2}-kazein miktarları da olgunlaşma süresince azalma göstermiştir. Çiğ sütle yapılan "B, C, D, E" Peynir Örneklerinde süre "A" Örneğine göre daha fazladır. Işınlanmış "C, D, E" örnekleri İle B örneği arasında büyük bir farklılık görülmemiştir.

β-kazeinin, β -1, β -2, β -3 diye 3 alt fraksiyonu olduğu ve nötral proteinazlar ve süt proteinazı plazminin β γ-kazeinden 3 ayrı γ -kazein (γ 1, γ 2 ve γ 3) oluşturduğu belirtilmektedir (Fox ve McSweeney,1996).

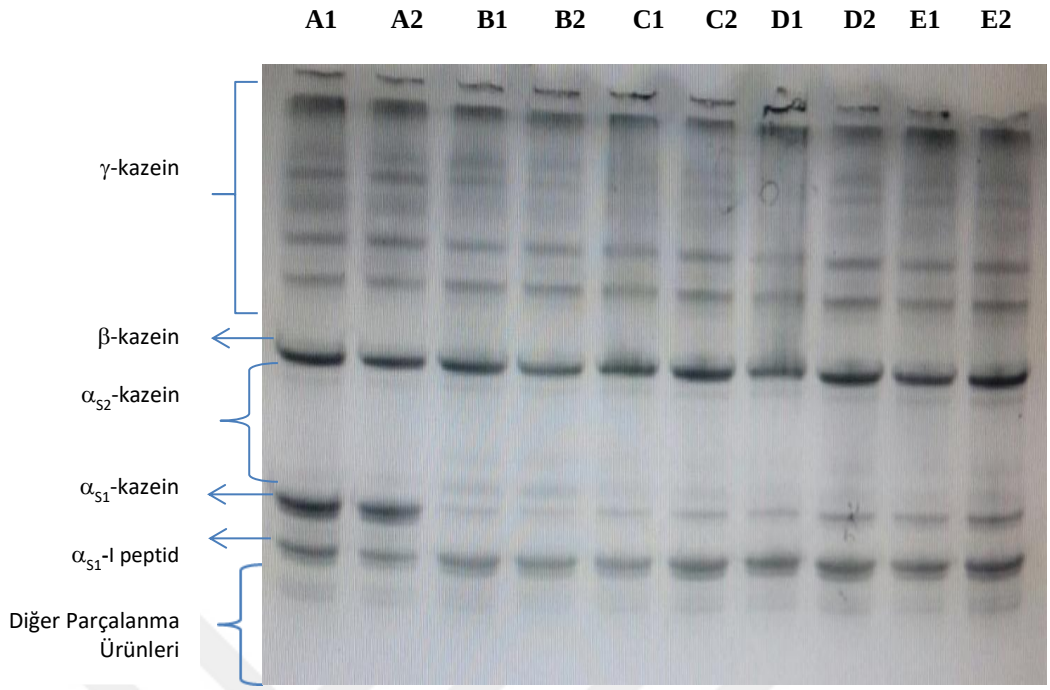
Peynir örnekleri incelendiğinde β -kazein miktarı "A,C,D,E" örneklerinde "B"örneğine göre göre fazla olduğu Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.' da incelendiğinde görülmektedir. β -kazein miktarında olgunlaşması süresince azalma gözlenmiştir.

Birçok araştırıcı peynirde olgunlaşma süresince β-kazeinin azaldığını bildirmişlerdir (Hayaloğlu, 2003; Kim vd., 2004).

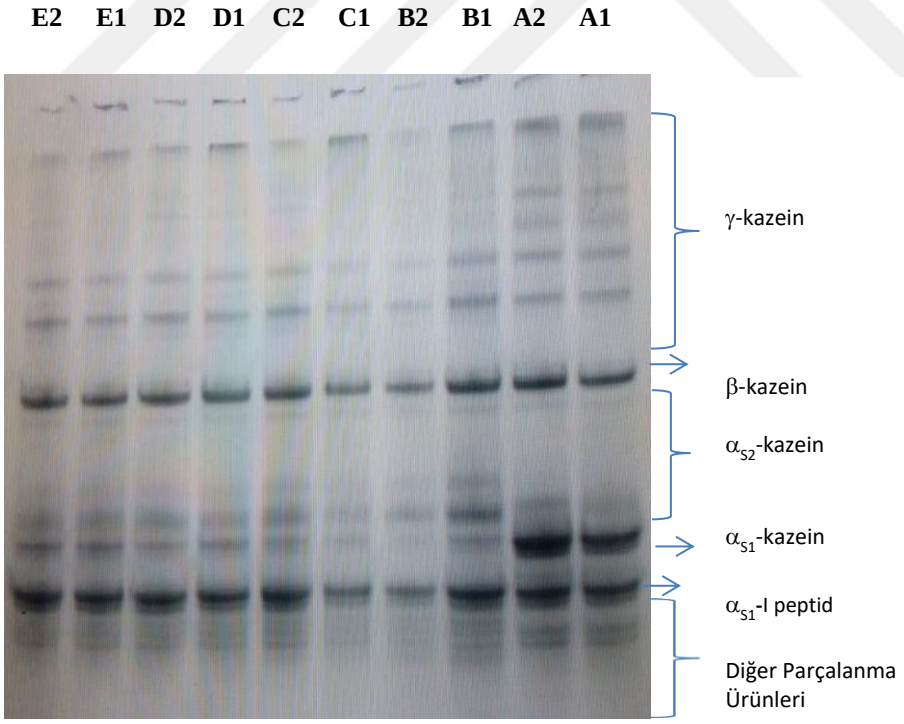
Yukarıda da belirtildiği üzere γ -kazein β-kazeinin parçalanması sonucu meydana geldiğinden olgunlaşma süresince γ -kazein miktarında artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresi sıcaklık ve ışınlama dozunun arıtması ile peynir örneklerinde γ -kazein miktarlarında meydana gelen değişmeler Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.' da verilmiştir. γ -kazein miktarının olgunlaşma süresince arttığı, başka çalışmalarda da görülmüştür (Fox ve Walley, 1971; Tunçtürk, 1996).



Şekil 4.1. Peynirler için 1.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları



Şekil 4.2. Peynirler için 30.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları



Şekil 4.3. Peynirler için 60.gün olgunlaşma süresinde elde edilen elektroforetogramları

4.4. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4.4.1. Toplam aerob mezofil genel canlı sayısı

Peynirde bulunabilen mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu aerob mezofilik bakterilerdir. Toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayımı ile gıda hammaddeleri ve yardımcı maddelerinde, ambalaj işleme sonrası depolama ve taşıma koşulları hakkında bilgi edinilerek bunların asgari standartlara uyup uymadığı belirlenebilir, buna göre gıdada bozulmanın başlaması ve raf ömrü saptanabilir (Doğan vd. 2000).

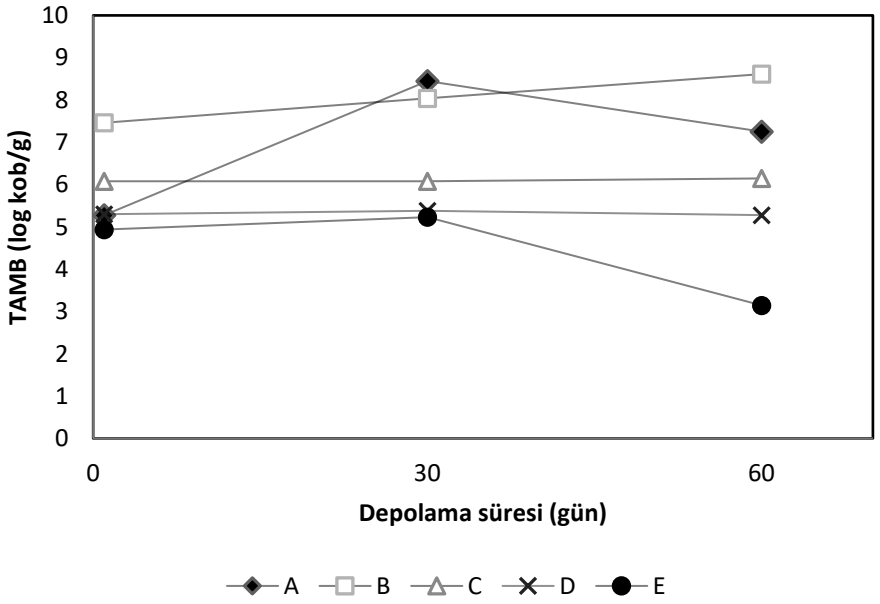
Bu çalışmada beyaz peynir örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı Çizelge 4.11. ve Şekil 4.4.'de görüldüğü gibidir. Üretimin 1. gününde en yüksek TAMB sayısı çiğ süt peynirinde görülürken, ışınlama işlemi bakteri sayısını uygulanan doza paralel oranda düşürmüştür. 3 kGy dozda ışınlanan E örneğinde 3 log düşüş gerçekleşerek pastörize süt peynirinden (A örneği) daha düşük bir değere ulaşılmıştır. Depolama süresince D ve E örneklerinde bakteri sayıları sabit kalmış, diğer peynirlerde 30. gün artış gösterirken, 60. güne kadar tekrar azalmıştır. Sonuçlar, 2 kGy ve 3 kGy ışınlama uygulamasının, çiğ sütten elde edilen beyaz peynirlerde TAMB sayısını pastörize süt peynirlerinin seviyesine indirdiğini göstermektedir. Beyaz peynirlerin TAMB sayısı pastorize sütten elde edilen peynir örneğinde 1.8×10^{7}-1.9×10^{5} arasında çiğ sütten üretilen peynir örneğinde 4.1×10^{8}-2.9×10^{7} arasında, ışınlanmış peynir örneklerinde ise 1.2×10^{6}-1.6×10^{4} arasında değişiklik göstermektedir. Işınlanmış peynir örneklerindeki TAMB değeri Çelik vd., (1998) çalışmalarından yüksek, Uğur (2001), Yıldız (2003) ve Bolat (2006) çalışmalarından düşük Karakuş ve Alperden (1992) çalışmasına yakın bir değerde çıkmıştır.

Karakuş ve Alperden (1992) üç farklı işletmeden temin ettikleri Beyaz peynir örneklerinin değişik sayıda *Staphylococcus, Enterococcus, Micrococcus* ve koliform grubu bakteri içerdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada toplam aerob mezofil canlı

bakteri (TAMB) sayısı en düşük $2x10^4$ kob/g, en yüksek $2.8x10^7$ kob/g ve ortalama $5,8x10^6$olarak belirlenmiştir. Toplam canlı mikroorganizma sayısı, ürünün raf ömrü ve ortam koşullarının patojen bakteri gelişmesi için uygun olup olmadığının bir göstergesidir. Zehirlenmeye neden olan gıdalarda mezofilik bakteri sayısı nadiren 10^5 /g'ın altında olup, genellikle 10^6 -10^7/g düzeyindedir. Beyaz peynir standardında TAMB için bir sınırlama olmamakla birlikte tespit edilen bu değerler oldukça yüksektir. TAMB içinde patojen bakterilerin de olabileceği düşünülürse bu durum risk taşımaktadır.

Çelik vd., (1998), Diyarbakır yöresinde tüketime sunulan salamura beyaz peynir örneklerinin ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri ve sırasıyla $8.9x10^3$ olarak belirlemişlerdir.

Uğur (2001), Muğla'da yaptığı bir çalışmada beyaz peynirlerdeki toplam mezofil aerobik bakteri sayısını $1.8x10^6$ – $6.0x10^8$ kob/g değerleri arasında tespit etmiştir. Yıldız (2003), Urfa peynirlerinde TAMB değerini $4.9x10^5$ - $1.6x10^{10}$ kob/g arasında ve ortalamayı da $1.0x10^9$ $\pm 6.5x10^8$ kob/g olarak belirlemiştir.



Şekil 4.4. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince TAMB sayısı değişimi

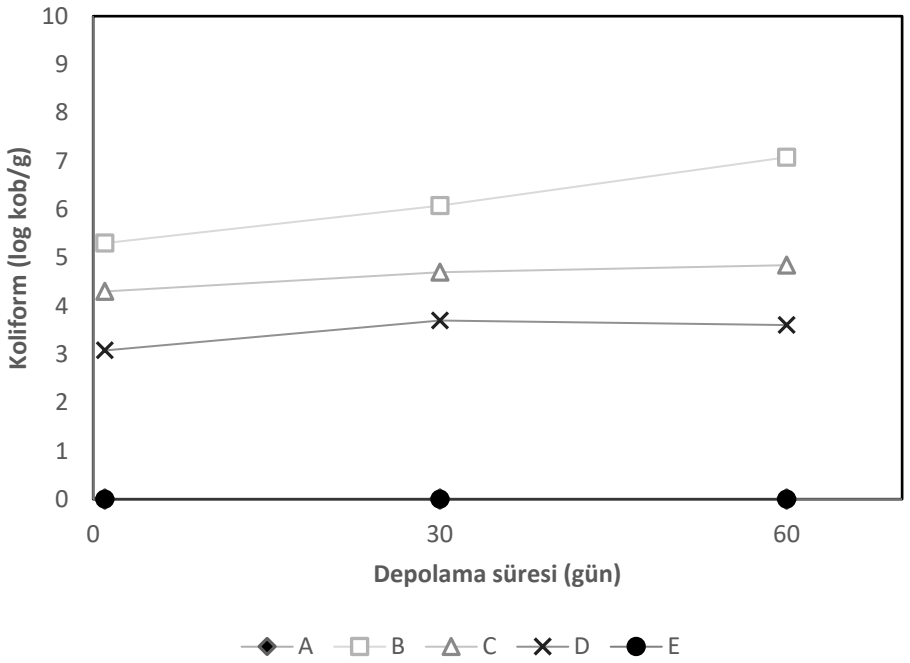
Çizelge 4.11. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı (kob/g)

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	$1,9\times10^{5}$	$2,2\times10^{5}$	$1,8\times10^{7}$
B	$2,9\times10^{7}$	$1,1\times10^{8}$	$4,1\times10^{8}$
C	$1,2\times10^{6}$	$1,2\times10^{6}$	$1,4\times10^{6}$
D	$2,0\times10^{5}$	$2,4\times10^{5}$	$1,9\times10^{5}$
E	$8,6\times10^{4}$	$1,7\times10^{5}$	$1,4\times10^{5}$

*A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

4.4.2. Koliform grubu ve *Escherichia coli* mikroorganizma sayısı

Peynir örneklerinde Koliform grubu bakteri sayısı Şekil 4.5. ve Çizelge 4.12.'de görüldüğü gibidir. Üretimin 1. gününde en yüksek koliform grubu bakteri sayısı çiğ süt peynirinde görülürken, C örneğinin 30.ve 60 günlerinde artış görülmüştür. 3 kGy dozda ışınlanan E örneğinde bakteri sayısı tamamen yok olmuştur. Depolama süresince D örneğinde bakteri sayıları sabit kalmış, diğer peynirlerde 30. gün artış gösterirken, 60. güne kadar tekrar azalmıştır. Sonuçlar, 2 kGy ve 3 kGy ışınlama uygulamasının, çiğ sütten elde edilen beyaz peynirlerde koliform grubu bakteri sayısını pastörize süt peynirlerinin seviyesine aşağı indirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.5. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince koliform grubu sayısı değişimi

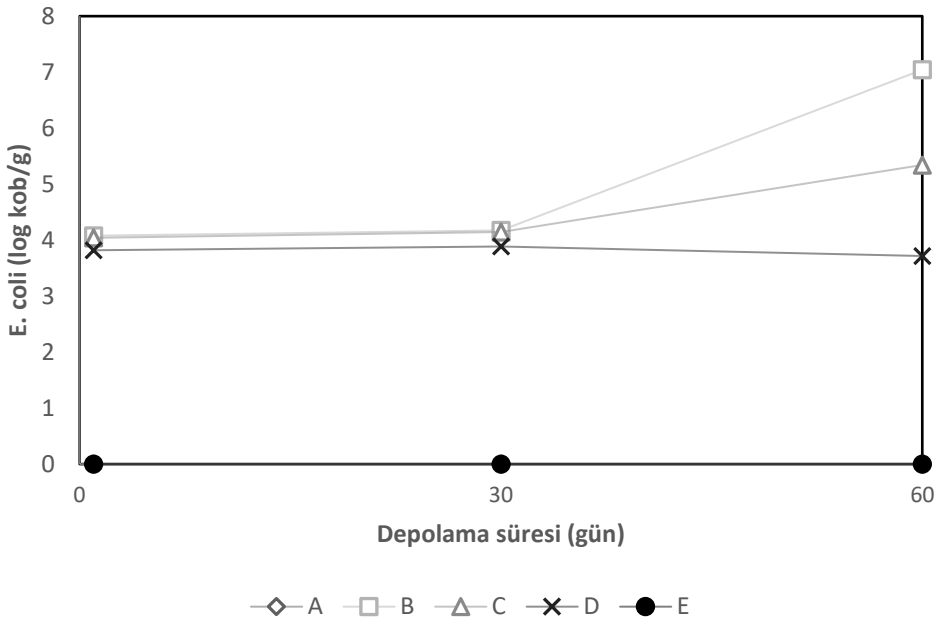
Çizelge 4.12. Koliform grubu bakteri sayımı

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	0	0	0
B	$2{,}0\times10^{5}$	$1{,}2\times10^{6}$	$1{,}2\times10^{7}$
C	$2{,}0\times10^{4}$	$5{,}0\times10^{4}$	$7{,}0\times10^{4}$
D	$1{,}2\times10^{3}$	$5{,}0\times10^{3}$	$4{,}0\times10^{3}$
E	0	0	0

*A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Peynir örneklerinde *Escherichia coli* bakteri sayısı Şekil 4.6 ve Çizelge 4.13'de görüldüğü gibidir. Üretimin 1. gününde en yüksek koliform grubu bakteri sayısı çiğ süt peynirinde görülürken, C örneğinin 30. ve 60 günlerinde artış görülmüştür. 3 kGy dozda ışınlanan ıışınlma dozuna bağlı C,D,E örneklerinde bakteri sayısı azalmış E örneğinde sıfırlanmıştır. Depolama süresince D ve E örneklerinde bakteri sayıları sabit kalmış, diğer peynirlerde 30. gün artış gösterirken,. Sonuçlar; 1 kGy, 2 kGy ve 3 kGy ışınlama uygulamasının, çiğ sütten

elde edilen beyaz peynirlerde *Escherichia coli* bakteri sayısını pastörize süt peynirlerinin seviyesine aşağı indirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.6. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince *Escherichia coli* sayısı değişimi

Çizelge 4.13. *Escherichia coli* mezofilik bakteri sayımı

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	0	0	0
B	$1,2\times10^{4}$	$1,5\times10^{4}$	$1,1\times10^{7}$
C	$1,1\times10^{4}$	$1,4\times10^{4}$	$2,2\times10^{5}$
D	$6,6\times10^{3}$	$7,7\times10^{3}$	5.2×10^{3}
E	0	0	0

*A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

Öner vd. (2006) ise, çiğ sütten üretilen ve 105 gün olgunlaştırılan salamura Beyaz peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayısını 5.04-6.39 log kob/g arasında tespit etmişlerdir

Araştırıcılar, Beyaz peynirde yüksek miktarlarda koliform (0.60-5.15 log cfu/g), *Escherichia coli* (0.60-5.15 log cfu/g) varlığını tespit etmişlerdir (Turantas vd., 1989).

Çelik vd., (1998), Diyarbakır yöresinde tüketime sunulan salamura beyaz peynir örneklerinin ortalama koliform sayılarını $2.4x10^3$kob/g olarak belirlemişlerdir.

Beyaz peynire ait TS 591 Standardında izin verilen koliform bakteri sayısı 10^3 kob/g, maya ve küf sayısı 10^3kob/g olarak belirlenmiştir (Anonim, 1995).

Bu çalışmada beyaz peynir örneklerinde koliform sayısı pastorize sütten elde edilen peynir örneğinde 1.2×10^6-2.0×10^5 arasında çiğ sütten üretilen peynir örneğinde sayılamayacak kadar çok,ışınlanmış peynir örneklerinde ise 0-2.0×10^4 arasında değişiklik göstermektedir. Işınlanmış peynir örneklerinin koliform değeri Çelik vd., (1998) ve Öner vd. (2006) çalışmalarından düşük, Turantas vd., (1989) çalışmasına yakın olduğu görülmektedir.

Escherichia coli O157:H7 suşları radyasyon uygulamalarına çok duyarlıdır ve D10 değeri 0,241-0,307 kGy arasında değişir. 2.5 kGy radyasyon uygulaması 108 sayıdaki *Escherichia coli* O157:H7'yi inaktive etmektedir (Halkman, A. Kadir 2013).

Çalışmamız da uygulanan 3 kGy ışın örneğinde koliform ve *Escherichia coli* varlığını inaktive ettiği görülmüştür.

4.4.3. Maya ve küf sayısı

Peynir örneklerinde maya ve küf grubu bakteri sayısı Çizelge Şekil 4.7. ve Çizelge 4.14.'de görüldüğü gibidir. Üretimin 1. gününde en yüksek maya ve küf grubu bakteri sayısı B ve C örneklerinde görülürken, B örneğinin 30. gününde azalma görülmüş 60.gününde ise artış görülmüştür. Çizelge incelendiğinde depolamanın 1. gününde pastorize süt (A) örneği 3 kGy ışın uygulanmış (E) örneği

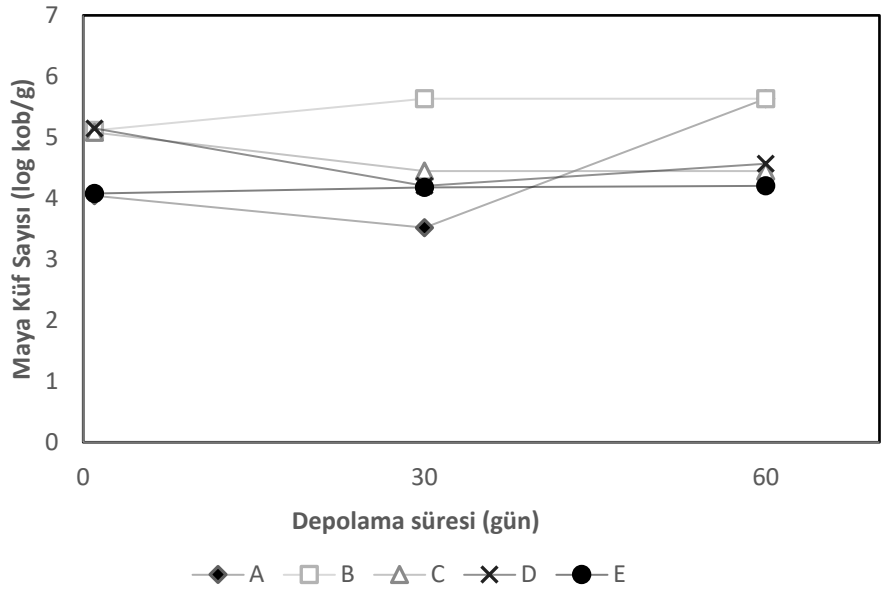
arasında log farkı bulunmazken D örneği arasında 2 log fark bulunmaktadır. Depolama süresince D ve E örneklerinde bakteri sayıları sabit kalmış, diğer peynirler örneklerinde 30. gün artış gösterirken, depolamanın 60. gününde A örneğinin bakteri sayısı artarken E örneğinde 1. gününe göre sabit kalmıştır.

Kılıç vd. (2003) İstanbul semt pazarlarından temin ettikleri 35 adet köy peynirine ait mikrobiyolojik analiz sonuçlarını bildirmişlerdir. Örneklere ait maya-küf sayısı 4.73×10^{6}kob/g saptamıştır.

Öner vd. (2006) beyaz peynir örneklerinin olgunlaşma dönemi süresince mikrobiyolojik özelliklerini araştırmış ve koliform basiller, laktik asit bakterileri, maya ve küf mantarlarının bulunduğunu ortaya koymuştur. Geleneksel yöntemlerle üretilen beyaz peynire, çiğ sütten ve/veya üretim aşamalarında ve/veya üretim sonrasında patojen bakteriler kontamine olmaktadır. Çiğ sütten üretilen ve 105 gün olgunlaştırılan salamura Beyaz peynir örneklerinde ve maya-küf sayısını 3.74-5.37 log kob/g arasında tespit etmişlerdir.

Beyaz peynire ait TS 591 Standardında izin verilen maya ve küf sayısı 10^{3}kob/g olarak belirlenmiştir (Anonim, 1995).

Bu çalışmada beyaz peynir örneklerinde maya küf sayısı pastorize sütten elde edilen peynir örneğin depolamanın 1. günüde 1.1×10^{4} 30. Ve 60.günlerinde sayılamcak kadar çok saptanmıştır. Çiğ sütten üretilen peynir örneğinde sayılamayacak kadar çok,ışınlanmış peynir örneklerinde ise 1.4×10^{5}-1.2×10^{4} arasında değişiklik göstermektedir.Işınlanmış peynir örneklerinin maya küf değeri Kılıç vd. (2003) çalışmalarından düşük, Öner vd. (2006) çalışmasına yakın olduğu görülmektedir. Beyaz peynire ait TS 591 Standardına göre yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.7. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince Maya ve küf sayısı değişimi

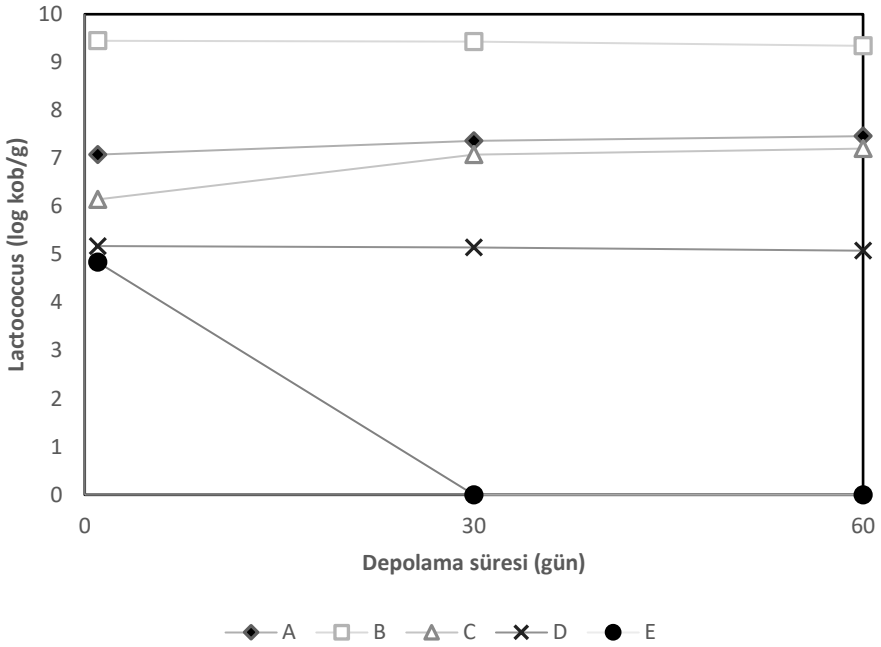
Çizelge 4.14. Maya ve küf grubu bakteri sayımı

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	1.1×10^{4}	4.3×10^{5}	4.3×10^{5}
B	1.3×10^{5}	$4{,}3\times10^{5}$	4.3×10^{5}
C	1.2×10^{5}	$2{,}8\times10^{4}$	2.8×10^{4}
D	1.4×10^{5}	$1{,}6\times10^{4}$	3.7×10^{4}
E	1.2×10^{4}	1.5×10^{4}	1.6×10^{4}

*A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peynir

4.4.4. *Lactococcus* sayısı

Şekil 4.8. ve Çizelge 4.15.'da ki sonuçlar incelendiğinde 1 kGy, 2 kGy ve 3 kGy ışınlama uygulamasının, çiğ sütten elde edilen beyaz peynirlerde. *Lactococcus* bakteri sayısı pastörize süt peynirlerinin seviyesinden aşağı indirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.8. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince *Lactococcus* sayısı değişimi

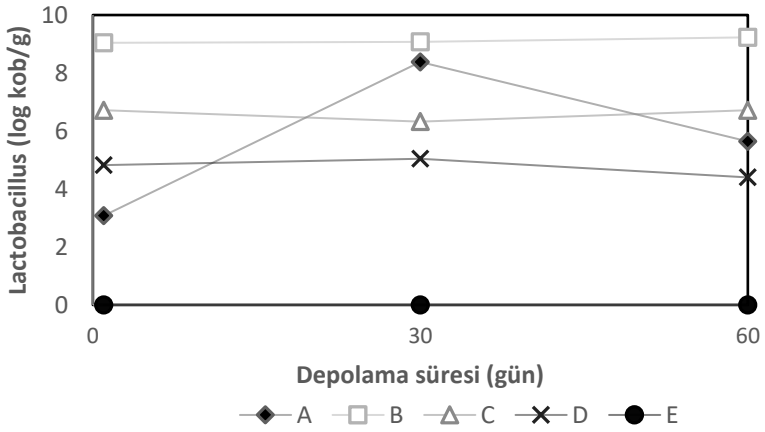
Çizelge 4.15. *Lactococcus* bakteri sayımı

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	$1,2\times10^{7}$	$2,3\times10^{7}$	$2,9\times10^{7}$
B	$2,8\times10^{9}$	$2,7\times10^{9}$	$2,2\times10^{9}$
C	$1,4\times\times10^{6}$	$1,2\times10^{7}$	$1,6\times10^{7}$
D	$1,5\times10^{5}$	$1,4\times10^{5}$	$1,2\times10^{5}$
E	$6,9\times10^{4}$	0	0

*A ve B sırasıyla kontrol pastörize ve çiğ süt peyniri, C, D ve E sırasıyla 1, 2 ve 3 kGy'de ışınlanan çiğ süt peyniri

4.4.5. *Lactobacillus* sayısı

Şekil 4.9. ve Çizelge 4.16. de ki sonuçlar incelendiğinde1 kGy, 2 kGy ve 3 kGy ışınlama uygulamasının, çiğ sütten elde edilen beyaz peynirlerde *Lactobacillus* bakteri sayısı pastörize süt peynirlerinin seviyesinden aşağı indirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.9. Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince *Lactobacillus* sayısı değişimi

Çizelge 4.16. *Lactobacillus* bakteri sayımı

ÖRNEK KODU	1.GÜN DEPOLAMA	30.GÜN DEPOLAMA	60.GÜN DEPOLAMA
A	$1,2\times10^{7}$	$2,4\times10^{8}$	$4,4\times10^{5}$
B	$1,1\times10^{9}$	$1,2\times10^{9}$	$1,7\times10^{9}$
C	$5,2\times10^{6}$	$2,1\times10^{6}$	$5,2\times10^{6}$
D	$6,6\times10^{4}$	$1,1\times10^{5}$	$2,5\times10^{4}$
E	0	0	0

Uraz ve Gündoğan (1998), 10 haftalık olgunlaşma periyodu boyunca Beyaz peynir florasında *Bacillus, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus, Staph. aureus* ve *koliform* grubu bakteri tespit ettiklerini ve *Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus* ve *Streptococcus* cinsi bakterilerin olgunlaşma boyunca dominant mikroorganizmalar olduğunu ve diğer bakteri türlerinden daha yüksek sayıda bulunduklarını bildirmişlerdir.

Kara (2012), Afyon Tulum Peynirlerine ait mikrobiyolojik Analiz sonuçlarında lactobacillus sayısını 4.49-6.54 log kob/g olarak incelemiş.Bu çalışmadaki kontrol gurubu A örneği ve B örnekleri Kara ve Akkaya'nın çalışmasındaki değerden yüksek en düşük dozda ışınlanan C peynir örneği çalışmaya yakın D ve E Örnekleri ise oldukça düşük değerdedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada çiğ sütten elde edilen peynir örneklerine 1 kGy (C), 2 kGy (D) ve 3 kGy (E) gıda ışınlanması uygulanmış ve çiğ sütten elede edilen peynir örneği (B) ve pastörize sütten elde edilen peynir örnekleri (A) kontrol gurubu da dahil tüm peynirler vakum altında ambalajlanıp 2 ay süre boyunca olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşmanın 1. , 30. ve 60. günlerinde ışınlamanın peynirlerin bazı kimyasal ve mikrobiyoljik özelliklerinin yanı sıra elektroforetik (Üre-PAGE) özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Peynir örneklerinin kurumadde içeriği üzerine peynirde ışınlanmanın ve olgunlaşma süresinin etkisi olmamıştır.

Peynir örneklerinin yağ miktarı üzerine peynir çeşidi etkisi $P<0.01$ ve olgunlaşma süresi etkisi $P<0.05$ düzeyde önemli bulunmuştur. A peynirleri diğer peynirlere göre daha fazla yağ içeriğine sahiptir. Olgunlaşma süresince. peynirlerin yağ oranları düzenli bir şekilde artış veya azalma göstermemiştir.

Titre edilebilir asitlik değerleri üzerine peynir çeşidi ve olgunlaşma süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Peynir örnekleri ile de istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($P<0.05$). Titrasyon asitliği değerleri olgunlaşmanın 60. gününe kadar biraz yükselmiş. en fazla yükselme E örneğinde görülmüştür.

İstatistiksel olarak peynir örneklerinin pH değerlerini hem peynir çeşidi hem de olgunlaşma süresi etkilemiş ve bu durum önemli bulunmuştur. pH değerleri olgunlaşmanın 60. gününe kadar hafif artış göstermiş.

Peynir örneklerinde tuz oranını olgunlaşma süresi ve peynir çeşidi önemli düzeyde ($P>0.05$) etkilememiştir

Peynir örneklerinde kül miktarı üzerine hem peynir çeşidinin hem de olgunlaşma süresinin etkisi A örneği dışında genel olarak önemli bulunmamıştır

(P>0.05). Kül miktarı olgunlaşma süresince 30. güne kadar düşüş. daha sonra çok hafif artış göstermiş ama bu artış istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. (P>0.05).

Peynir örneklerinin tümünde olgunlaşma süresince α ve ß-kazeinde sürekli azalma. αS1-I peptid. -kazein ve diğer parçalanma ürünlerinde ise artış belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince αS1-kazein miktarındaki azalma ß-kazein miktarındaki azalmadan daha fazla olduğu görülmüştür.

Genel olarak ışınlanan peynirler örnekleri (C, D ve E) ile kontrol gurubu peynirler (A ve B) kıyaslanadığında ışınlamanın peynirlerin bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisi görülmemiştir.

Peynir örnekleri kontrol grubu örnekler ile kıyaslama sonucunda ışınlamanın mikrobiyel gelişimi azaltıcı etkisi görülmüştür. Yine ışın doz miktarı artışı ile mikroorganizma gelişimi arasında ters orantı tespit edilmiştir.

Uygulanan ışın dozları arasında 3 kGy (E) örneğinde mikrobiyel artışın azaldığı ve koliform ve *Escherichia coli* bakterilerini tamamen inaktive etmiştir. Pastörize edilmiş sütten elde edilen peynir örneği (A) ile kıyaslandığında fekal bulaşma ile görülen *Escherichia coli* bakterisi A örneği ile aynı etkiyi yakanladığı görülmüştür.

Peynirlerde ışınlamanın farklı mikroorganizmalar üzerine etkileri ve peynir içerisinde bulunan mineral maddelerin üzerine etkileri. incelenmelidir. Peynire daha yüksek dozimetrik deneme yaparak etkileri kıyaslanmalıdır. Işınlanmanın peynirlerin duyusal özelliklerine etkileri incelenmelidir.

Gıda ışınlama üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bugün ışınlama çeşitli gıda maddelerinin üretiminde kullanılan bir teknolojidir. Gıda ışınlama diğer teknolojilerden farksız olarak doğru şekilde kullanıldığında gıda güvenliği sağlanması için gerekli bir teknolojidir. Ancak; gıda güvenliği, beslenme, ekonomik ve tüm sorunları ortadan kaldıracak rakipsiz ve sihirli bir değnek değildir. Diğer gıda teknolojileri de bütün bu sorunları çözemez. Gıdaya yönelik her uygulama. avantajları ve dezavantajları ile birlikte değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

ACAR, J. ve CEMEROĞLU, B.1998. Işınlarla Muhafaza. Meyve Sebze Teknolojisi.Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları,Ankara.193- 209.

ALPKENT Z. GÖNCÜ. A. 2003. Peynir Suyu ve Peynir Suyu Proteinlerinin Gıda. Kozmetik ve Tıp Alanlarında Kullanılması. Gıda Mühendisliği Dergisi 15: 26-30.

ACAR, J. ve CEMEROĞLU, B.1998. Işınlarla Muhafaza. Meyve Sebze Teknolojisi.Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları,Ankara.193- 209.

ANONYMOUS. 1989. TS 3272 Kaşar Peyniri Standardı. TSE. Ankara

ANONİM. 2000. Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş, İçme Sütleri Tebliği. Resmi Gazete, 14 Şubat 2000, Sayı: 23964, s: 27-37

ANONYMOUS. 2001.Questions and answers about food irradiation

AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis. Vol. 1. 17th ed. AOAC International. Arlington. VA.

ARVANİTOYANNİS. I.S. AND TSERKEZOU. P.. 2010. Application of Irradiation on Milk and Dairy Products. Irradiation of Food Commodities: Techniques. Applications. Detection. Legislation. Safety and Consumer Opinion . Elsevier Inc. USA. 710s.

BLANK. G.. SHAMSUZZAMAN. K.. & SOHAL. S. 1992. Use of electron beam irradiation for mold decontamination of cheddar cheese.. Journal of Dairy Science. 75:13–20.

BLANK. G.. & CUMMİNG. R.. 2001. Irradiation. In N. A. Michael Eskin. & D. S. Robinson (Eds.). Food Shelf Life StabilitydChemical. biochemical and microbiological changes. London: CRC Press.

BOLAT. S. (2006). Ankara yöresinde tüketime sunulan beyaz peynirlerde Salmonella ve bazı patojen bakterilerin bulunma sıklığı ve proteolitik aktiviteleri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

BONGİRWAR. D. R.. & KUMTA. U. S.. 1967. Preservation of cheese with combined use of gamma-rays and sorbic acid. International Journal of Applied Radiation and Isotopes. 18:133–139.

BOUGLE. D. L.. & STAHL. V.. 1994. Survival of Listeria monocytogenes after irradiation treatment of Camembert cheeses made from raw milk. Journal of Food Protection. 57: 811–816.

CABEZAS.L.. SANCHEZ. I.. POVEDA. J.M.. SESENA. S.. PALOP. M.L.. 2007. Comparison of microflora. chemical and sensory characteristics of artisanal Manchego cheeses from two dairies. Food Cont.. 18:11-17

CREAMER. L. 1991. Electrophoresis of cheese. Bulletin-International Dairy Federation, 261: 14-28.

CİNBAŞ. T.. KILIÇ. M. 2005. Proteolysis and lipolysis in white cheeses manufactured by two different production methods. Int. J. Food Sci. Technol.. 40; 1-8.

ÇELİK. Ş.. ÖZDEMİR. C.. ÖZDEMİR. S.. SERT. S. 1998. Diyarbakır yöresinde tüketime sunulan salamura Beyaz peynir örneklerinin mikrobiyolojik. fiziksel ve kimyasal öz

ÇELİK. Ş.. BAKIRCI. İ.. ÖZDEMİR. S. 2005. Effect of high heat treatment of milk and brine concentration on the quality of Turkısh white cheese. Milchwissenschaft. 60; 147-151.2.

DAĞDEMİR. E.. ÇELİK. Ş.. ÖZDEMİR S. 2003. The effects of some starter cultures on the properties of Turkish White Cheese. Int. J. Dairy Technol.. 56; 215-218.

DAVE. R.I.. MCMAHON. D.J.. OBERG. C.J.. BROADBENT. J.R. 2003. Influence of coagulant level on proteolysis and functionality of mozzarella cheeses made using direct acidification. Journal of Dairy Science. 86(1): 114-126.

DOĞAN HB. TÜKEL Çİ. 2000. Toplam (aerobik mezofilik) bakteri. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Kitabı. İkinci baskı. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti. 2000: 323-8

FOX. P.F. 1989. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. Journal of Dairy Science. 72(6): 1379-1400

FOX. P. F., MCSWEENEY, P. L. H. 1996. Proteolysis in cheese during ripening. Food Rev. Int., 12; 457-509.

FOX. P.F., WALLEY, B. 1971. Influence of sodium chloride on the proteolysis of casein by rennet and by pepsin. Journal of Dairy Research, 38(02): 165-170

FUTSCHİK. J.. 1960. The possibilities of influencing the salt content of semi hard cheese. D.S.A. 22 (12) 607. 3370.

GEURTS. T. J.. WALSTRA. P. VE MULDER. H. 1974. Transport of salt and water during salting of cheese. Netherlands Milk and Journal 28:102-129.

GİROUX M. LACROİX M, 1998: Nutritional adequacy of irradiated meat - a review. Food Research Int, 31, 257-264

GÜLER, Z., URAZ, T. 2004. Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste and odour) of traditional Turkish white cheese. Soci. Dairy Technol., 57; 237-242

GÜRSEL. A., 2015. Peynir altı Suyu Teknolojsi. Ankara Üniversitesi Yayınları, No: 451, Ankara

GÜRSOY. A., GÜRSEL, A., ŞENEL, E., DEVECİ, O., KARADEMİR, E. 2001. Yağ içeriği azaltılmış Beyaz peynir üretiminde Lactobacillus helveticus ve Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus kültürlerinin kullanımı. GAP II

HALKMAN. AK. 2013. Gıda Mikrobiyolojisi II ders notları. Ank. Üniv. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.

HASHİSAKA. A. E.. EİNSTEİN. M. A.. RASCO. B. A.. HUNGATE. F. P.. & DONG. F. M.. 1990. Sensory analysis of dairy products irradiated with cobalt-60 at 78C. Journal of Food Science. 55(2): 404–408.

HAYALOĞLU. A.A. 2003. Starter olarak kullanılan bazı Lactococcus suşlarının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Adana.

HAYALOĞLU. A. A., GÜVEN, M., FOX, P. F., HANNON, J. A. AND MCSWEENEY P.L.H., 2004. Proteolysis in Turkish Whitebrined cheese made with defined strains of Lactococcus. Int. Dairy J., 14, 599-610.

HSU. H., HADZİYEU, D. M., & WOOD, F. W., 1972. Gamma irradiation effects on the sulfhydryl content of skim milk powder. Canadian Institute of Food Science and Technology, 5: 191–196.

IDF. 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standard 4A,Brussels: International Dairy Federation.

JAKUBOWSKİ. J. VE REEPS. A.. 1964. Beitrag zur kenntnis des Salzabsorptions vermögen von Kase. Milchwissenschaft. 19(8): 413-417

JONES. T. H.. & JELEN. P.. 1988. Low dose gamma irradiation of Camembert. cottage cheese and cottage cheese whey. Milchwissenschaft. 43:233–237.

KARAKUŞ. M.. ALPERDEN. I. 1992. Beyaz peynirin olgunlaşma sürecinde mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerindeki değişmeler. Gıda Sanayi. 6; 34-47.

KARAKUŞ. M.. BORÇAKLI. M.. ALPERDEN. I. 1992. Beyaz peynirin olgunlaşması sürecinde laktik asit bakterileri. Gıda. 17; 363369.

KARA. R. 2012. Traditional A Cheese: Afyon Tulum Cheese. Kocatepe Veterinary Journal. 5 (1): (45- 48) Kurt, A. 1996

KAVAS. G.. OYSUN. G.. KINIK. Ö.. UYSAL. H. 2004. Effect of some fat replacers on chemical. pHysical and sensory attributes of low-fat White pickled cheese. Food Chem.. 88; 381-388.

KILIÇ. B.. ÇOŞKUN. H.. TARAKÇI. Z. 2003. İstanbul semt pazarlarında satışa sunulan köy peynirlerinin bazı kalite özellikleri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. İzmir.

KİM. S.Y.. GUNASEKARAN. S.. OLSON. N. 2004. Combined use of chymosin and protease from CrypHonectria parasitica for control of meltability and firmness of cheddar cheese. Journal of Dairy Science. 87(2): 274-283.

KOBURGER. J.A.. MARTH. E.H.. 1984.Yeasts and Molds. P. 197-201.In: M.L. Speck. (2nd ed). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Washington. D.C

KOÇAK. C.. AYDINOĞLU. G.. USLU. K. 1997. Ankara piyasasında satılan dil peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. Gıda Dergisi. 22(4): 251-255.

LAGUNAS-SOLAR. M.C. (1995). Radiation processing of foods: An overview of scientific principles and current status. Journal of Food Protection, 58, 186-192.

LALAGUNA. F.. 2003. PHysicochemical response of Palmita-type cheese to low dose irradiation. Journal of Food Science. 68(1): 26–30.

LANGLEY. P.. 1988. The first irradiation of cheese is planned for 1900s. Revue Laitiere Francaise. 474: 91.

MAHİNDRU, S.N., 2009. Milk and Milk Products. APH Publishing Corporation, New Delhi, 194s.

MESSER. J. W.. BEHNEY H.M. AND LEUDECKE L. O.. 1985. Microbiological Count Methods. In: Richardson. G. H. (Ed). Standard Methods for the Examination of Dairy Products (APHA). 15thEdition. 133-149. Washington D.C.

MOUNTNEY. G. J.. ve PARKHURST, C. R.. 1995. Poultry Products Technology 3rd edition.Food products press.An imprint of the Hawort press,inc.New York-London.263-267

MOYNİHAN. A.C.. GOVİNDASAMY-LUCEY. S.. JAEGGİ. J.J. 2014. “Effect of camel chymosin on the texture. functionality. and sensory properties of low-moisture. part-skim Mozzarella cheese”. J of Dairy Sci. 97. 85-96.

ÖNER. Z.. KARAHAN. A. G.. ALOĞLU. H. 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese. Food Sci. Technol.. 39; 449-454.

ROSENTHAL. I., MARTİNOT, M., LİNDER, P., & JUVEN, B. J., 1983. A study of ionizing radiation of dairy products. Milchwissenschaft, 38:467.SEİSA. D., OSTHOFF, G., HUGO, C., HUGO, A., BOTHMA, C., & VAN DER MERWE, J., 2004. Effects of low-dose gamma irradiation and temperature in the microbiological and chemical changes during ripening of cheddar cheese. Radiation Physics and Chemistry, 69:419–431.

SPECK. N.L.. 1976. Compendium of Methods for the Examination of Foods. ApHa..Washington. D.C.. USA.

SAĞUN, E., SANCAK H., DURMAZ, H. 2001. Van'da kahvaltı salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. YYÜ. Veteriner Fak. Derg., 12; 108-112.

TARAKÇI. Z.. COŞKUN. H.. TNUNÇTÜRK. Y. 2004. Some properties of fresh and ripened herby cheese. a traditional variety produced in Turkey. Food Technology and Biotechnology. 42(1): 47-50.

T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü). 1995. Beyaz Peynir. TS 591. Ankara, 9 s.

T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü). 1999. TS 3272 Kaşar Peyniri Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü Ankara, 6 s.

TSİOTSİAS, A., SAVVAİDİS, I., VASSİLA, A., KONTOMİNAS, M., & KOTZEKİDOU, P., 2002. Control of Listeria monocytogenes by low-dose irradiation in combination with refrigeration in the soft whey cheese ''Anthotyros.'' Food Microbiology, 19: 117–126.

TURANTAŞ. F. ÜNLÜTÜRK. A. GÖKTAN. D. 1989. Microbiological and compositional status of Turkish White cheese. Int. J. Food Microbiol.. 8; 19-24.

TUNÇTÜRK. Y. 1996. Kaşar peynirinin starter kültür, proteinaz ve lipaz enzimleri ilavesiyle hızlı olgunlaştırılması üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.

UĞUR A. 2001. Muğla halk pazarında satıĢa sunulan ev yapımı peynirlerin mikrobiyolojik özellikleri. Ekoloji Çevre Dergisi. Cilt:10. Sayı:40. 3-8. 2001.

URAZ. T.. ŞİMŞEK. B. 1998. Ankara piyasasında satılan beyaz peynirlerin proteoliz düzeylerinin belirlenmesi. Gıda Dergisi. 23(5): 371-375.

URAZ. G.. GÜNDOĞAN. N. 1998. Beyaz peynirlerin mezofil mikroflorasında Koliform. Streptokok. Laktobasil. Leukonostok. Pediokok. Stafilakok ve Basillusların bulunma sıklıkları. Gıda. 23; 391-401.

URBAİN. W.M. (1986). Food irradiation. Academic Press, Orlando, FL.

ÜÇÜNCÜ. M. 2008. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık. İzmir. 1236

VUJICİC. I. 1963. A study on the relationship between the factors influencing the time of cheese salting. Milchwissenschaft. 18(6) : 282-284.

YERLİKAYA O. KINIK Ö. AKBULUT. N. 2010 Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. Gıda 35(4); 289-296

YILDIZ A. 2003. Laktasyondaki subklinik ve klinik mastitisli sütçü ineklerde lincomycin-neomycin kombinasyonuyla meme içi tedavinin etkinliği. F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi. 17 (1). 65-69.
YUCEER, S., & GUNDUZ, G., 1980. Preservation of cheese and plain yogurt by low-dose irradiation. Journal of Food Protection, 43:114

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kevser VURAL YILDIZ

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi :Diyarbakır/ 03/10/1983

Telefon : 0551 409 84 67

e-mail : kevser_vural_@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı,İlçe,İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:Diyarbakır Anadolu Lisesi,	2004
Üniversite	:Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2014

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014	MEB	Gıda Teknolojisi Öğretmeni
2018	Neptun Kurumsal Hizmetler	Proje Müdürü
2019	Polis Akademisi	Gıda Mühendisi