

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAĞI AZALTILMIŞ ERİTME PEYNİRİ ÜRETİMİNDE
İNÜLİN KULLANIMIYLA PEYNİRİN FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Osman Seracettin BORAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MALATYA
Ocak 2012**

Tezin Başlığı: Yağı Azaltılmış Eritme Peyniri Üretiminde İnülin Kullanımıyla Peynirin
Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi

Tezi Hazırlayan: Osman Seracettin BORAN

Sınav Tarihi:

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim
Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN

Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU (Danışman)

Yrd. Doç.Dr. Murat YILMAZTEKİN

Prof. Dr. Asım KÜNKÜL
Enstitü Müdürü

Onur Sözü

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Yağı Azaltılmış Eritme Peyniri Üretiminde İnülin Kullanımıyla Peynirin Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın, tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Osman Seracettin BORAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞI AZALTILMIŞ ERİTME PEYNİRİ ÜRETİMİNDE İNÜLİN KULLANIMIYLA PEYNİRİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Osman Seracettin BORAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

78 + vii sayfa

2012

Danışman: Doç.Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi olan inülinin, düşük yağlı eritme peyniri üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, iki farklı polimerizasyon derecesine sahip (Orafti®GR ve Orafti®HPX) inülinlerin farklı oranlarda (%1,5 ve %3) kullanımı ile yağsız taze Beyaz ve yağsız Kaşar peyniri kullanılarak eritme peynirleri üretilmiştir. 60 günlük depolama süresince, peynirlerin fonksiyonel özellikleri, mikroyapısı, bazı kimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir.

Düşük yağlı eritme peyniri üretiminde, yapıyı iyileştirmek için kullanılan inülinin eritme peynirinin bazı kalite parametrelerine önemli düzeyde etki yaptığı saptanmıştır. İnülin ilavesinin eritme peynirlerinin kuru madde ve yağ miktarları ile renk değerlerini azalttığı; titrasyon asitliği, azot ve protein miktarlarını arttırdığı saptanmıştır. İnülin kullanılmış eritme peynirlerinin reolojik özellikleri, normal yağlı eritme peynirine benzer bulunmuştur. Ancak, inülin kullanımı peynirlerin mikro yapısında (taramalı elektron mikroskobu ile belirlenen) değişikliklere neden olmuştur. İnülin kullanımı peynirlerde erime değerinde artışa neden olmuştur ve en yüksek erime oranı %1.5 Orafti®GR katkılı peynirde saptanmıştır.

Peynirlerin olgunluk durumunu belirlemeye yönelik yapılan azotlu fraksiyonların analizlerinde (suda çözünen azot değerleri) ve kazeinlerin elektroforezlerinde (üre-jel elektroforez) peynirler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Duyusal analizler bakımından %3 Orafti®GR katkısının iç görünüşe olan olumsuz etkisi dışında inülin kullanımının peynirlerin görünüş, yapı, koku ve tat parametrelerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuçlar, sağlık açısından prebiyotik özellik te gösteren inülinin, yağlı azaltılmış eritme peyniri üretiminde yağ ikame edici olarak kullanılabileceğini, yağ oranı azaltılmış peynirin fonksiyonel özelliklerine olumlu katkılar sağlayacağını ve peynirin kalitesini olumsuz etkilemeyeceğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: İnülin, Eritme peyniri, reoloji, mikro yapı, erime özelliği.

ABSTRACT

MS Thesis

USE OF INULIN IN PRODUCTION OF PROCESSED REDUCED-FAT CHEESE FOR THE IMPROVEMENT OF ITS FUNCTIONAL PROPERTIES

Osman Seracettin BORAN

**İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

78 + vii Pages

2012

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

In this study, the possibility of using inulin, a carbohydrate based fat replacer, in the manufacture of low-fat processed cheese, was investigated. For this purpose, two types of inulin with different polymerization degrees (Orafti®GR ve Orafti®HPX) was used at 1.5% or 3% to manufacture a low-fat processed cheese using with fat-free white-brined cheese and fat-free Kaşar cheese. Functional, microstructural, chemical, and sensory properties of the cheese were determined during 60 days of storage.

It was determined that the use of inulin in manufacturing low-fat processed cheese improves the structure and texture of the cheese. Use of inulin caused some decreases in the levels of dry solid and fat and a mild increase in the levels of acidity, total nitrogen, and protein in processed cheese. The cheese with or without inulin showed the same rheological properties. However, use of inulin caused some differences in microstructure of cheese which as determined by scanning electron microscopy. The cheese with inulin had the highest values in terms of melting compared to cheese made using Orafti®GR at a level of 1.5%.

To determine the ripening indices of the cheese, water-soluble nitrogen fractions and urea-polyacrylamide gel electrophoresis of the cheese were evaluated and no significant differences were found among the cheese types studied. Use of inulin in manufacturing low-fat processed cheese had no negative impact on appearance, texture, odour, and flavour scores with exception of inside appearance points for the cheese produced using Orafti®GR at 3%.

Results showed that the use of inulin, which has also prebiotic properties, in the manufacture of low-fat processed cheese as a fat replacer may contribute the functional properties of the cheese without any negative effect in the quality.

KEY WORDS: Inulin, Processed cheese, rheology, microstructure, melting properties.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde, planlanmasında ve yürütülmesinde bana yardımcı olan, deneyimlerinden yararlandığım hocam Sayın Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Araştırma sırasında kullanılan inülinlerin tedarikini sağlayan Artisan Gıda Tic. Ltd. Şti.'ye, üretim çalışmalarımda tüm imkânlarından faydalandığım Kaçmazlar Gıda Sanayi Tic. Ltd. Şti.'ye, bana bu imkânları veren ve yardımlarını esirgemeyen üretim müdürü Gıda Mühendisi Zekiye KAYA, kalite sistem müdürü Biyolog Çiğdem ERENLER, eritme peynir ustaları Mustafa KUZUCU ve Sami DİLEK'e ve çalışmamı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimince 2010/110 no'lu proje ile maddi olarak destekleyen ve olanak sağlayan İnönü Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca araştırmalarım süresince yakın ilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerine, Mayasan Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. Doğu Anadolu Bölge Sorumlusu Gıda Mühendisi Murat GÖKMEN'e ve reolojik ölçümleri için laboratuvar imkanlarını sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği öğretim üyelerinden Doç.Dr. Talip KAHYAOĞLU'na teşekkürü bir borç olarak bilirim.

Hayata hep ümitle bakma sebebim, sevdiğim insanlar annem, babam, eşim ve biricik oğlum Emir Kıvanç'a şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	5
2.1. İnülinin Tanımı	5
2.2. Doğal İnülin Kaynakları	6
2.3. Ticari Olarak İnülin Elde Edilmesi	6
2.4. İnülinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkileri	8
2.5. İnülinin Gıdalarda Kullanım Amaçları	13
2.5.1. Gıdayı Lifçe Zenginleştirme	13
2.5.2. Gıdaya Prebiyotik Özellik Kazandırma	14
2.5.3. Su Bazlı Gıdalarda Yağ İkamesi Olarak Kullanma	14
2.5.4. Vücutta Kalsiyum Emilimini Arttırma	15
2.6. Süt Ürünlerinde Uygulamalar	16
2.6.1. Peynir	17
2.6.2. Yoğurt	17
2.6.3. Dondurma	19
2.6.4. Puding	20
2.6.5. Diğer	20
2.7. Eritme Peyniri	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Eritme Peynir Üretimi	28
3.2.2. Peynir Örneklerine Uygulanan Analizler	29
3.2.2.1. Titrasyon Asitliği	30
3.2.2.2. pH Değeri	30
3.2.2.3. Kuru Madde	30
3.2.2.4. Yağ ve Kuru Maddede Yağ	30
3.2.2.5. Tuz ve Kuru Maddede Tuz	30

3.2.2.6.	Protein ve Kuru Maddede Protein	31
3.2.2.7.	Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı ve Olgunlaşma Derecesi	31
3.2.2.8.	Elektroforez	32
3.2.2.9.	Erime Özelliği	32
3.2.2.10.	SEM Fotoğraflama	32
3.2.2.11.	Reoloji	33
3.2.2.12.	Renk Ölçümü	33
3.2.2.13.	Duyusal Analizler	33
3.2.2.14.	İstatistiksel Analizler	35
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	36
4.1.	Titrasyon Asitliği (% Laktik Asit)	36
4.2.	pH Değeri	38
4.3.	Kuru Madde	39
4.4.	Kuru Maddede Yağ	41
4.5.	Tuz	41
4.6.	Azotlu Maddeler	42
4.6.1.	Toplam Azot ve Protein	42
4.6.2.	Suda Çözünen Azot	43
4.7.	Elektroforez	44
4.8.	Peynirlerin Erime Değerleri	45
4.9.	SEM Fotoğraflama	46
4.10.	Peynirlerin Reolojik Özellikleri	51
4.10.1.	Frekans Tarama	51
4.10.2.	Sıcaklık Tarama	54
4.10.3.	Akış Şekilleri	56
4.11.	Renk Ölçümü	62
4.12.	Duyusal Değerlendirme	63
4.12.1.	Görünüş	64
4.12.2.	Yapı	65
4.12.3.	Tat ve Koku	65
4.12.4.	Genel Duyusal Değerlendirme	65
5.	SONUÇ	67
6.	KAYNAKLAR	68
7.	ÖZGEÇMİŞ	78

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İnülin'in kimyasal formülü	5
Şekil 2.2. İnülin üretim prosesi	7
Şekil 2.3. İnülin ve inülinde oligofruktozun şematik elde edilişi	8
Şekil 2.4. İnülin kullanımıyla bağırsakta bakteri florasının değişimi	10
Şekil 2.5. Yüksek ve düşük glisemik indeksli karbonhidratların alımı ile zaman içinde kan şekeri değişimi	12
Şekil 3.1. Eritme peynir üretiminde genel işlem basamakları	29
Şekil 4.1. Eritme peynirleri ürea-PAGE elektroforetogramları	44
Şekil 4.2. Eritme peynir örnekleri SEM (15.000×) mikrografileri	47
Şekil 4.3. Eritme peynir örnekleri SEM (10.000×) mikrografileri	48
Şekil 4.4. Eritme peynir örnekleri SEM (5.000×) mikrografileri	49
Şekil 4.5. Eritme peynir örnekleri SEM (2.500×) mikrografileri	50
Şekil 4.6. 1. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı elastikiyet değerleri	52
Şekil 4.7. 2. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı elastikiyet değerleri	52
Şekil 4.8. 1. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı vizkozite ve elastikiyet değerleri	53
Şekil 4.9. 2. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı vizkozite ve elastikiyet değerleri	53
Şekil 4.10. Normal eritme peynir örneği sıcaklığa bağlı vizkozite ve elastikiyet değerleri	54
Şekil 4.11. GRa eritme peynir örneği sıcaklığa bağlı vizkozite ve elastikiyet değerleri	55
Şekil 4.12. 1. Üretim eritme peynirlerin sıcaklığa bağlı elastikiyet değerleri	55
Şekil 4.13. 2. Üretim eritme peynirlerin sıcaklığa bağlı elastikiyet değerleri	56
Şekil 4.14. Newtoniyen olmayan akışkanlar	57
Şekil 4.15. 1. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı vizkozite değerleri	59
Şekil 4.16. 2. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı vizkozite değerleri	59
Şekil 4.17. Tiksotropik ve reopektik reogramları	60
Şekil 4.18. 1. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı kayma gerilimi değerleri	60
Şekil 4.19. 2. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı kayma gerilimi değerleri	61
Şekil 4.20. Eritme peynirleri olgunlaşmanın 30. günü duyusal analiz sonuçları	63

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Orafti® inülin ve oligofruktoz pek çok uygulamada farklı amaçlara yönelik olarak kullanımı	4
Çizelge 3.1. Kullanılan inülinlerin teknik özellikleri	28
Çizelge 3.2. Eritme peynir üretimde kullanılan hammaddelerin % dağılımları	29
Çizelge 3.3. Eritme peynirinde duyusal muayene değerlendirme	35
Çizelge 4.1. Eritme peynirleri fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin değerler	37
Çizelge 4.2. Herschel-Bulkley modeline göre akış davranış tiplerinin belirlenmesi	58
Çizelge 4.3. Eritme peynir örnekleri Herschel-Bulkley model parametreleri	58
Çizelge 4.4. Eritme peynir örnekleri görünür (dinamik) viskozitesi	61

1. GİRİŞ

Beslenme; insan sağlığı için çok önemli olan bir faktördür. İnsan beslenmesinde gerekli olan besinler genel olarak hayvansal ve bitkisel kökenli olmak üzere iki grupta toplanırlar. Hayvansal kökenli besinlerden süt ve süt ürünleri; protein, yağ, karbondhidrat, mineral maddeler ve vitaminleri canlı organizmanın gereksinim duyduğu miktarda ve dengeli olarak bileşiminde bulundurmaktadır [1].

Sütün vücutta en iyi değerdendirme şekli şüphesiz onun doğrudan doğruya süt olarak içilmesidir. Ancak sütün hacimli, naklinin zor ve çabuk bozulması gibi nedenler onun daha dayanıklı ürünlere işlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu ürünler içerisinde de peynir önemli bir yer tutmaktadır [2].

Peynir; sütün en önemli unsurlarını daha yoğun bir şekilde bünyesinde bulunduran konsantre bir besin maddesidir. Özellikle protein, kalsiyum ve fosfor yönünden çok zengin bir gıdadır. Yağlı süttten işlendiğinde yağca da zengindir. Bu arada yağda çözünen vitaminler de peynirde fazla miktarda bulunmaktadır. Bileşim yönünden değışiklik gösteren peynirlerin besin değerdeleri de farklıdır [3].

Günümüz süt endüstrisinin teknolojik imkânları, süt ürünlerinin çeşitlilik kazanmasını ve kalite standartlarının yükseltilmesini hedef almıştır. Bu teknolojilerin ülkemize kazandırdığı ürünlerden birisi de eritme peyniridir.

Fonksiyonel gıdalardan eritme peynirinin TS 2176 [4] Eritme Peyniri Standardı'nda tanımı şu şekilde yapılmıştır; "Eritme peyniri; bir veya birkaç çeşit peynirin, doğrudan doğruya veya gerektiğinde sütozu, peynir suyu tozu, tereyağı, krema gibi süt mamullerinin katılması, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde kabul edilen eritme tuzları ile diğer maddelerin ilavesiyle, özel usullerle eritilmesi sonucu elde edilen bir peynirdir."

Son yıllarda fonksiyonel gıdalar alanında çeşitliliğin artması ile birlikte prebiyotik ürünlerin besleyici ve sağlığı destekleyici özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla bu ürünlerin süt ürünlerine ilavesi üzerine olan araştırma ilgisi de artmıştır. Fonksiyonel gıdalar içerisinde kritik bir öneme sahip olan fonksiyonel süt ürünlerinin

1999 yılı itibariyle Avrupa’da 1.35 milyar dolarlık bir pazara sahip olduğu bildirilmektedir [5].

Fonksiyonel gıdalarda kullanılan hammaddelerin tedarik edilmesi ve ürün geliştirme konularında gıda endüstrisinde; süt ürünlerinden et ürünlerine, unlu mamullerden bebek mamalarına, içeceklerden gıda takviyelerine kadar geniş bir uygulama alanında faaliyet içermektedir. Gıdalarda şeker, yağ ve tuzun ikamesi, lifle zenginleştirme, prebiyotik özellik kazandırma, sağlıklı yağlarla zenginleştirme gibi amaçlara yönelik olarak kullanılan hammaddeler arasında prebiyotik lifler; inülin ve oligofruktoz, omega-3 yağ asidi, di hidroksi aseton, düşük sodyumlu tuz, bitki steroller, pirinç nişastaları ve unları bulunmaktadır [6]. Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip diyet lifleri inülin ve oligofruktozudur [7].

Diyet liflerinin süt ürünlerinde kullanılmasıyla sağlığa olan faydalarından en iyi şekilde yararlanılabileceği düşünülmektedir. Özetlenecek olursa;

- Diyet lifleri gıdalara hem teknolojik açıdan hem de sağlık açısından olumlu katkılar sağlamaktadır.
- Süt ürünlerine lif ilavesi, yağın azaltılmasından kaynaklanan olumsuzlukların giderilmesinde önemlidir.
- E kodu olmayan etiketleme dostu bileşendir.
- Kalorisi düşük diyet lif içeren süt ürünleri kilo kontrolüne yardımcı olabilmektedir.
- Diyet lifler, kolon ve göğüs kanseri gibi kronik hastalıkların oluşma riskini azaltabilmektedir.
- Diyet liflerin kullanımı ile süt ürünlerinin çeşitliliği artacak ve süt ürünleri tüketiminin artarak ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayabilecektir [8].

Bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması ve toplumumuzun fonksiyonel gıdalar açısından bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Özellikle Doğu toplumlarında aşırı yağ tüketimi kalp rahatsızlıkları, obezite adı verilen ileri derecede şişmanlık ve bazı kanser türlerini de birlikte getirmektedir [9]. Son yıllarda başta Kuzey Amerika ve Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok toplumda tüketicilerin beslenme konusunda daha bilinçli hale gelmesi, yağ ve kolesterol içeriği

yüksek besinlerden sakınmaya neden olmakta ve buna bağlı olarak da az yağlı ürünlerin tüketimine doğru eğilimi artırmaktadır [10, 11]. Böyle bir eğilim doğal olarak besin üreticilerini tüketicilerin taleplerini karşılamak üzere harekete geçirmiş ve “sağlıklı” ürünler diye nitelendirilen besinlerin piyasasında hızlı bir büyüme kaydedilmiştir [11]. Bu tür gelişmeler doğal olarak, süt endüstrisini de etkilemiş ve bundan dolayı düşük yağ içerikli ürünler daha çok talep edilir duruma gelmiştir. Nitekim ülkemizde son yıllarda, tüketicilerin gereksinimlerini karşılamak amacıyla yarım yağlı ve yağsız içme sütlerinin, az yağlı yoğurt ve peynirlerin (Beyaz, Kaşar vb.) pazar payı gittikçe artmaktadır.

Yukarıdan değinilen nedenlerden ötürü, son yıllarda düşük yağ içerikli besinlere olan tüketici talepleri, az yağlı peynirler üzerinde yapılan çalışmaları da teşvik etmeye başlamıştır [12].

Bu bakımdan bu çalışmaya konu olan araştırma ile yağı azaltılmış ürünleri tercih eden tüketicilerin gereksinimini karşılamak ve bu tür ürünleri işleyen kuruluşlar için ürün yelpazesini genişletmek amacıyla güdülmüştür. Çalışmada farklı polimerleşme derecesine sahip (PD) iki farklı inülin değişik oranlarda eritme peynirine ilave edilmiş ve yağ yerine inülin katkı maddesinin kullanımıyla eritme peynirin fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesi ve/veya geliştirilmesine yönelik avantajlarının araştırılmasına yer verilmiştir. Elde edilen bu ürünlerin yine aynı koşullarda üretilen yağlı eritme peyniri ile ürünle mukayese edilmesi sağlanmıştır. Söz konusu düşük yağlı ve normal yağlı ürünlerin bazı fiziksel, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenerek yağ yerine inülin kullanım olanakları araştırılmıştır.

Araştırmada kullanılan Orafit® inülin hindiba kökünden tamamen doğal bir yolla (sıcak su ekstraksiyonuyla), oligofruktoz ise inülinin özel enzimlerle kısmen parçalanmasıyla elde edilir. Kullanım alanları ise;

Şeker ikamesi olarak barlar, bisküviler, dondurma, çikolatada,

Yağ ikamesi olarak su bazlı ürünler (dondurma, yoğurt, peynir...), et ürünleri,

Yapının geliştirilmesi amacıyla düşük yağlı sürülebilir ürünler, peynir, yoğurt ve krema,

Lifli zenginleştirme amacıyla süt içecekleri, gevrekler, barlar, unlu mamuller, içecekler ve

Daha sağlıklı bir sindirim sistemi için tahıllar, unlu mamuller, süt ürünleridir.

Çizelge 1.1. Orafiti® inülin ve oligofruktoz pek çok uygulamada farklı amaçlara yönelik olarak kullanımı [6].

Lifte Zenginleştirme	Sağlık İbareleri	Yağ Azaltımı	Şeker&Kalori Azaltımı	Dengeli Etiket Bilgisi	Yapı ve Tadın Geliştirilmesi
Her İkisi	Her İkisi	İnülin	Oligofruktoz	Her İkisi	Her İkisi
• Kalitenin Geliştirilmesi	• Prebiyotik • Bifidojenik • Kalsiyum Emilimi	• Kalitenin Geliştirilmesi • Yağ Fazının Stabilizasyonu	• Tatlandırıcılarla Sinerji • Diyabetikler İçin Uygun	• Doğal • Bitkisel • Katkı Değil • E Kodu yok • Dengeli Beslenme	• Düşük Yağlı Sistemler • Tatlandırıcılı Sistemler • Stabilitenin Geliştirilmesi • Kalsiyum Emilimi • Lif Etkisi



Besinsel Faydalar



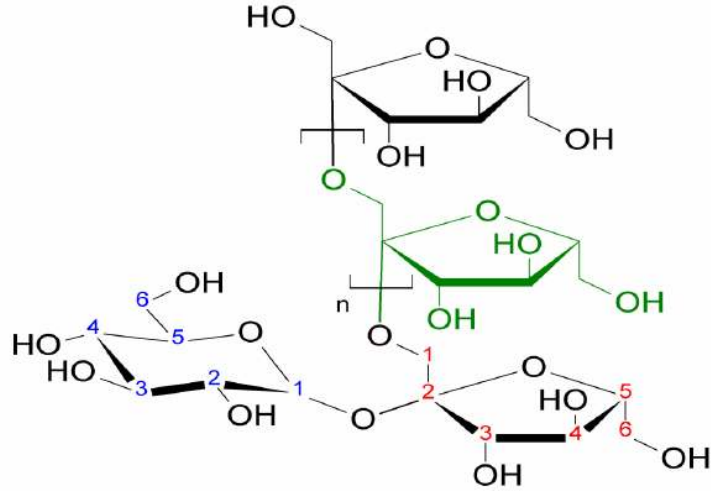
Teknolojik Faydalar

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. İnülin' in Tanımı

İnulin doğada yaygın olarak bulunan bir karbonhidrat kaynağıdır. Fruktoz moleküllerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir polifruktandır. Tipik olarak bir terminal glukoza sahiptir. İnülindeki fruktoz birimleri beta (2-1) – glikosidik bağıyla bağlanırlar. Hidrolize edilmiş inulinlerden polimerleşme derecesi 10'dan küçük oligomerler, yani fruktooligosakkarit meydana gelebilir [13].

İnulin, üst bağırsak sisteminde enzimlerle sindirilmesini kısıtlayan fruktoz monomerlerinin [$\beta(2-1)$] bağları ile bağlanmasıyla oluşan 2-60 zincir uzunluğunda bir prebiyotiktir [14, 15]. Aşağıdaki şekilde inülinin kimyasal formülü verilmiştir.



Şekil 2.1. İnulin'in kimyasal formülü [13].

İnulin birçok bitkide (muz, buğday, soğan ve hindiba kökü gibi) elde edilen, % 1'den (muz) % 15'e (hindiba kökü) kadar oranlarda bulunur. Yapıtaşı fruktoz monomerlerinin tekrarlanma sayısı olan polimerleşme dereceleri (PD) 3'den 250'ye kadar olup, bitki türüne ve bitkinin yaşam döngüsüne göre değişir [16].

İnulin bitkiler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır ve genellikle bitkilerin kök kısımlarında depolanır. İnulin sentezleyen ve depolayan bitkilerin çoğunda nişasta gibi diğer depo maddeleri depolanmaz [17].

2.2. Doğal İnülin Kaynakları

Doğal İnülin kaynakları aşağıda sıralanmıştır;

- Elecampane (*Inula helenium*) – **andızotu**
- Dandelion (*Taraxacum officinale*) - **karahindiba**
- Wild Yam (*Dioscorea* spp.) – **yabani yer elması**
- Jerusalem artichokes (*Helianthus tuberosus*) – **yer elması**
- Chicory (*Cichorium intybus*) - **hindiba**
- Burdock (*Arctium lappa*) - **dulavratotu**
- Onion (*Allium cepa*) - **soğan**
- Garlic (*Allium sativum*) – **sarımsak**
- Agave (*Agave* spp.) – **agav** [18].

2.3. Ticari Olarak İnülin Elde Edilmesi

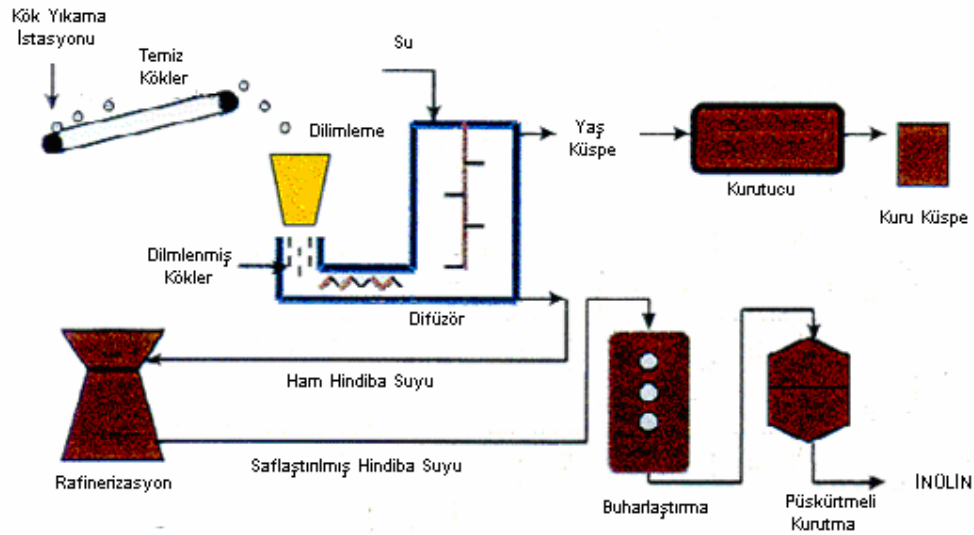
Ticari olarak inülin hindiba bitkisinden elde edilir. Bu bitki bünyesinde yüksek oranda (%15-17) inülin içermekte ve yüksek verim vermektedir. Yaprakları salata olarakta değerlendirilen hindiba bitkisinin anayurdunun Hindistan, Endonezya ve Mısır olduğu bildirilmektedir. Geçmişe kadar yabancılarından yararlanılırken, son zamanlarda kültüre alınmış ve daha nitelikli hindibalar yetiştirilmeye başlanmıştır [19].

Hindiba, 50-100 cm. kadar boylanabilen iki yıllık otsu bitkidir. Birinci yılında toprak üzerinde rozet şeklinde yayılan açık yeşil renkli yaprakları, ikinci yılında bu rozetin orta yerinden uzayan çiçek saplarının üzerinde açan çiçekleri görülür. Açık mavi renkli çiçekleri, sabah erken saatlerde açar ve tam beş saat sonra kapanır. Biyolojik yönden erselik olan erkek organ ve dişi organ ile birlikte taç ve çanak yapraklar da bulunan bu çiçekler kendi kendini döller ve içinde tek tohumu bulunan meyvesini oluşturur. Bitkinin çok sağlam bir kazık kökü ile toprak yüzeyine yakın saçak kökleri vardır. Yabani hindiba (*C. intybus*) da sayılan benzeri özellikleri taşır. Hindibaların, birinci yılında oluşturduğu rozet şeklindeki körpe yaprakları topraktan sökülür, kökleri kesilip atılarak ve bozulmuş yaprakları çıkarılarak salatası yapılır [19].

Önceleri inülinin endüstriyel anlamda elde edilmesi ekonomik sayılmazdı ve insanların beslenmesinde gıda bileşeni olarak kullanılması uygun değildi. İlk önce (1920'den sonra) Almanya'da endüstriyel anlamda üretimi yapılmıştır. 1927 Belval'ın raporuna göre; Almanya'daki birçok şeker fabrikası, şeker pancarından şekerin ekstrakte edilmesi yönteminde olduğu gibi hindiba bitkisinden inülin elde etmişlerdir. Bu yöntemde elde edilen ekstrakt fazla miktarda empürte (tortu) içermektedir. Empürtelerden arındırmada karbondioksit gazı kullanılmıştır.

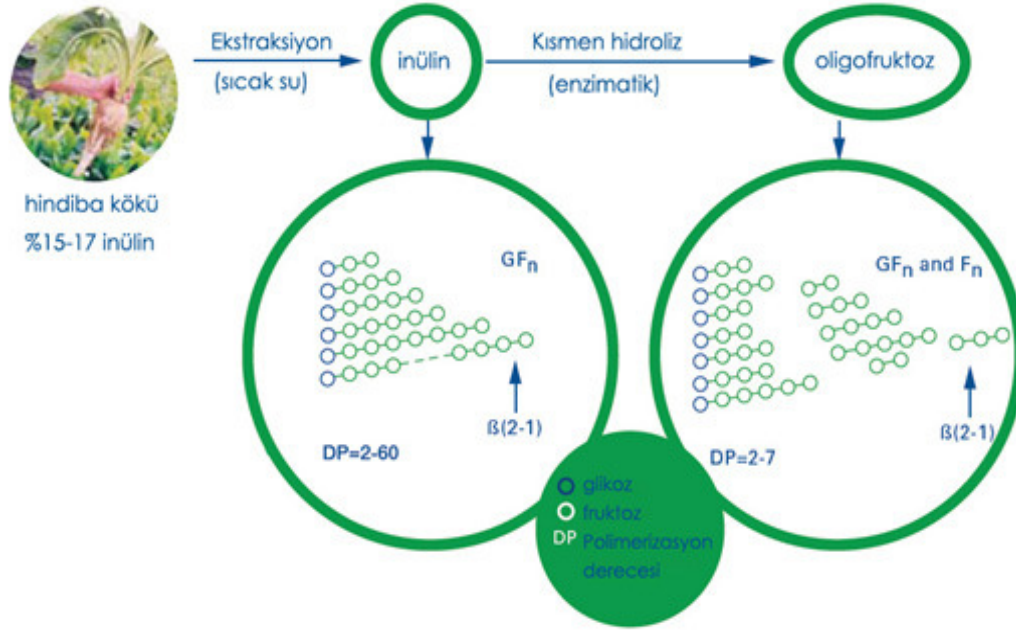
İnülin elde edilmesinde günümüzde kullanılan yöntem oldukça verimli ve ekonomik sayılmaktadır. Bu proseste üç temel basamak bulunur [20];

1. Hindiba köklerinin sıcak su ile ekstraksiyonu
2. Ham hindiba suyunun ekstraksiyonu
3. Sprey kurutucularda saf inülin tozunun elde edilişi.



Şekil 2.2. İnülin üretim prosesi [18].

Basıncılı su ile yıkanan hindiba kökleri dilimlendikten sonra sıcak su ile difüzyona tabii olur. Yaş küspeden ayrılan ham hindiba kökü suyu rafine edilip saflaştırılır. Saflaştırılmış hindiba kökü suyu buharlaştırılıp püskürtmeli kurutuculardan geçirilmek suretiyle inülin eldesi gerçekleşir. Şekil 2.2. de üretimi ve Şekil 2.3.de ise inülin ve inüliniden kısmi hidroliz ile oligofruktozun şematik eldesi verilmiştir.



Şekil 2.3. İnülin ve inülininden oligofruktozun şematik elde edilişi [6].

2.4. İnülinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkileri

Yapılan araştırmalar özellikle bağırsak kanserinden korunmada etkili olduğunu işaret etmektedir. Kolon kanseri arasındaki ilişki, kolon kanserini önlediğini düşünen Burkitt tarafından 1970'li yıllarda açıklanmıştır. Bununla birlikte Afrika'da kolon kanseri hastaları sayısının, düşük lif içerikli batı tarzı diyetleri tercih eden İngilizler'den oldukça az olmasının nedeninin yüksek lif içeriğine sahip gıdaları tüketmelerinden kaynaklandığını ortaya koymuştur [21].

İnülin besinsel lifler gibi etki göstererek barsak florasını olumlu yönde etkilerken [22], hayvan model çalışmalarında kolon kanserini inhibe ettiği [23, 24] ve serum lipid konsantrasyonunu azalttığı [25] tespit edilmiştir. Bağırsak bakteri florasını değiştirerek toksik atıkların üretimini önlemesi ve dışkı atımını hızlandırarak bu atıkların bağırsak hücreleriyle temas sürelerini kısaltmasıdır. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada ise, göğüs kanserinden kaynaklanan ölümlerin lif içeriği yüksek besinlerle beslenen toplumlarda daha düşük olduğu gösterilmektedir [26].

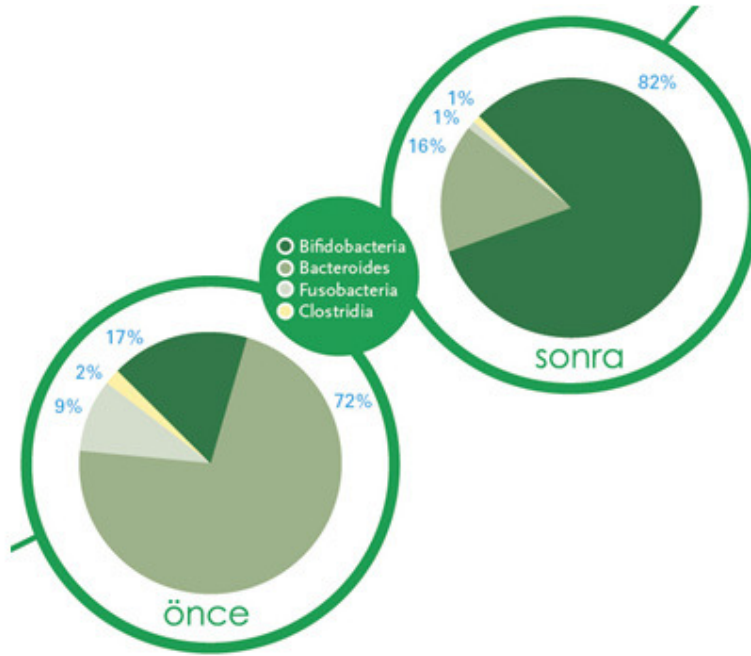
İnülin hindiba kökünden tamamen doğal bir yolla (sıcak su ekstraksiyonu), oligofruktoz ise inülinin özel enzimlerle kısmen parçalanmasıyla elde edilir. İnülin ve oligofruktoz doğal birer hammadde olarak kabul edilirler ve bu nedenle E kodları bulunmamaktadır. Glukoza bağlı fruktoz birimlerinden oluşan inülin ve fruktoz birimlerinden oluşan oligofruktoz, fruktoz birimlerinin arasındaki $\beta(2-1)$ bağları nedeniyle vücudumuzdaki enzimler tarafından parçalanamazlar. Kalın bağırsağa kadar sindirilmeden ulaşır ve kalınbağırsaktaki yararlı bazı bakteriler tarafından besin olarak kullanılırlar. İnülin ve oligofruktoz çeşitleri farklı uzunlukta zincir yapılarına sahip olduklarından, teknik anlamda farklı özelliklere sahiptirler [6].

Çözünür diyet liflerinden olan inülin mide ve ince bağırsakta sindirilmezler ve doğrudan kalın bağırsağa ulaşırlar. Diğer liflerden farklı olarak, bağırsak florası tarafından selektif olarak fermente edilirler. Böylelikle optimal bağırsak fonksiyonlarının oluşumuna, düzenli çalışmalarına katkıda bulunur ve kabızlık azaltmaya yardımcı olurlar. İnsanlar günlük beslenmede tüketmeleri gereken miktarın çok daha altında lif tüketmektedirler. Üreticiler gıda endüstrisinde formülasyonlara kolaylıkla katılabilen inülininden oluşan ürünler sayesinde, tüketicilerin lif alımını artıran gıdalar üretebilmektedirler [6].

Yaklaşık 30 yıldır gıda endüstrisi üretim uygulamalarında katkı maddesi olarak besinsel lifler kullanılmaktadır. Yağ ve şeker yerine ikame olarak (özellikle yüksek yoğunluktaki tatlandırıcı kullanılarak), düşük kalorili dolgu maddesi, doku ve su bağlayıcı ajanlar ile dolgu/bağlayıcı tablet olarak tüketiciye sunulmaktadır. Besinsel faydaları olarak insan ince bağırsaklarındaki sindirime ve mide asidine dirençli olan diyet lifler [27], aynı zamanda düşük kalori değerine sahiptirler [28].

Prebiyotikler bağırsaklardaki bakterilerin gelişmesini ve/veya aktivitesini selektif (seçici) olarak teşvik eden ve böylelikle bağırsak florasını olumlu yönde etkileyen sindirilmeyen karbonhidratlardır. Invitro testler Bifidobakteriler (faydalı bakteriler) için inülin ve oligofruktozun mükemmel selektif büyüme araçları ve enerji substratları olduğunu göstermektedir. Çalışmalarda, bifidobakterilerin zararlı bakterilerin gelişmesini engellediği gösterilirken, insanlar üzerinde yapılan sayısız klinik çalışmalarla sonuçlar onaylanmıştır [6].

Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip diyet liflerinden inülin ve oligofruktoz kalın bağırsakta yararlı etkileri olan bifidobakterilerin gelişimini arttırmaktadır [29]. Bu konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, diyetlerine 15g sakkaroz, oligofruktoz ve inülin ilave edilen 8 gönüllünün 15 gün sonunda gaitalarından alınan örnekler üzerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda inülin ve oligofruktoz ilaveli diyetlerle beslenenlerde bifidobakteri sayısının arttığı Bacteroides, Fusobacteria ve Clostridia sayılarının azaldığı tespit edilmiştir [14]. Yapılan diğer bir çalışmada standart diyet verilen grubun bağırsaktaki bifidobakteri oranı % 20 iken inulin ve oligofruktoz ilaveli diyetle beslenen grubun bağırsağındaki bifidobakteri oranı % 71'e ulaştığı görülmüştür [7]. Şekil 2.4. de inülin tüketimi ile bifidobakterilerin bağırsaktaki oranı %17'den %82'ye çıktığı görülmektedir.



Şekil 2.4. İnülin kullanımıyla bağırsakta bakteri florasının değişimi [6].

Kalın bağırsakta 500'den fazla bakteri çeşidi vardır ve bu bakteriler vücudumuzda gerçekleşen pek çok biyolojik fonksiyondan sorumludur. Bağırsaklarımızda dengeli bir floranın oluşumu için faydalı bakterilerin patojen bakterilerden daha fazla olması gereklidir. Bu nedenle “iyi bakteriler” in gelişiminin desteklenmesi çok önemlidir.

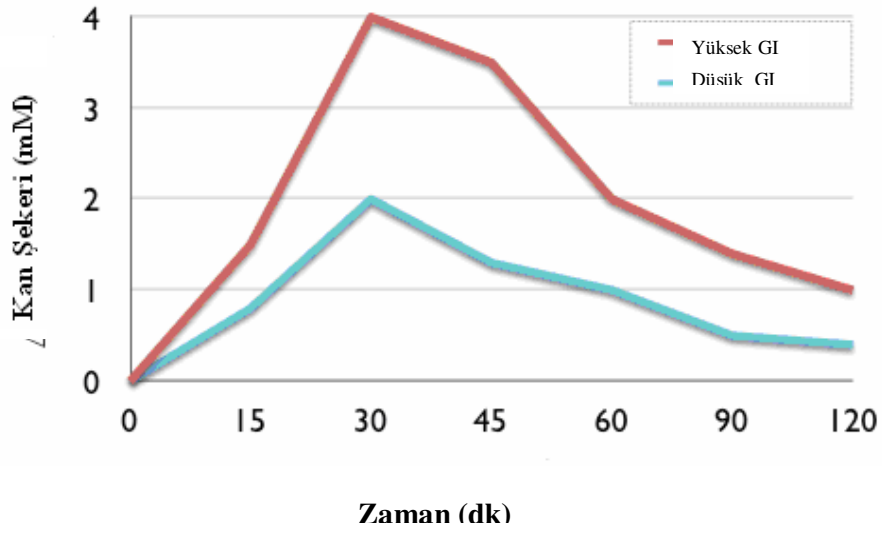
Tüm bu bilgiler, üreticilerin inülin katkı maddesi kullanarak, bilimsel verilere dayanan prebiyotik ürünler üretmelerini teşvik edici olmaktadır. İnülin suyu stabilize ederek yağa benzer kremamsı bir yapı oluşturur. Bu sayede tatta herhangi bir değişikliğe neden olmadan yağ kısmen ikame edilebilir ve kalori oranı düşürülebilir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar bazı potansiyel sağlık faydalarını işaret etmektedir. Bunlar;

- Kolorektal kanser riskinin düşürülmesi
- Bağışıklık sisteminin ve direncin geliştirilmesi
- İyi hissetme (well being) özelliğinin artırılması
- Kolesterol ve trigliserid üzerinde pozitif etki [6].

İnülin sindirilemeyen karbonhidrat olduğundan glisemik indeks (GI) değerleri hemen hemen sıfırdır. Bu nedenle kardiyovasküler hastalıkların, diyabet ve obezitenin önlenmesine yardımcı olan düşük GI ve Glisemik Yük (GL)'e dayanan diyetlerde rahatlıkla kullanılabilir.

GI diyetteki karbonhidratların hücre içi sindirimi ve emilimi ile ilgili bir terimdir. Dolayısıyla, karbonhidratların ve karbonhidrat içeren gıdaların besleyicilik kalitesi yönünden önemli bir kriterdir. Tahıllar ve tahıl ürünleri, baklagiller ve kök-yumru bitkileri, hem karbonhidrat içeriklerinin yüksek olması, hem de insan diyetinde yaygın ve yüksek oranda bulunmaları nedeniyle GI açısından oldukça önemlidir. GI terimi ilk olarak Jenkins vd. [30] tarafından kullanılmıştır. GI, karbonhidrat içeren gıdaların tüketimleri sonrası kan glukoz düzeyini yükseltici etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yeni bir yaklaşımdır [31-33].

Kalp hastalıklarında kandaki LDL kolesterol miktarının yükselmesi önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Gıdalarla birlikte tüketilen lif düzeyi ile koroner kalp hastalıklarının görülme sıklığı ve buna bağlı ölümler arasında ters ilişki olduğu belirlenmiştir [34]. Çözünülebilir diyet lifleri bağırsaklardan safra asitlerinin emilimini engelleyerek karaciğerde kolesterol sentezi için gerekli öncü öğelerin konsantrasyonunu azaltmaktadır. Dolayısı ile kalp-damar hastalıklarındaki olumlu etkisini yüksek kolesterol düzeyleri düşürerek sağlamaktadır [35].



Şekil 2.5. Yüksek ve düşük glikemik indeksli karbonhidratların alımı ile zaman içinde kan şekeri değişimi [36].

Yapılan çalışmalar, düşük lif içeren diyetlerle beslenen toplumlarda diyabet riskinin arttığını göstermektedir. Glikoz emilimini yavaşlatarak diyabetin denetiminde rol oynar. Bu nedenle diyabet hastalığı olan bireylerin lifli besinleri düzenli olarak tüketmeleri kan şekerinin düzenlenmesi açısından oldukça yarar sağlamaktadır [26]. Yapılan çalışmalar bazı diyet liflerin bazı minerallerin emilimini azaltırken bazılarınınkini arttırdığının ortaya koymuştur. Buğday lifinin insanlarda ve hayvanlarda kalsiyum alımını azalttığı, fareler üzerinde yapılan bir çalışmada ise öğüne eklenen inülin ve oligofruktozun kalsiyum emilimini arttırdığı saptanmıştır [37].

Bahsedilen yararların sağlanması için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yetişkinler için günde 25-40 g diyet lifi tüketimin önermektedir. Önemli yararlarına karşılık, liflere herkesin toleransı yüksek değildir. Özellikle, düşük lif içeren ürünlerle beslenen bir kişi, birden yüksek lifli gıdalarla beslenmeye başlarsa, karın ağrısı, ishal, bağırsak gazı gibi şikâyetler görülebilir [7].

2.5. İnülinin Gıdalarda Kullanım Amaçları

2.5.1. Gıdayı lifçe zenginleştirme

Diyet lifi fonksiyonel gıda bileşenlerinden biri olarak kabul edilir. Bu lifler, insan ince bağırsağında emilime ve sindirime dirençli, kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olabilen, bitkilerin yenilebilir kısımları veya karbonhidrat analoglarıdır [38].

Epidemiyojik çalışmalara dayanan hipotezlere göre; düşük miktarda diyet lif içeren diyetle beslenme sonucu ortaya çıktığı düşünülen başlıca hastalıklar aşağıdaki gibidir [39-41];

- Kabızlık
- Kalın bağırsak kanseri
- Apandisit,
- Ülseratif kolit
- Oniki parmak bağırsağı ülseri
- Fonksiyonel mide ve bağırsak rahatsızlıkları
- Obezite
- Tip 2 diyabet
- Safra taşı oluşumu
- Lipid metabolizması ile ilgili koroner kalp rahatsızlıkları

Sağlık açısından oldukça etkili diyet liflerinin üründe önemli fizyolojik etkileri de bulunmaktadır [38]. Bunlar;

- Su tutma kabiliyetleri yüksektir,
- Jel oluşturma özellikleri vardır.
- Katyonları bağlayabilirler.
- Mikrobiyolojik olarak kullanılabilirler (prebiyotik etki).

2.5.2. Gıdaya prebiyotik özellik kazandırma

Prebiyotikler, kolonda sınırlı sayıda bakteri gelişmesini ve/veya aktivitesini seçici olarak arttıran, insan vücudunu faydalı bir şekilde etkileyen sindirilemeyen gıda bileşenidir. Karbonhidratların birçoğu potansiyel prebiyotik ve kalın bağırsakta fermente olabilirler [42].

Prebiyotiklerin etkileri şu şekilde sıralanabilir;

1. Kabızlığı rahatlatma; kalın bağırsakta meydana gelen fermentasyon ile çeşitli gazlar oluşur ve bu gazlar bağırsak hacmini arttırmırlar. Bu durumda, bağırsaklarda transit geçiş zamanını kısaltarak kabızlığı rahatlatma etkisi gösterir.

2. Bağırsak pH'sını düşürme; kalın bağırsakta meydana gelen fermentasyon asit oluşumu ile sonuçlanır. Düşük bağırsak pH'sı ile patojen bakterilere karşı koruma sağlanır.

3. Bağırsak bakteriyel dengesini yenileme; antibiyotiklerden, ishalden, strepten veya diğer ilaçlardan kaynaklanan rahatsızlıklardan sonra, prebiyotikler bağırsak dengesini yenileyebilirler. Özel bakteri gruplarının seçici olarak uyarılmasıyla denge yenilenebilir. Bu olay, birçok farklı bakteriyel gruplar için mümkündür. Bu, direk uyarma ile (seçilen bakteri prebiyotik üzerinde gelişir) veya dolaylı uyarma (bakteri, diğer bakteriler için uygun bir çevre yaratır) ile olabilir.

Bu durumda, hem seçici uyarılma hem de metabolizmadaki değişiklikler görev almaktadır.

2.5.3. Su bazlı gıdalarda yağ ikamesi olarak kullanma

Yağ, üründe hoş bir ağız hissi, zengin aroma ve yumuşaklık sağlar. Diğer tat bileşenleriyle ilişki içine girerek ürünün lezzetini artırır. Fakat yağca zengin gıda maddeleri aşırı kilo alımının yanı sıra koroner kalp hastalıkları ve bazı kanser tipleri başta olmak üzere çeşitli kronik hastalıklara neden olurlar. Dolayısıyla yağlardan alınan

enerji, toplam alınan enerjinin %30'unu geçmemeli; doymuş yağlardan alınan kalori ise toplam alınan enerjinin %10'unu geçmemelidir.

Salam- sosis gibi emülsifiye et ürünleri, yüksek oranda yağ içerdiklerinden ve yağları özellikle doymuş yağ asitlerince zengin olduklarından dolayı riskli gıdalar arasındadır. Et ürünlerinde doymuş yağlardan gelen bu olumsuzluğu gidermek için, yağın yerine geçebilen maddelerin kullanımına gidilmektedir [43].

Yağ oranını minimuma düşürerek et ürünleri elde etmek teknolojik olarak mümkündür. Ancak yağlar ürünün tekstüründe ve lezzet profilinde önemli rol oynadıklarından yağ içeriği azaltılmış et ürünlerinde duyusal özellikte gerilemeler, özellikle lezzet ve tekstür ile ilgili sorunlar görülmektedir. Bu nedenle düşük yağlı ürünlerin kalite özelliklerini korumak için kompozisyonlarında modifikasyona gidilmesi gerekir. Yağ oranını düşürülmüş et ürünlerinde ilave su miktarının artırılması düşünülmüş, ancak tek başına su kullanımı renk değişimi ve yüksek pişirme kaybı ile sonuçlanmıştır. Bu dezavantajları gidermek için su diğer ingrediyenlerle birlikte kullanılmalıdır [44]. Yağ ikame ediciler, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından yağa benzeyen gıda ingrediyentleridir. Bir yağ ikame edici yağın verdiği ağız hissi, zenginlik, yumuşaklık ve yağlılığı sağlamalı, duyusal bir denge için tat bileşenleriyle yağa benzer ilişkide olmalıdır [44].

İnülin kullanıldığı ürünlerde suyu bağlayarak ve emülsiyonu stabilize ederek ürüne krema hissi verir. Tekstür modifikasyonu ile gıdalarda yağ yerine kullanılabilir [45]. Jakubczyk ve Kosikowska [46] süt ürünlerdeki potansiyel 4g süt yağı yerine 1g inülin kullanımıyla ikame edilebileceğini rapor etmişlerdir.

2.5.4. Vücutta kalsiyum emilimini artırma

Kalsiyum, kemiklerin yapısı, kan pıhtılaşması, kas faaliyetleri ve sinir sistemlerinin duyarlılığı için esansiyel bir elementtir [47]. Normal koşullar altında, vücuda alınan kalsiyumun 1/3' ü gastrointestinal sistem tarafından emilir. Ancak inülinin fermentasyonu sonucunda kolonda kısa zincirli yağ asitleri oluşur. Oluşan kısa zincirli yağ asitleri kolon içeriğinin pH'sının düşmesine sebep olur. Böylece

çözünmeyen tuzlar çözünür hale gelir ve daha çok kalsiyum emilimi sağlanır [18]. Kalsiyum emilimi düşük pH'ın etkisiyle artar [48].

2.6. Süt Ürünlerinde Uygulamalar

Tüketicilerin birçoğu enerji ve duygu aktivitelerine katkısı, kemik sağlığı için yüksek oranda kalsiyumu bulundurma ve insan bağışıklık sistemini desteklediği bilincinde olduklarından mükemmel sağlık planlanmasında süt ürünlerini uygun sindirim ile ilişkilendirmektedirler. Fermente süt ürünleri birçok ülkede tüketicilerin günlük diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Söz konusu ürünler, ilk olarak sütün uzun süre muhafaza edilmesi ve istenilen duyusal özellikler kazandırılması amacıyla ortaya çıkmıştır. Sütün mikrobiyal starter kültürler tarafından fermente edilmesi ile ürünün raf ömrünü arttıran laktik asit oluşmakta ve ürüne istenilen duyusal özellikler ve yapı kazandırılmaktadır [49]. Probiyotik bakteri ile kombine halde sağlıklı gıda ürünleri marketlerde sunulmak amaçlı birçok öneriler başarıyla geliştirilmiştir. Dahası süt ürünleriyle ilgili WHO-2002 raporunda uygun sağlık konularında belirtilmiş endişeler, özellikle osteoporoz yüzünden kemik zedelenmesi gibi artan fazla kilolu ve obez insanların sayısı da belirtilmiştir. Azaltılmış yağ içerikli süt ürünleriyle günlük düşük enerji alımı amaçlanmış ve bu nedenle ağız hissi ilişkili enerji dengesi yüksek yağ ürünleri geliştirilmiştir.

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde süt ürünlerinde diyet lifi ilavesi ile ilgili bilimsel literatürün oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Süt ürünlerinde çoğunlukla suda çözünen lifler kullanılmaktadır. Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip suda çözünen diyet lifler inülin ve oligofruktozudur [30]. Bu lifler su bağlama özellikleri yanında; stabilizer, prebiyotik özellik kazandırma, toplam diyet lif içeriğini arttırıcı, yağ ikame maddesi olarak kullanılmaktadır.

Yağın süt ürünlerine verdiği doğal özellikler: tat, kremsi yapı, viskoziteyi artırma, elastikiyet, yapıdaki düzgünlük, iyi bir damak tadı, erime, emülsiyon, renk, parlaklık, opaklık, tokluk hissi şeklindedir [50]. Diyet lifleri süt ürünlerinde stabilizer olarak; ürün viskozitesini arttırmak, sinerezi önlemek, kremsilik gibi dokusal özellikleri geliştirmek için kullanılmaktadır. Lifler; süt ürünlerinde yağın azaltılmasından kaynaklanan sorunları önlemek için yağ ikame maddesi olarak da kullanılmaktadır [29,

51]. Türk Gıda Kodeksi ve ilgili tüzük ve yönetmeliklerde bu maddelerin kullanımları ile ilgili bir sınırlama getirilmemiştir.

2.6.1. Peynir

Uygun koşullarda üretilen ve depolanan çoğu süt ürünleri, biyolojik ve kimyasal olarak oldukça stabil olduğu halde, peynir biyokimyasal olarak dinamik bir üründür. Bu nedenle, organik ve analitik kimya, biyokimya, kolloid bilimi, reoloji, mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, beslenme gibi birçok farklı dalda çalışan araştırmacılar peynirde geniş çalışma alanları bulmuşlardır [52].

Diyet lifleri peynir üretimlerinde randıman artırmak ve üründe istenilen yumuşaklığı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Peynir üretiminde en çok kullanılan lifler; karboksimetil selüloz, yulaf lifi, inülin ve buğday lifidir [29].

Düşük yağlı ve yağsız peynirler ve sürülebilir peynirlerde ağız hissinin, uzayabilirliğin ve erime özelliklerinin sağlanmasında yağı ikame edecek ingredientlere ihtiyaç duyulmaktadır. Suda çözünen lifler bu tip ürünlerde viskoziteyi ve dokuyu geliştirmek, yumuşaklığı ve kremsiliği sağlamak için kullanılmaktadır [53].

Pagliarini ve Beatrice [54] düşük yağlı mozzarella peynir üretiminde inülin ilavesinin peynir duyusal özelliklerinin geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Inülin eklenen peynirlerin tekstürel, reolojik ve mikroyapısal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada inülin ilavesinin peynir yumuşaklığını etkilemediği ve inülinin % 63 oranında yağı ikame edebileceği tespit edilmiştir [55].

2.6.2. Yoğurt

Lif içeriği yüksek bileşenlerin yoğurtlarda kullanılması, ürüne fonksiyonel özellikler sağlamaları nedeniyledir. İnülin, karboksimetil selüloz, keçiyoynuzu gamı, guar gamı, alginatlar, karragenan ve pektin gibi suda çözünen liflerin çoğu özellikle meyveli yoğurt üretiminde stabilizer olarak kullanılmaktadır. Bu bileşenler ürün

viskozitesini arttırmakta, sinerezi önlemekte, kremsilik gibi dokusal özelliklerini geliştirmekte ve yarı katı kıvamlı yoğurtların üretilmesine yardımcı olmaktadır [29].

Diyet lifler genel olarak yoğurdun fermantasyonundan önce süte ilave edilmekte olup dispersiyonu sağlamak amacıyla diğer kuru bileşenler ile ön karıştırma veya ön sulandırma yapılmaktadır. Konu ile ilgili olarak çeşitli diyet liflerin yoğurt üretiminde kullanımı konusunda birçok çalışma yapılmıştır [22-24, 29, 56]. Spiegel vd. [57] düşük yağlı yoğurtlarda inülin ile lezzet ve tekstüre gelişimini rapor etmişlerdir. Robinson [58] yüksek konsantrasyonda inülinin normal yoğurtlarda ağız hissiyi iyileştirmede ifade etmiştir. İnülin katkısı özellikle düşük yağlı süt ürünlerinde ağız hissi gelişimini sağlar.

Yağsız yoğurt üretiminde inülin kullanımına yönelik bir çalışmada, % 0,1 yağ içeren sütte % 1, 2 ve 3 düzeylerinde inülin katkısı ile standart yoğurt üretilmiştir [59]. Kimyasal kompozisyonu, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, kıvam, asetaldehit ve uçucu yağ asitliği, duyu özellikleri yönünden karşılaştırmalı 1, 7 ve 15. günlere ait veriler üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır. % 3 yağ içeren kontrol örneğine en yakın fiziksel benzerliğe ve en az seviyede duyu kalite düşüşü % 1'lik inülin katkılı yoğurtta gözlemlenmiştir. Daha yüksek oranlarda inülin ilavesinin düşük yağlı yoğurt üretiminde olumlu sonuçlar vermediğini belirtmişlerdir [59].

Düşük yağlı yoğurtların duyu ve dokusal özelliklerinin polimerleşme derecelerine bağlı olarak farklı zincir uzunluğu yapısına sahip inülin çeşitleri ile farklı konsantrasyonlarında (% 0-4) katkısı ile geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmanın analizleri göstermiştir ki inülinlerin önemli derecede etkide bulunduğu, yoğurdun kremi ağız hissi yapısında yapışkanlık, sadelik ve kıvamlılık açısından olumlu katkılar sağlamıştır. Hafifliğe katkısı bakımından kısa zincirli inülinlerin uzun zincirli inüline göre az etkili olduğu, uzun zincirli inülinin ise % 3 oranında kullanımının optimum derecede katkı sağladığı belirtilmiştir. Kısaca sonuçlar inülinlerin düşük yağlı yoğurtların kremi ağız hissi geliştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir olduklarını ortaya koymuştur [60].

Lactobacillus acidophilus probiyotik bakteri olup bağışıklık sisteminin artmasında, insanlarda meydana gelen ishalin önlenmesinde, düşük kolesterol ve sindirilemeyen laktozun semptomlarının iyileştirilmesi gibi birkaç sağlık faydası

bulunmaktadır [61]. İnülin prebiyotik olarak *Lactobacillus acidophilus* aktivitesinin ve kalsiyum emiliminin artmasını sağlayabilmektedir. Bu amaçla *L. acidophilus* içerikli yağsız yoğurtların fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik karakteri üzerine kısa (P95), orta (GR) ve uzun (HP) zincirli inülinlerin etkilerini araştıran çalışmada %1.5 w/w yoğurt üretimine eklenmiştir. Yoğurt üretimini takiben 1., 11. ve 22. günlere ait analiz sonuçlarının kontrol örneğine göre farklı *L. acidophilus* sayım değerlerinde önem arz edecek artış gözlenmiştir [62].

Farklı yağ seviyelerindeki (%0.2, %1, %2 ve %3.5) yoğurt yapımına ilişkin çalışmada ise değişik oranlarda (%0, %1, %2 ve %4) inülin katkısı ile fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri yönünden özellikle %2 ve %3.5 yağlı yoğurtta teknolojik ve besinsel içerik olarak kayda değer yükselme olduğu, Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop (CLSM) kullanılarak gözlenen kazein bağlantılarına inülin katkısının olumsuz etki yapmadığı aksine yapının oluşumunu CLSM tarafından gözlemlenemeyen ikinci bir bağ oluşumu ile desteklediği bildirilmiştir [63].

2.6.3. Dondurma

Diyet lifin dondurma üretiminde kullanımları; katkı kullanmaksızın stabilizasyon, karışım viskozitesinin geliştirilmesi, tekrar kristallenmenin önlenmesi ile raf ömrünün arttırılması gibi teknolojik yararlar sağlamaktadır. Kalite geliştirilmesinde ise erime özelliklerinin kontrol edilmesi, soğuk hissinin azalması, yağ ikame maddesi olarak kullanılabilmesi, viskozite, köpük-emülsiyon ve donma/çözünme stabilitesinin sağlanması, sinerezin azaltılması ve kazeinin çökmesinin önlenmesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca E-kodu olmayan etiketleme dostu bileşen olması, meyve liflerinin olumlu imaj sağlamasıyla sağlığa faydalı bileşen olarak kabul edilmesi diyet lifinin pazarlama avantajları olarak söylenebilir [64]. Yapılan çalışmalar sonucunda dondurma formülasyonlarında kullanılan inülinin ürünün yumuşaklığını ve kremsiliğini korumanın ve depolama sırasında buz kristallerinin büyümesini önlemelerinin yanı sıra yağı % 100 ikame edebileceği belirlenmiştir [29].

2.6.4. Puding

Puding üretimlerinde diyet lifi olarak inülinde kullanılmaktadır. İnülin daha önce bahsedildiği gibi bağırsaklardaki yararlı mikroorganizmaların çoğalmasına yardımcı olarak, prebiyotik etki sağlamaktır. Bu etki sayesinde kansere, şeker hastalığına, kalp hastalıklarına ve kabızlık sorununa karşı koruyucu özellik göstermektedir [65].

2.6.5. Diğer

Yapının geliştirilmesi amacıyla düşük yağlı sürülebilir ürünler, kremalar, lifle zenginleştirme amacıyla süt içecekleri daha sağlıklı bir sindirim sistemi için süt ürünlerinde kullanılmaktadırlar [6].

2.7. Eritme Peyniri

Dünyada ilk eritme peyniri üretim çalışmaları 1895 yılında Avrupa'da başlamıştır. Fransız ve İsviçre peynirleri eritme peynir üretiminde kullanılmıştır. Wiedemann kardeşler yumuşak peynir çeşitlerini özellikle de Camembert tipi peynirleri teneke kutulara koyup pastörize ederek daha dayanıklı hale getirmeyi başarmışlardı. Bu yeni üretim yöntemi ile deniz aşırı ülkelere “konserve peynir” satışlarını da oldukça arttırdılar. Hollandalı Jan Hendrikzoon Eyssen bu yöntemi diğer peynir çeşitlerine uyarlamayı başarmış ve 1899 da patentini almıştır. Fakat sert peynir çeşitlerinde sonuç alamamıştır. W. Gerber ile F. Stetler bu zor problemin çözümünü ilk eritme peynirini 1911 yılında üreterek bulmuşlardır. Eritme peyniri üretiminin bu şekilde yapılabileceğinin ilk olarak nasıl düşünüldüğü tam olarak bilinmiyor. Ama kolloid kimyasal değişimlerle akışkana yakın bir yapı elde edilen, Kaesefondue yapımındaki (eritme tuzu olarak şarap asidi “tartarat”) gözlemlerden yararlanılmış olunabileceği tahmin edilmektedir.

1916 yılında ABD’de Cheddar peynirinden, sitrat ve kısmen de ortofosfatların kullanımıyla eritme peyniri üretimi geliştirilmiştir. 1917 yılında ise ilk kez KRAFT firması Chicago’da Cheddar eritme peynirini Amerikan ordusu için üretmiştir. Cheddar peyniri ile birlikte alkali bir tuz kullanıp emülsüfikasyon ve pişirme işlemi uygulayarak bir ürün ortaya çıkarmıştır. Bu olay ABD’de eritme peyniri endüstrisinin doğuşu

olmuştur. Bunu takiben birçok firma, özellikle Phenix peynir firması yasal olarak değişik tipte peynirler üretmiştir. İlk Alman firması olarak ise 1921 yılında Wiedeman kardeşler eritme peyniri üretimine başlamışlardır. Günümüzde eritme peyniri ile ilgili patentler yaygınlaşmış ve ABD’de bu alanda büyük atılımlar yapılmıştır [66].

1930’lu yıllarda ilk kez, polifosfat ve diğer eritme tuzlarının kombinasyonundan oluşan, Joha marka ticari eritme tuzları piyasaya çıkmış ve dünya çapında kullanılmaya başlamıştır [67]. Gelişme tarihi 1895 yıllarına dayanan eritme peyniri üretimi ülkemizde belli başlı firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Özellikle son 30 yıllık dönem içerisinde işletmeler artan tüketici talebi karşısında eritme peyniri üretimine ağırlık vermişlerdir.

Ticari eritme tuzlarının farklı özellikleri, eritme peyniri üretiminin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bugün piyasada genel olarak “blok tipi eritme peyniri”, “krem tipi eritme peyniri”, “çeşnili eritme peyniri” ve “konserve eritme peynirleri” bulunmaktadır [68]. Üretimin artmasının nedeni eritme peynirinin sağladığı faydalardan ileri gelmektedir. Bu faydaları besin değerinin son derece yüksek olması, ticari kabiliyetini kaybetmiş fakat duyuşal nitelikleri normal olan peynirlere değerlendirilme imkânı sağlaması, küçük paketleme sebebiyle tüketici açısından rasyonel bir kullanmayı mümkün kılması, ekmeğe sürülebilir ve yumuşak kıvamda olması, değişik tipte ve farklı oranlarda hammaddeler bir araya getirilerek çok değişik aromada ürünlerin elde edilebilmesi ve yüksek sıcaklıkta işlem görmesi sebebiyle uzun süre dayanabilmesi şeklinde sıralanabilir [69].

Eritme peyniri üretiminde hammadde olarak tadı normalden keskinliğine kadar değişen farklı nitelikte peynirler kullanılabilir. Ülkemizde Kaşar, Tulum ve Beyaz peynir, Avrupa ve Amerika’da ise Cheddar, Gravyer, Emmental, Edam ve Tilsit peyniri bu amaçla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yöney [70], yerli eritme peynirlerimizin genel özellikleri üzerinde yaptığı araştırmada peynirleri duyuşal ve kimyasal yönden analiz etmiş, analiz ettiği 5 örneğin %46 ile %55 arasında kuru madde, %15 ile %20 arasında yağ, %33 ile %40 arasında kuru maddede yağ, %3 ile %3.8 arasında tuz, %6.2 ile %6.7 arasında kuru maddede tuz,

%1.5 ile %2.1 arasında saf kül, %20 ile %29 arasında protein içerdiğini, titrasyon asitliğinin ise 70 ile 94 SH arasında değiştiği belirlenmiştir.

Düşük yağ içerikli Dariworld peynirini ana hammadde olarak pastörize eritme peyniri üretiminde kullanan ve elde edilen ürünün de genel niteliklerini belirleyen Hayter vd. [71], en iyi yapının 10 gün süreyle olgunlaştırılmış hammaddenin kullanımıyla sağlandığını, 30 ya da 45 gün gibi uzun olgunlaşma sürelerinin son üründe sıklığı artırdığını, homojenizasyon işleminin ise istenmeyen mumumsu bir yapıya yol açtığını belirlemişlerdir.

Yerli eritme peynirlerinin kimyasal bileşimi ve bakteriyolojik niteliklerini araştıran Özer [72], 175 adet peynir örneğinde ortalama değer olarak kuru madde miktarını %53±4.6, yağ miktarını %20±2.2, kuru maddede yağ miktarını %38±4.4, tuz miktarını %5±1.2, protein miktarını %22±2.0, ve pH'yı da 5.5±0.1 olarak saptamıştır.

Dolun [73] Kaşar, Beyaz, Tulum ve Lor peynirlerinden ikili karışımlarının farklı oranlarda eritme peyniri yapımı üzerine yaptığı araştırmada %2 disodyum fosfat ve değişik miktarlarda su ilave edip, 68-71.5 °C'de 12-17 dakika süre ile ısıtma işlemi tabi tutmuştur. Üretimi yapılmış eritme peynirlerinin %43 ile %66 arasında kuru madde, %14.6 ile %30 arasında yağ, %21 ile %68 arasında kuru maddede yağ, %2.6 ile %9.5 arasında kül, %1.6 ile %8.5 arasında tuz, %16.6 ile %27.8 arasında protein ihtiva ettiğini, titrasyon asitliğinin %0.50 ile %1.74 arasında, pH değerinin ise 5.3 ile 6.8 arasında değiştiğini, toplam duyusal özellikler yönünden en yüksek puanı Kaşar + Tulum ve Kaşar + Lor peynirinin 2:1 oranındaki karışımlarının aldığını belirlemiştir.

Kurt [74] eritme peyniri yapımında %25 olgunlaşmış, %62.5 tam olgunlaşmış ve %12.5 taze peynir kullanımının iyi sonuç verdiğini kaydetmektedir. Eritme Cheddar peynirlerinin eritme sıcaklığı ile yapışkanlıkları arasındaki ilişkiyi araştıran Harvey vd. [75] 74 °C'de 15 dk. süre ile ısıtma işlem uygulamasının erime kabiliyeti ve yapışkanlık derecesini azalttığını bildirmektedirler.

Eritme peynirlerinin bileşim, yapı ve duyusal özellikleri üzerine eritme tuzlarının miktar ve çeşidinin etkisi konusunda araştırma yapan Mashaly [76] hammadde peynirleri 5 °C 'de 15 ve 30 gün süreyle olgunlaştırıldıktan sonra eritme

peynirine işlenmiştir. Araştırmacı eritme peynir yapımında en iyi sonucu Cremodan SE 30 eritme tuzunun verdiğini belirtmektedir.

Eritme peynirinin kalitesi üzerine hammadde peynirin olgunluk derecesinin etkisini belirlemek üzere araştırmalar yapan Rozenhal vd. [77] 21 günden 191 güne kadar olgunlaştırılan ve kuru maddede yağ miktarı %45 olan edam peynirini eritme peyniri yapımında kullanmışlardır. Araştırma sonucunda denemeye alınan peynirlerden 3-4 haftadan 2 aya kadar olgunlaştırılan edam peynirleri ile yapılan eritme peynirlerinin en iyi sonucu verdiği ortaya konulmuştur.

Saldamlı [68] başarılı bir eritme peyniri üretimi için tadı normalden keskine kadar değişen büyük peynir stoklarına ihtiyaç olduğunu ve genellikle %55 taze, %35 yarı olgunlaşmış ve %10 olgunlaşmış doğal peynir karışımından üretilen eritme peynirlerinin homojen, yumuşak ve dilimlenebilir bir kalite verdiğini kaydetmektedir.

Zakharova vd. [78] eritme tuzu olarak potasyum ve sodyum sitratın 1:1, 1:2, 1:3 ve 1:4'lük karışımını kullanarak yaptıkları deneme eritme peynirlerinden 1:2'lik karışımın kullanılmasıyla yapılanların en iyi kaliteye sahip olduğunu ve bu karışımın peynirdeki Ca/P oranının 1.43:1 olduğunu, K/Na oranının da diğer karışımlardan yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Eritme peynirinin fizikokimyasal ve yapısal özellikleri üzerine katkı maddelerinin çeşit ve kalitesinin etkisi konusunda araştırmalar yapan Hong [79] doğal peynir, eritme tuzu, su, tereyağı, protein ve laktoz karışımından yaptığı eritme peynirlerini mikroskopta incelemeye tabii tutmuştur. İncelemede soya proteini ilavesiyle yapılan eritme peynirlerinin yapısında bazı kalın ve geniş şekiller bulunduğunu, peynir suyu proteini ilavesiyle yapılan eritme peynirlerinin yapılanların delikli görünüme sahip olduğunu, yumurta proteini ilavesiyle yapılanların ise bazı kümelere sahip olduğunu tespit etmiştir. İnal [80] sağlam yapılı ve duysal kalitesi yüksek eritme peynirlerinin elde edilmesinde pH değerinin 5.4 ile 5.9 arasında olması gerektiğini kaydetmektedir. Şimşek ve Kavas [81] eritme peyniri yapımında asitliği fazla miktarda kullanılmamasını önermektedir.

Taze ve olgun Cheddar peynirlerinin farklı karışımlarından eritme peyniri yapımı üzerinde çalışmalar yapan Tamine ve Younis [82] farklı oranlarda taze ve olgun Cheddar peyniri karışımlarına %3 eritme tuzu, %0.5 NaCl ve %13 ile %20 su ilavesi ile yaptıkları eritme peynirlerinin analiz sonuçlarına göre %49 ile %55 arasında kuru madde, %24 ile %26 arasında yağ, %47.5 ile %48.6 arasında kuru maddede yağ, %1.7 ile %1.8 arasında tuz içerdiğini, pH değerinin de 5.4 ile 5.8 arasında değiştiğini ve duyuusal yönden %13 su ilaveli %25 taze + %75 olgun karışımından yapılan eritme peynir beğenisinin fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Park vd. [83] farklı konsantrasyonlardaki emülsifiye edici tuzların blok tipi eritme peynirlerinin tekstürel özellikleri ile aromasına olan etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla farklı konsantrasyonlarda eritme tuzu ile cheddar peyniri ve UF peynir (70:30) içeren blok tipi eritme peyniri yapmışlardır. Araştırma sonucunda, %4.3 oranında eritme tuzu karışımı ile üretilen peynirlerin en iyi tekstür ve aromaya sahip olduğu görülmüştür.

Turhan [84] yağsız süttten işlenmiş taze peynirler ile Kaşar peyniri karışımından eritme peynir üretimi ve üretilen peynirlerin bazı kalite kriterleri üzerinde yaptığı araştırmasında; eritme peynir üretiminde karışıma ilave edilebilecek en yüksek yağsız peynir düzeyini saptanmaya çalışılmıştır. Depolama sırasında üretilen eritme peynirlerinin duyuusal nitelikleri ile kimyasal bileşimlerinde meydana gelen değişiklikler gözlenmiştir. Bunun için peynir üretiminde katkı maddesi olarak tereyağı, yağsız süt tozu ve saf su, yardımcı madde olarak da trisodyum sitrat kullanılmış. Eritme peynirlerinin kuru madde miktarı %42, kuru maddede yağ miktarı da %46 olacak şekilde ayarlanan 7 gruptan oluşan değişik oranlarda Kaşar peyniri ve taze peynirlerden hazırlanmış. Taze, 2, 4 ve 6 aylık dönemlik duyuusal ve kimyasal analiz sonuçlarına göre hem gruplar hem de aylar itibarıyla farklılıklar saptamıştır. Sonuç olarak Kaşar peynirine % 20 yağsız taze peynir ilavesiyle kaliteli ve ekmeğe sürülebilir nitelikte eritme peynir elde edileceği belirlenmiştir.

Blok tipi eritme peyniri üretiminde rennet kazeini yerine belirli oranlarda toplam süt proteininin kullanım olanaklarının araştırıldığı diğer bir çalışmada; toplam süt proteini ilavesinin, peynirlerin sertlik ve dilimlenebilirliğini iyileştirirken erime yeteneğini azalttığı, tekstürel özelliklerden sertlik, sakızimsılık, dış yapışkanlık ve

çığnenemeyebilirlik değerlerini yükselttiği, duyuşal ve tekstürel özelliklerinin de kabul edilir olduğu açıklanmıştır [85].

Farklı eritici tuz kombinasyonlarının yağsız, yağı azaltılmış ve tam yağlı eritme peynirlerinin yapısı üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütölen bir çalışmada Rice vd. [86] trisodyum fosfat, sodyum fosfat ve sodyum sitrat tuzlarından yararlanmışlardır. Çalışma sonucunda her bir eritici tuz kombinasyonunun tüm işlemlerde ürünün sertlik, yapışkanlık ve çığnenebilirlik bakımından farklı etkilerde bulunduğunu saptamışlardır.

Farklı protein kaynakları ve yağ ikame ediciler kullanarak eritme peyniri analoglarının aroma profilini değerlendirmek amacıyla Muir vd. [11] tarafından yürütölen bir çalışmada ise 4 aylık depolama süresince ürünün mikrobiyel karakterini, kimyasal bileşimini ve aroma değişimini incelemişlerdir. Eritme peyniri analoglarının farklı protein kaynakları ve lipit tipleri kullanılarak başarılı bir şekilde üretildiğini, kimyasal bileşiminin tam yağlı ve ticari sürülebilir nitelikteki eritme peynirlerine benzerlik gösterdiğini, tüm deneme örneklerindeki mikrobiyel yükün düşük ve pratik olarak önemli olmadığını, susuz süt yağı (Anhydrous Milk Fat) ile üretilen örneğin düşük yağlı ya da yağ ikame edici maddelerle elde edilen örnekten farklılık gösterdiğini ve protein kaynağı olarak yüksek proteinli yağsız süttozu kullanımının, muhtemelen süttozundan gelen kalıntı plazmin ve ekstra hücreşel proteaz aktivitesinden dolayı aromayı ve daha sonradan oluşun tadı etkilediğini ifade etmişlerdir.

Düşük yağ içerikli Cheddar peyniri üretiminde ultrafiltre tatlı yayıkaltı (UBM) kullanan Raval ve Mistry [87] elde ettikleri bu ürünü eritme peyniri hammaddesi olarak işlemişler ve üretim esnasında farklı üç eritici tuz oranından yararlanmışlardır. Çalışma sonucunda, UBM ilavesinin son ürünlerdeki serbest yağ miktarını ve ürünün eriyebilirliğini azalttığını; ancak ilave edilen eritici tuz oranının % 1.25'e dek çıkarıldığında eriyebilirliğin arttığını; düşük orandaki serbest yağ içeriği mikrostrüktürünün UBM ile elde edilen peynirdeki emülsifikasyonu geliştirdiğini ve bundan dolayı peynirlerde eritici tuz miktarının azaltılabileceğini; sıcak sandviç hazırlama vb. gibi kullanımlara yönelik düşük yağ içerikli eritme peyniri üretimi için, serbest yağ redüksiyonunun avantajlı olduğunu ve bu tip eritme peynirlerinin fonksiyonelliğini yeniden biçimlendirme konusunda UBM ilavesinin gelecek için parlak bir seçenek olduğunu ifade etmişlerdir.

Eritme peyniri üretiminde, karışıma ilave edilebilecek en yüksek taze peynir düzeyini saptamak amacıyla Turhan ve Dervişoğlu [88] tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada da, hammadde olarak Kaşar peyniri ve yağsız süttten işlenmiş taze peynir kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, hammadde karışımına % 20 oranında taze yağsız peynir ilavesiyle tüketilebilir ve ekmeğe sürülebilir nitelikte eritme peyniri üretilebileceği belirlenmiştir.

Farklı oranlarda değişik bitkisel yağ katılmak suretiyle elde edilen eritme peynirlerinin bazı mikroorganizma içeriğini belirlemek üzere Türkoğlu vd. [89] yürüttüğü bir çalışmada, bitkisel yağ ve biber aroması katkılarının ürünlerde belirlenen toplam aerob mezofil bakteriler, laktik asit bakterileri, lipolitik ve proteolitik mikroorganizma sayıları üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemsiz: bloklar (tekerrürler) ve muhafaza süresinin etkileri ise önemli bulunmuştur. Eritme peyniri örneklerinin tümünde stafilokok, maya-küf, sporlu anaerob ve koliform grubu bakteriye tespit edilebilir miktarların altında rastlanmıştır.

Abou-El-Nour vd. [90] ise blok tipi eritme peyniri üretiminde rennet kazein yerine toplam süt proteini konsantresi ve fosfokazeinat kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda peynir örneklerinin erime, tekstürel, reolojik ve duyuşal özelliklerinin ilave edilen ikame maddesi miktarı ile doğru orantılı olarak etkilendiği anlaşılmıştır.

Awad vd. [91] ise farklı eritme tuzu karışımlarının emülsifikasyon prosesine ve peynirlerin tekstürüne etkisini araştırmışlardır. Işık mikroskobu, transmisyon elektron mikroskobu ve görüntü analizleri sonucunda sırasıyla (1) Na-difosfat + Na-polifosfat + Na-tripolifosfat (30:40:30) ve (2) Na-polifosfat + Na-sitrat + Naortofosfat + Na-difosfat (40:10:20:30) uygulamalarının ticari Yoha tuzları ile yapılan kontrol peynirlerine yakın ve iyi sonuç verdiğini açıklamışlar ve belirtilen oranlardaki karışımları kullanmayı tavsiye etmişlerdir. Peynir örneklerinin depolama süresince 1 aylık periyotlarla fiziksel ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. 1 numaralı eritme tuzları karışımı kullanıldığında peynirlerin konsistens katsayısının 2 kat daha yüksek olduğu gözlenirken, eritme tuzlarının pirofosfat oranı artıkça renklerinin de daha beyazımsı ve parlak olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda örneklerin tümü yeterli

puan alırken, 30:40:30 (1. eritme tuzu miksi) oranı ile 50:20:20:10 (2. eritme tuzu miski) oranlarına sahip örnekler en çok beğenilmiştir.

Eritme peynir üretiminde lor kullanım olanaklarını araştıran Abou-El-Nour ve Buchheim [92] blok tipi eritme peyniri üretiminde rennet kazein tozu ve % 20 - % 80 oranlarında lor kullanmışlardır. Peynir örneklerinin erime yeteneği, elastiklik, iç yapışkanlık değerleri önemli derecede etkilenmezken; sertlik, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenemeyebilirlik değerlerinde düşüşe neden olduğu bildirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre ise % 60'ı kadar lor kullanımının duysal özellikleri önemli derecede etkilemediği belirtilmektedir.

Öztekin [93] tüketici talebini karşılayabilmek amacıyla eritme peyniri üretiminde hammadde olarak farklı oranlarda yağ içeren, %1.5 ve %3'e standardize edilmiş kazan sütünden elde edilen Beyaz peynirler kullanılmıştır. Elde edilen yarım yağlı peynir ile tam yağlı ürün, genel nitelikler bakımından birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Eritme peynirinde yağ içeriğinin azaltılmasıyla titrasyon asitliği, kuru maddede tuz, protein olmayan azot, toplam azot ve dolayısıyla toplam protein içerikleri artmış; pH düzeyi, toplam kuru madde içeriği, penetrometre değeri ve duysal değerlendirmede alınan puanlar düşmüştür. İstatistik analizler sonucunda pH ve protein olmayan azot bakımından farklılıklar önemsiz ($p>0.05$), diğer nitelikler bakımından ortaya çıkan farklılıklar ise önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu veriler ışığında bileşim ve genel nitelikler bakımından bir takım farklılıkların belirlenmesine karşın eritme peynirlerinde yağ içeriğinin azaltılması, bu tip ürünlere olan talebin karşılanmasına katkıda bulunabilecek düzeyde olanaklı görülmüştür.

Literatür bilgilerine bakıldığında, beyaz, kokusuz ve tamamen nötral bir tada sahip çözünür toz formda bulunan oligo ve polisakkaridlerin karışımından oluşan inülinin, eritme peynir üretiminde kullanımına dair herhangi bir bilgiye rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile yağ oranı düşük olan ancak ekmeğe sürülebilirlik ve diğer fonksiyonel özellikler açısından normal eritme peynirine benzer ve daha üstün özellikler gösteren peynir üretimi amaçlanmıştır. İnülin kullanımının prebiyotik özellik kazandırması da ayrıca önem arz etmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Yağı azaltılmış eritme peyniri üretiminde inülin kullanım olanaklarını araştırmaya yönelik bu çalışmada üretimde hammadde olarak eşit oranlarda yağsız taze ve yağsız Kaşar peynir kullanılmıştır. Yağ ikame maddesi olarak 2 farklı polimerizasyon derecesine sahip Artisan Gıda Sanayi (İstanbul) firmasından temin edilen BENE0-Orafti Şirketine ait Orafti®GR ve Orafti®HPX kodlu inulin maddesinden 2 farklı oranda kullanılmak suretiyle toplam 4 farklı peynir üretilmiştir. Eritme tuzu olarak fosfat tuzlarından (Maysa Gıda San. ve Tic. A.Ş. Kasomel Eritme tuzları K-1110(E339, E452), K-1112(E339) ve K-3392(E450, E452)) yararlanılmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan inülinlerin teknik özellikleri [6].

Ticari Adı	İnülin İçeriği	Gruktoz/Fruktoz/ Sukroz İçeriği	Ortalama DP	Tatlılık	Teknik Özellikleri
Orafti®GR	~ % 92	~ % 8	≥ 10	% 10	Granül İnülin
Orafti®HPX	% 100	~ % 0	≥ 23	% 0	Yağ İkamesi için yüksek performans inülin (düşük sıcaklıkta)

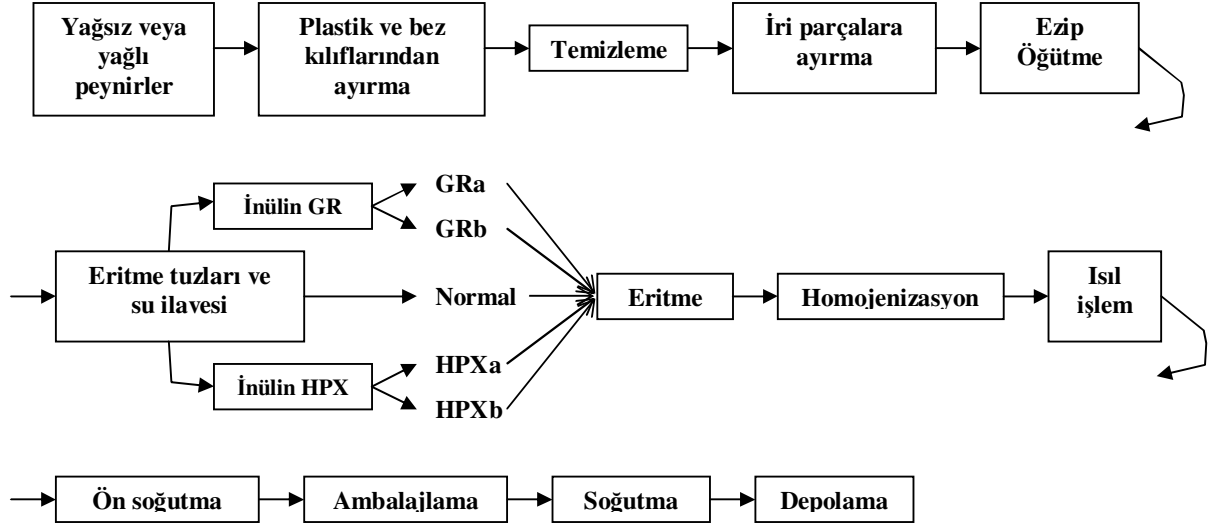
3.2. Yöntem

3.2.1. Eritme Peynir Üretimi

Peynir örneklerinin üretimi süt ve süt ürünleri üzerine ilimizde faaliyet gösteren Kaçmazlar Gıda Sanayi Tic. Ltd. Şti. fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

Değişik oranlarda İnülin (yağlı), %1.5 Orafti®GR inülin, %3 Orafti®GR inülin, %1.5 Orafti®HPX inülin ve %3 Orafti®HPX inülin ile hazırlanan 2 paralel 10 eritme peynir örneği ambalajlarda analiz süresince +4 °C’de buzdolabında muhafaza

edilerek duyuşal nitelikleri, fiziksel ve kimyasal bileşimleri 1., 30. ve 60. günlerde saptanmıştır.



Şekil 3.1. Eritme peynir üretiminde genel işlem basamakları

Çizelge 3.2. Eritme peynir üretimde kullanılan hammaddelerin % dağılımları

Eritme Peynir Örneği	Yağlı		Yağsız		Orafti GR İnülin	Orafti HPX İnülin	Su	Tuz	Eritme Tuzları			Toplam
	Beyaz Peynir Teleme	Kaşar Peynir Teleme	Beyaz Peynir Teleme	Kaşar Peynir Teleme					K-1110	K-1112	K-3392	
Normal	41.58	41.58	-	-	-	-	12.47	0.62	2.49	0.42	0.83	100
GRa	-	-	40.96	40.96	1.50	-	12.29	0.61	2.46	0.41	0.82	100
GRb	-	-	40.34	40.34	3.00	-	12.10	0.60	2.42	0.40	0.81	100
HPXa	-	-	40.96	40.96	-	1.50	12.29	0.61	2.46	0.41	0.82	100
HPXb	-	-	40.34	40.34	-	3.00	12.10	0.60	2.42	0.40	0.81	100

3.2.2. Peynir Örneklerine Uygulanan Analizler

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

3.2.2.1. Titrasyon Asitliği

Alkali titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir [94].

3.2.2.2. pH Değeri

10 gr rendelenmiş peynir ile 10 ml saf su karıştırılarak Ultra Turrax T25 blenderde (IKA, WERK, Germany) hazırlanan homojen karışımın pH'sı, Thermo Orion Prostar4 model pH-metre ile ölçülmüştür [52].

3.2.2.3. Kuru Madde

Belirli miktarlardaki örneklerin $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Sonuçlar % (w/w) olarak ifade edilmiştir [95].

3.2.2.4. Yağ ve Kuru Maddede Yağ

Örneklerin yağ oranları, 0–40 taksimatlı özel peynir bütirometreleri ile Gerber yöntemine göre yapılmıştır [96]. Kuru maddede yağ;

$\%(\text{w/w})\text{kuru maddede yağ} = \% \text{ yağ } 100 / \% \text{ kuru madde}$
Eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.5. Tuz ve Kuru Maddede Tuz

Tuz oranları Mohr titrasyon yöntemine göre hazırlanacak örneğin ayarlı 0.1N AgNO_3 ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir [97]. Sonuçlar $\%(\text{w/w})$ olarak ifade edilmiştir. Kuru maddede tuz oranı ise;

$\% \text{ kuru maddede tuz} = \% \text{ tuz } \times 100 / \% \text{ kuru madde}$
Eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.6. Protein ve Kuru Maddede Protein

Protein oranları, yağ yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının saptanması yardımı ile bulunan azot miktarının, 6.38 faktörü ile çarpılması ile protein oranları hesaplanmıştır [98]. Kuru maddede protein oranları ise;

$$\% \text{ kuru maddede protein} = \% \text{ protein} \times 100 / \% \text{ kuru madde}$$

Eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.7. Suda Çözünen Azot (SÇA) Oranı ve Olgunlaşma Derecesi

Kuchroo ve Fox'un [99] yöntemine göre suda çözünen azotlu maddelerin ayrılması sağlanmıştır. Bu amaçla, 20 g peynir örneği 40 ml su ile karıştırılıp Ultra Turrax blender (Janke & Kunkel KG, IKA, WERK) kullanılarak 2 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 1 saat 40 °C'deki su banyosunda tutulmuş ve ardından 3000 × g'de ve +4 °C'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, üst kısımdaki yağ tabakası bir spatül ile uzaklaştırıldıktan sonra, sıvı kısım Whatman No.113 filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak, standart mikro-Kjeldahl metodu [98] ile SÇA içeriği saptanmıştır. Kalan süzöntü diğer analizlerde kullanılmıştır.

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

V1: Örnek için harcanan HCl, ml

V0: Kör denemede harcanan HCl, ml

N: HCl'nin standart volumetrik çözeltisinin normalitesi

F: HCl çözeltisinin faktörü

m: Örnek miktarı, g

SÇA değerinin toplam azota oranı olarak ifade edilebilen olgunlaşma derecesi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır [53].

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

3.2.2.8. Elektroforez

20 g rendelenmiş peynir örneği 40 mL saf su 5 dk süre ile homojenize edilerek elde edilen homojenat 40 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda, suda çözünen ve çözünmeyen fraksiyonlar soğutmalı (+4 °C) bir santrifüjde (Hettich, 320R Germany) 3000 × g'de 30 dk süre ile santrifüj edilerek suda çözünmeyen fraksiyonlar (pellet) urea-PAGE analizi için dondurularak kurutulmuştur.

Peynir örneklerinin suda çözünmeyen fraksiyonlarının urea-PAGE (% 12.5 C, % 4 4 T, pH 8.9) elektroforetik analizleri yapılır. Jelin hazırlanışı ve elektroforezin uygulanması Hayaloğlu'nun [52] belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.2.9. Erime Özelliği

Bazı modifikasyonlar yapılarak Schreiber testi eriyebilirlik özelliğın belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla, +4 °C'de tutulan rendelenmiş peynir örnekleri, yüksekliğı 15 mm, çapı 30 mm olan silindirik bir kalıp içersine bir petri kabının ortasına sıkıca yerleştirilmiştir. Kalıptaki peynir miktarı tartılarak her bir kalıba 10,00g peynir sıkıştırılması ile sağlanmıştır. Kalıptan çıkarılan peynirler, 30 dk buzdolabında kaldıktan sonra, sıcaklığı 105 °C'deki etüve bırakılmıştır. Etüvde 60 dk süreyle tutulan ve ardından oda sıcaklığında 30 dk soğumaya bırakılan peynir örneklerinin çapı, bir kumpas yardımıyla ölçülen değerlerin (mm) yardımıyla;

$$\% \text{ Değişim} = \frac{\text{Ortalama ölçüm değeri} - 30}{30} \times 100$$

Eşitliğinden yararlanılarak erime derecesi hesaplanmıştır.

3.2.2.10. SEM Fotoğraflama

Peynir örnekleri, bir bisturi yardımıyla 1×1×10 mm boyutlara küçültüldükten sonra, fosfat tamponlu (pH 7,2) %2,5'lik glutaraldehit (Merck) içersinde 1 gece fiksasyona tabi tutulmuştur. Ardından 6 kez 1'er dakika süreyle fosfat tamponu (pH 7,2) ile yıkanmıştır. Daha sonra 30'ar dakika süreyle değişik konsantrasyonlardaki etil

alkolle (% 20, 40, 60, 80, 95, 100) muamele edilmiştir. Örnekteki yağı uzaklaştırmak için 15 dakika arayla 3 kez kloroform ile muamele edilmiştir. Daha sonra örnekler sıvı azot içerisinde kırılarak alüminyum tablalara yerleştirilmiştir. Örnekler, SEM tablasına yerleştirilmeden önce çok ince (40 nm) altın-palladyum kaplanmış ve iletkenlik sağlanmıştır. Taramalı Elektron Mikroskopunda (LEO, EVO 40 Model, Carl Zeiss SMT, Oberkochen, Germany) 20 kV’de ölçümler yapılmış ve mikro fotoğraflar 3000, 5000, 7000, 10000 ve 15000 kez büyütülerek görüntülenmiştir.

3.2.2.11. Reoloji

Peynir örnekleri viskozitesi, yapısı ve esnekliği hakkında bilgi sahibi olmak ve reolojik özellikleri bakımından karşılaştırmasını yapmak amacıyla HAAKE MARS III Rheometre (HAAKE, Germany) kullanılmış, frekans tarama, sıcaklık tarama ve akış grafikleri ölçülmüştür. Cihazın sıcaklık ayarı MTMC (MARS III) sıcaklık kontrolü ile sağlanmıştır. Ölçüm C35/2° TiL ölçüm aparatı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Frekans tarama için örnekler 20 °C’de 5 dk bekletilmiş ve ölçüm şu koşullarda sağlanmıştır: Shear stres: 200,0 Pa, frekans: 0,01000 Hz - 15,00 Hz, sıcaklık: 20°C’de tamamlandı. (Gap: 2.5 mm). Sıcaklık tarama için örnekler 10 °C’de 5 dk bekletilmiş ve ölçüm şu koşullarda sağlanmıştır: Shear stres: 200,0 Pa, frekans: 1,000 Hz, süre: 1200,00 s, sıcaklık: 10,00-70,00 °C’de tamamlandı. (Gap: 2.5mm). Ölçülen değerlerin bilgisayara kaydedilmesi ve grafiklerin çizilmesi için HAAKE Rheowin software programından faydalanılmıştır.

3.2.2.12. Renk Ölçümü

Peynirlerin renk değerleri (L^* , a^* , b^*) yüzeyi yeni kesilmiş kesitlere Minolta CR-10 (Minolta, Camera, Osaka, Japan) cihazı kullanılarak yapılmıştır [100].

L^* : Parlaklığı (0–100)

a^* : Kırmızılık – yeşillik (pozitif değer kırmızılık – negatif değer yeşillik)

b^* : Sarılık – mavilik (pozitif değer sarılık – negatif değer mavilik) ifade etmektedir.

3.2.2.13. Duyusal Analizler

Peynirler Koca ve Metin [101] tarafından tanımlanan prosedür doğrultusunda İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü elemanlarınca yedi kişilik grup panelist olarak seçilmiştir. Panelistler tarafından olgunlaşmanın 30. gününde dış görünüş (ölçek 0-5), iç görünüş (ölçek 0-5), yapı (ölçek 0-5), koku (0-5 ölçek) ve tat (ölçek 0-5) değerlendirilecektir. Duyusal analiz yapılırken örnekler arasında panelistlere su ve ekmek verilmesi suretiyle ağız hislerinde durulama sağlanmıştır [102]. Duyusal özellikler TSE 2176'ya göre 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Çizelge 3.3.de verilen değerlendirme formunda belirtilen kriterler üzerinden puanlama gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.14. İstatistiksel Analizler

Peynirlerin analiz sonuçları one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile incelenecek ve ortalamaların birbirinden farklı olup olmadıkları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Bu amaçla SPSS paket programı (sürüm 9.0) kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Eritme peynirinde duyuşal muayene değeriendirme

Dış görünüş	Puan
-Homojen, parlak,	5
-Homojen, hafif donuk renk	4
-Topaklı, koyu kenar, form değışikliğı	3
-Dalgalı renk, tuz kristalleri, erimemiş parçacıklar	1-2
İç görünüş	
-Düzgün, pürüzsüz	5
-Düzgün olmayan, pürüzlü	4
-Koyu renk, renk dalgalanması, çok sayıda ufak delik	3
-Sünger yapı, faz ayrılması, kaba parçacıklar	1-2
Yapı	
-Homojen, işleme tekniğinden ileri gelen delikler bulunmayan, fazla sert veya fazla yumuşak olmayan, ekmeğe homojen sürülebilir	5
-Homojen, su salmamış, içinde erimemiş parça bulunmayan	4
-Az sayıda işleme tekniğinden ileri gelen delikler olan az topaklı, darbelerden ileri gelen az hasarlı	3
-Tebeşirimsi, kumlu, yapışkan, kaba parçacıklar	1-2
Koku	
-Kendine has kokuda,	5
-Çok az yabancı kokuda olan,	4
-Hafif küf kokulu ve bayat kokulu,	3
-Aşırı derecede küf kokulu ve bayat kokulu	1-2
Tat	
-Kendine has tatla olan,	5
-Çok hafif yabancı tatta olan,	4
-Hafif metalik tatta hafif yağ parçalanması tadı, hafif pişmiş tadı, hafif bayat, hafif yakıcı-keskin tat,	3
-Metalik, meyvemsi, sabunumsu, yakıcı keskin, yakıcı keskin yanık ekşi	1-2

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde hammadde olarak yağsız süttten işlenmiş taze peynir telemesi ile Kaşar peynir telemesi, katkı maddesi olarak tuz, değişik oranlarda (%1.5 ve %3) farklı polimerleşme derecesine sahip (PD) iki farklı inülin, yardımcı madde olarak da eritme tuzlarından hazırlanmıştır. Toz formda olan inülinleri çözmek ve peynirde homojen karışımı sağlamak için gerekli oranlarda su kullanılmıştır. Bu nedenle üretilen peynirlerde su oranı zorunlu olarak yüksek çıkmıştır. Deneme eritme peynir örnekleri 60 gün süreyle 4 ± 1 °C'de depolanmış ve depolamanın 1., 30., ve 60. günlerinde kimyasal bileşimleri saptanmıştır.

Üretilen peynirlerin randımanları, fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikler ayrı ayrı incelenmiştir. Eritme peyniri imalatında inülin kullanımının normal yağlı eritme peynirlerine göre elektroforez, SEM, mikroyapı, reolojik ve duyuşal analiz sonuçlarına etkileri incelenmiş, Çizelge 4.1. de verilen analiz sonuçları istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve depolama süresi boyunca peynirlerin bazı özellikleri üzerine etkileri tartışılmıştır. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılarak sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır.

4.1. Titrasyon Asitliği (% Laktik Asit)

Eritme peynirlerinde, laktik asit cinsinden belirlenen titrasyon asitliği en düşük %1.07 ve en yüksek %1.64 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Örneklerin titrasyon asitlikler değerlendirildiğinde, depolamanın başlangıcında istatistiksel bir farklılık bulunmazken ($P>0.05$), depolamanın 30. ($P<0.05$) ve 60. ($P<0.01$) günlerinde önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur. Peynir örneklerinin depolama süresince artış yönünde değişkenlik gösteren titrasyon asitlikleri değerlerindeki farklılık incelendiğinde, Normal, GRa ve HPXb peynir örneklerindeki değişim önemli bulunmazken ($P>0.05$), GRb ve HPXa peynir değerlerindeki artışın önem arz ettiği saptanmıştır ($P<0.05$). Yağı alınmış süt ile yapılan inülin katkılı peynir örneklerinin yağlı eritme peynirine oranla asitlik değerlerinde önemli düzeyde artış olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). Eritme peynir üretiminde yağ oranının azaltılması ve inülin katkısı, titrasyon asitliğinde artışlara neden olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Eritme peynirleri fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin değerler

	Günler	N ¹	GRa	GRb	HPXa	HPXb
Titrasyon asitliği (%)	1	1.07±0.08a,A	1.20±0.04ab,A	1.39±0.07ab,A	1.42±0.11b,A	1.22±0.22ab,A
	30	1.22±0.01a,A	1.28±0.05a,A	1.42±0.06bc,AB	1.43±0.01c,AB	1.31±0.05ab,A
	60	1.22±0.06a,A	1.28±0.05a,A	1.57±0.00c,B	1.64±0.05c,B	1.42±0.02b,A
pH	1	6.51±0.01d,B	6.03±0.02a,A	6.20±0.01b,A	6.36±0.02c,AB	6.56±0.01e,B
	30	6.44±0.01bc,A	6.01±0.06a,A	6.11±0.11a,A	6.31±0.01b,A	6.52±0.01c,A
	60	6.60±0.02d,C	5.99±0.09a,A	6.28±0.04b,A	6.41±0.04c,C	6.65±0.01d,C
Kuru madde (%)	1	36.75±0.03d,A	24.96±0.11a,A	26.77±0.08b,A	26.69±0.15b,B	30.29±0.09c,A
	30	36.47±0.08e,A	24.66±0.07a,A	26.71±0.03c,A	26.23±0.04b,A	30.16±0.05d,A
	60	36.76±0.30d,A	24.87±0.40a,A	26.77±0.01b,A	26.24±0.15b,A	29.96±0.21c,A
Tuz (%)	1	1.69±0.11b,A	1.01±0.02a,B	2.10±0.21c,A	1.19±0.02a,A	1.71±0.10b,A
	30	1.80±0.02d,AB	1.00±0.04a,B	2.20±0.14e,A	1.22±0.02b,A	1.61±0.00c,A
	60	1.95±0.06d,B	0.78±0.02a,A	2.35±0.00e,A	1.17±0.04b,A	1.61±0.08c,A
Kuru maddede yağ (%)	1	53.07±1.89c,A	5.51±0.69a,A	6.54±0.02a,A	6.09±1.96a,A	16.51±0.06b,A
	30	53.49±2.06c,A	5.58±0.74a,A	6.55±0.01a,A	6.20±2.03a,A	16.59±0.01b,A
	60	53.04±1.50c,A	5.54±0.81a,A	6.54±0.00a,A	6.19±1.99a,A	16.69±0.11b,A
Toplam Azot (TN) (%)	1	1.95±0.03a,A	2.25±0.15b,A	2.34±0.06b,A	2.31±0.04b,A	2.03±0.06a,A
	30	1.92±0.01a,A	2.19±0.05b,A	2.26±0.12b,A	2.23±0.00b,A	2.06±0.02a,A
	60	1.89±0.06a,A	2.14±0.03c,A	2.25±0.04d,A	2.24±0.01cd,A	2.03±0.02b,A
Toplam Protein (TP) (%)	1	12.43±0.19a,A	14.36±0.95b,A	14.93±0.41b,A	14.74±0.27b,A	12.97±0.41a,A
	30	12.23±0.03a,A	13.97±0.34bc,A	14.40±0.78c,A	14.24±0.01c,A	13.12±0.10ab,A
	60	12.06±0.37a,A	13.63±0.20c,A	14.35±0.25d,A	14.30±0.06d,A	12.93±0.10b,A
WSN	1	0.78±0.02ab,B	0.68±0.07a,A	0.86±0.05b,A	0.99±0.02c,A	0.88±0.00b,C
	30	0.71±0.00ab,A	0.62±0.01a,A	0.81±0.06bc,A	0.90±0.07c,A	0.77±0.00b,B
	60	0.68±0.00b,A	0.60±0.00a,A	0.75±0.01c,A	0.88±0.05d,A	0.70±0.02bc,A
WSN/TN	1	40.03±1.39bc,B	30.17±1.32a,A	36.76±3.18b,A	43.09±0.08c,A	43.52±1.22c,B
	30	36.97±0.28bc,AB	28.40±0.40a,A	35.85±0.71b,A	40.38±3.14c,A	37.62±0.41bc,C
	60	35.90±0.99b,A	28.03±0.50a,A	33.55±0.97b,A	39.36±1.90c,A	34.76±0.91b,C
Erime	1	39.48±1.34a,A	44.26±3.08b,A	37.25±0.35a,A	39.78±0.39a,C	37.26±1.38a,B
	30	45.26±1.10c,B	45.48±0.67c,AB	38.67±2.38b,A	36.99±0.01ab,A	34.24±0.65a,AB
	60	42.96±0.04c,B	50.82±0.62d,B	39.04±1.26b,A	38.42±0.37b,B	32.17±1.12a,A
Renk (L)		90.13±0.07e	84.38±0.66c	80.55±0.27a	82.13±0.08b	86.94±0.74d
Renk (a)		-1.58±0.28c	-4.17±0.01a	-4.06±0.01a	-4.14±0.00a	-3.35±0.27b
Renk (b)		12.28±0.11b	10.76±0.13a	11.02±0.06a	10.46±0.81a	12.13±0.04c

N¹: Normal Yağlı, GRa: %1.5 Orafiti®GR inülin katkılı,, GRb: %3 Orafiti®GR inülin katkılı

HPXa: %1.5 Orafiti®HPX inülin katkılı ve HPXb: %3 Orafiti®HPX inülin katkılı eritme peynirleri

a, b, c, d, e Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasında P<0.05 düzeyinde farklılık vardır.

A,B,C Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında P<0.05 düzeyinde farklılık vardır.

Öztekin [93], farklı yağ oranlarındaki Beyaz peynirlerden yaptığı eritme peynirlerinde yağ oranının azalmasının titrasyon asitliği değerlerini arttırdığını bildirmiştir. Güven vd. [60] düşük yağlı yoğurt üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılan inülinin etkileri üzerine yaptıkları araştırmada, yağlı yoğurt örneğine göre değişik oranlarda inülin katkılı düşük yağlı yoğurtların titrasyon asitlik değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Dolun [73], Kaşar, Beyaz, Tulum ve Lor peynirlerinden çeşitli karışım ve oranlarda yapılan eritme peynirlerinde titrasyon asitliği değerleri %0.50 -%1.74 arasında bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, yukarıda verilen kaynaklarla uyum içerisindedir.

4.2. pH Değeri

Eritme peynirinin yapısı, tadı ve dayanma süresi üzerine etki eden faktörlerin başında pH değeri gelmektedir. Örneklerin üretiminden hemen sonra yapılan pH düzeyleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Örneklerin pH değerleri 6.03 ile 6.56 arasında değişmiştir. TS 2176 Eritme Peyniri Standardı’nda eritme peynirlerindeki pH değerinin en az 5.5 olması gerektiği belirtilmiştir. Saldamlı [67] eritme peynirlerinde optimum pH asitliğinin genellikle 5.4-5.8, ekmeğe sürülebilme niteliği çok iyi olması istenenlerde ise 6.2 olması gerektiğini belirtmektedir. Çizelge 4.1’e bakıldığında, pH değeri 6.0-6.2 arasında olan GR kodlu inülin katkılı eritme peynirlerinin en iyi sürülebilirlik derecesine sahip olabileceği düşünülebilir. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında; GR kodlu örneklerin yapı ve tekstür puanlarının normal yağlı süttten yapılan kontrol örneğine yakın değerler aldığı görülmektedir (Şekil 4.20).

İstatistiksel açıdan, örneklerin depolama süresince yapılan analizlerde elde edilen pH değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). Depolama sürecinin örneklerin pH değerleri üzerine etkisine bakıldığında Normal ve HPXb eritme peyniri örneklerinde pH düzeyleri arasındaki farklılık önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.01$). GRa, GRb ve HPXa eritme peynir örneklerinin depolama günleri arasındaki ortalama pH düzeylerindeki farklılığının önemli olmadığı gözlenmiştir ($P>0.05$). Çizelge 4.1. incelendiğinde örneklerin farklı pH değerleri için kullanılan inülin ile yağ oranına mukabil, pH değerindeki değişimine ilişkin bir korelasyon kurulamamıştır. Örneklerde kullanılan inülin miktarına bağlı olarak, pH

değerinde oransal bir artış veya azalışın olmadığı ve inülin miktarındaki artışla birlikte örneklerin pH değerindeki değişimin inülin kaynaklı olmadığı saptanmıştır.

Öztekin [93] çalışmasında tam yağlı ile yarım yağlı eritme peyniri örneklerinin pH düzeylerini birbirine çok yakın değerler olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, eritme peynirlerinin pH değerlerini Beyaz peynirin pH değerinden daha yüksek bulmuş, bununla üretimde ilave edilen alkali karakterdeki eritme tuzundan kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Hennely vd. [55] inülin katkılı imitasyon peynirlerinin tekstürel, reolojik ve mikroyapıları üzerine yaptıkları çalışmada peynir örneklerinin pH değerleri 5.97 ile 6.07 arasında, yağ oranı %21.66 olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, inülin ilave edilmeyen kontrol örneğinin pH'sı 6.03 iken, değişik oranlarda inülin katkılı örneklerin pH değerleri 5.97 ile 6.09 arasında ölçülmüştür. Yağ oranı düşürülmesinin ve inülin katkısının pH değeri üzerine etkisinin önemli olmadığı görülmüştür. Güven vd. [60] çalışmasında inülin katkılı düşük yağlı yoğurt örnekleri ile kontrol örneklerinin pH değerlerinin birbirine yakın çıktığı belirtilmiştir.

Turhan [84] tarafından yağsız süttten işlenmiş taze peynirler ile değişik oranlarda Kaşar peyniri kullanarak elde edilen eritme peynirlerinin bazı kalite kriterleri üzerine yaptığı çalışmada; eritme peynir üretiminde kullanılan Kaşar peyniri oranının azalmasıyla mutlak her iki peynirinde karışımında yer aldığı eritme peynir örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılığı önemsiz bulmuştur. Eritme peynirlerinde pH değerinin çoğunlukla 5.8'in üzerinde olması, peynirin dayanıklılığı ve aroması üzerine olumsuz etkisi olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, eritme peynir üretiminde pH değerinin istenilen seviyelerde tutulabilmesi için, düşük pH derecesine sahip eritme tuzu kullanımının uygun olacağı belirtilmiştir.

4.3. Kuru Madde

Diğer peynirlerde olduğu gibi eritme peynirinde de suyun dışında tüm unsurları içeren kuru madde; peynirin kalitesi, kıvamı, bileşimi, dayanma süresi ve besin değeri üzerine etki eden faktörlerin başında gelmektedir. Peynir örneklerinin kuru madde

oranlarının örnek gruplarına ve depolama sürelerine bakıldığında %24.66 ile %36.76 arasında değiştiği belirlenmiştir.

TS 2176 Eritme Peyniri Standardı'nda kuru madde oranı en az %40 olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada bulunan kuru madde miktarları, TS 2176 Eritme peyniri standardındaki sınır değerden düşük bulunmuştur. Bunun nedeni peynir üretiminde yağın alınması ve yerine inülin ilavesi, toplam kuru madde değerlerinde azalmalara neden olmuştur. Kullanılan inülin miktarı ile peynir tekstür ve yapısına etkisi incelendiğinden üretimde kuru maddede standardizasyonu yapılmadan üretim gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan, inülinin peynir kütledeki homojen dağılımı için öncelikle belli sıcaklıktaki suda çözünmesi gerekliliği, peynirlerde su oranının yüksek olmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, normal yağlı eritme peynirine oranla, inülin ilave edilmiş peynirlerdeki % kuru madde miktarı daha düşük bulunmuştur. Çizelge 4.1. incelendiğinde yağ oranının azaltılması, farklı oranlarda inülin katkısı, çözünür diyet lifi olan inülinin su bağlayarak jelimsi ve sıkı yapı oluşturma özelliği gibi nedenlerden dolayı farklı oranlar ortaya çıkmıştır.

Eritme peynirlerinde kuru madde miktarını Yöney [70] %46.17 ile %54.79 arasında; Dolun [73] %42.94 ile %65.67 arasında; Al-Dahhan vd. [103] %50.7 ile %52.0 arasında; Mahfouz vd. [104] %42.59 ile %48.8 arasında bulmuşlardır. Analiz sonuçlarından anlaşılağı üzere standart çerçevesinde su oranını süt tozu ilavesiyle ve kullanılan su oranının azaltılması %60'ın altında istenen değere çekmek mümkün olmaktadır. Çalışmamızda, peynirlerde kuru madde miktarının %40 oranına sabitlemek mümkün olmamıştır, çünkü suda çözünür nitelikteki inülini peynir kitlesine katarak, yağ ikame edebilme durumunu araştırmak temel hedef olmuştur.

Peynirlerin kuru madde değerleri istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde peynir örnekleri arasında farklı depolama günlerindeki değişim önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Ancak, her bir örnek için, depolama süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

4.4. Kuru Maddede Yağ

TS 2176 Eritme Peynir Standardı'nda peynirlerin tiplere ayrılmasında, kuru maddedeki yağ miktarı esas alınmıştır. Bu çalışmada eritme peyniri üretiminde yağı alınmış Beyaz peynir ve Kaşar peynir telemesi kullanıldığından % kuru maddede yağ miktarı normal eritme peynirine oranla farklılıklar olacağı beklenen bir durumdur.

Örneklerden GRa, GRb ve HPXa eritme peyniri örneklerinin % kuru maddede yağ oranları depolama periyodu boyunca birbirlerine yakın değerlerde çıkmıştır. Normal peynir ile HPXb eritme peynirlerinin kuru maddede yağ değerleri depolama boyunca oldukça farklı bulunmuştur. İstatistiksel açıdan üç grup olarak gösterebileceğimiz % kuru maddede yağ değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Olgunlaşma sürecinde, örneklerin kuru maddede yağ oranlarında meydana değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

4.5. Tuz

Tuz, peynire lezzet verip dayanıklılığını arttıran önemli bir maddedir. Gerek tüketici istekleri, gerekse peynirde bulunabilecek tuz miktarının da ilgili standartlarda sınırlandırılmış olması, peynirlerde bulunabilecek maksimum tuz miktarını belirlemektedir. TS 2176 Eritme Peynir Standardında kuru maddede en fazla %7 oranında tuz bulunabileceğini bildirmektedir. Peynir olgunlaşmasında büyük rol oynayan tuz, peynirde su aktivitesi, mikrobiyolojik gelişme ve enzim aktivitesi ile peynir proteinlerindeki fiziksel değişiklikleri kontrol edilmektedir [105].

Örneklerdeki % tuz oranları depolamanın 1. gününde Normal ile HPXb ve GRa ile HPXa eritme peynirlerinde birbirine yakın bulunmuştur. Ancak, ilerleyen depolama dönemlerinde ölçülen tuz oranları farklılık arz etmiş, depolamanın 30. ve 60. günlerinde tuz değerlerindeki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$). GRb, HPXa ve HPXb eritme peynir örneklerinin depolama sürecinde ölçülen değerleri değişkenlik göstermediğinden bu örnekler için farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Depolama boyunca Normal ve GRa peynir örneklerinde ölçülen tuz değerleri değişkenlik göstermiş ve her iki peynirde analiz değerleri arasındaki farklılık önemli çıkmıştır ($P<0.01$).

4.6. Azotlu Maddeler

4.6.1. Toplam Azot ve Protein: Örneklerin toplam azot ve protein değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). 60 gün süre ile depolanan örneklerin toplam azot ve protein oranları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). En düşük toplam azot ve protein oranı normal yağlı peynirde saptanırken, en yüksek GRb kodlu örneklerde saptanmıştır. Sütten yağın uzaklaştırılması ve uzaklaştırılan yağdan daha düşük bir oranda yağ ikamesi (inülin) ilave edilmesi, yağsız peynirlerdeki azot ve protein oranlarının artışına neden olmuştur. İnülin katkılı örnekler kendi aralarında değerlendirildiğinde, HPXb örneğindeki toplam azot ve protein oranı diğer örneklerle göre daha düşük bulunmuştur. Genel olarak, toplam azot ve protein sonuçlarına bakıldığında Normal ve HPXb kodlu peynirler ile GRa, GRb ve HPXa eritme peynir örneklerinin % azot ve % protein değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

Depolamanın 1. ayında toplam azot değerleri sonuçlarına ilk analiz değerlerinde olduğu gibi yine Normal ve HPXb ile GRa, GRb ve HPXa eritme peynir örnekleri değerleri birbirine yakın sonuçlar çıkmış, toplam protein değerlerinde ise GRb ve HPXa eritme peynir örnek değerleri birbirine yakın iken, diğer değerler birbirinden farklı bulunmuştur($P<0.05$).

2. ayda ise peynir örnekleri toplam azot değerleri birbirinden farklı ve toplam protein değerleri ise 1. ayda olduğu gibi GRb ve HPXa eritme peynir örneklerinde birbirine yakın, diğer örneklerle farklılık göstermiştir. İstatistiksel açıdan elde edilen bu veriler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur($P<0.01$).

Koca [106] yağ ikame maddeleri kullanımı ile yağı azaltılmış taze Kaşar peynirinin nitelikleri üzerine yaptığı araştırmada, üç farklı yağ ikame maddesi kullanımıyla üretimi yapılan yağı azaltılmış peynirler ile kontrol örnekleri olan tam yağlı Kaşar peynir ve yağı azaltılmış Kaşar peynir üretimi yapılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre toplam azot değerleri depolama süresince azalan trend göstermiş, ortalama %1.89 ile %2.34 arasında bulunduğu değerlerden; %1.89 ile en az toplam azot değeri tam yağlı peynirde ve %2.34 ile en yüksek değer yağı azaltılmış ve yağ ikame maddesi katılmış peynirde ölçülmüştür. Yağ ikame maddeleri katılmış

peynir örnekleri %2.03 ile %2.34 değerleri arasında seyretmiştir. Araştırmacı Öztekin [93] yağın azaltılmasıyla, toplam azot ve protein oranlarında oransal bir artış olduğunu belirtmiştir. Eritme peyniri üzerine gerçekleştirdiği çalışmasında da benzer bir durumun gözlemlendiği belirtmiştir. Köprülü [18] azaltılan yağ oranı kadar inülin katkısı ile üretilen salamların kaliteleri üzerine yaptığı çalışmada ise, inülin miktarlarındaki artış ile protein oranının çok az miktarda azaldığını belirtmiştir.

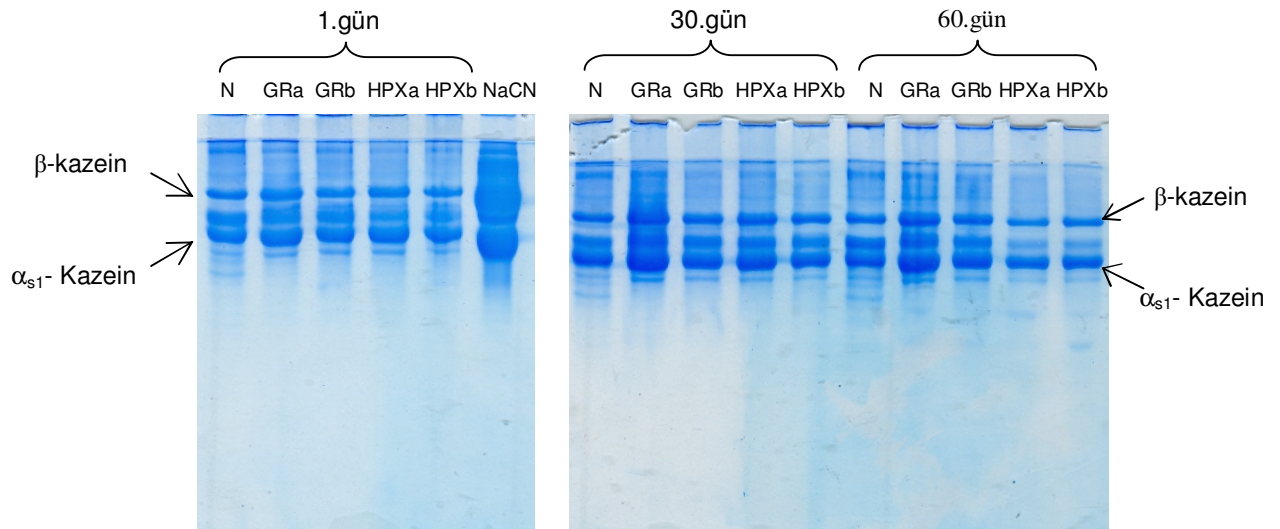
4.6.2. Suda Çözünen Azot: Suda çözünür azotlu maddeler olgunlaşma sürecinde proteolize bağlı olarak gelişen peynir tekstürü, tat-koku ve yapısı açısından önemli öğelerdir. Taze peynirlerde toplam azotlu maddeleri oluşturan kazein ve *para*-kazeinin bir kısmı üretimde kullanılan enzimler ve starter kültürlerin etkisi ile parçalanıp proteoz pepton, aminoasitler gibi suda çözünür basit azotlu bileşiklere dönüşmektedir. Olgunlaşma sürecindeki etmenlere bağlı olarak protein parçalanması devam etmekte ve ortamda oluşan serbest aminoasitler ve peptidlerin miktarı artmaktadır. Bu bileşiklerde olgunlaşma süreci sonunda peynirlerde tat- koku ve tekstür ile ilgili karakteristik özellikleri oluşturmaktadır [107, 108].

Suda çözünür azotlu maddeler olgunlaşma sürecinde proteolize bağlı olarak gelişen peynir tekstürü, tat-koku ve yapısı açısından olgunlaşma seyrine ilişkin önemli ipuçları veren bir parametredir [52].

Suda çözünen azotun peynir örnekleri 0.60 ile 0.99 değerleri arasında olup, en az GRa ve en yüksek değer HPXb kodlu peynir örneklerinde gözlenmiştir. Değerlerde periyodik olarak depolama süresince azalma görülmektedir. Aynı zamanda bu azalma toplam azot içerisindeki suda çözünme yüzdesinin de depolama boyunca azalma gösterdiğini, yani olgunlaşma indeksinde de düşme olduğunu belirtmektedir. Peynirde depolama; olgunlaşma evresinin tamamlandığı sürecide kapsadığından, peynir örneklerinde depolama boyunca suda çözünen azot oranının artması ve böylece olgunlaşma indeksinde artma gözlenmesi gerekirken, analize tabi tutulan eritme peynir örneklerindeki azalma gözlenmiştir. Eritme peynirlerinde olgunlaşma pek yapılmayan bir analizdir. Çalışmada hem suda çözünen fraksiyonların Kjeldah analizleri, hem de suda çözünen fraksiyonların urea-PAGE analizi yapılmıştır. Ancak örnekler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.1.).

İstatistiksel olarak depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde analizi yapılan suda çözünen azot değerleri her örnek için çok önemli farklılıklar göstermiştir ($P<0.01$). Normal ve HPXb hariç diğer peynir örnekleri depolama süresince meydana gelen değişiklik önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Normal ile HPXb eritme peynir örnekleri kendine özgü zamana karşı değerlerine bakıldığında istatistiksel skala bakımından çok önemli çıkmaktadır ($P<0.01$).

4.7. Elektroforez



Şekil 4.1. Eritme peynirleri ürea-PAGE elektroforetogramları

Çok spesifik olmasa da, Urea-PAGE yöntemi peynirdeki bazı kazein fraksiyonlarının ayrımını yapmada geçerliliğini hala korumaktadır [53]. Şekil 4.1’de peynirlerin suda çözünmeyen kazein fraksiyonlarının jel elektroforez fotoğrafı görülmektedir. Eritme peynirlerinde, olgunlaşma sürecinde ne β -kazeinde ne de α_{s1} -kazeinde, önemli bir parçalanma görülmemiştir. Ayrıca, α_{s1} -kazein parçalanma ürünleri bölgelerindeki belirgin bir bant gözlenmemiştir. Çürük [109] Kaşar benzeri peynirlerin bazı özellikleri üzerine eritme tuzu kullanımının ve olgunlaşma süresinin etkileri üzerine yaptığı çalışmada hazırladığı örneklerin ürea-PAGE elektroforetogramları sonucu peynirlerden olgunlaşma süresince sadece β ve α bantlarının görüldüğü örnek için üretimde kullanılan eritme tuzlarının % 100 fosfat bazlı olmasının neden olduğu kanısında olduğunu belirtmiştir. Normal örnekle, ünilin katılmış örnekler arasında peynirlerin β -kazein ve α_{s1} -kazein fraksiyonları arasında önemli bir fark olmadığı

görülmüştür. Bunun nedeni eritme peynir üretiminde fosfat ve sitrat bazlı eritme tuzlarının eritme işleminde uygulanan ısıtma ile Ca-Kazeinat reaksiyona girmesi sonucu ayrılmayan Na-Kazeinat formuna dönüşmüş olduğu düşünülmektedir.

4.8. Peynirlerin Erime Değerleri

Isıl uygulama sırasında peynir, kendi ağırlığını taşıyamadığı noktada deforma olmaya ve erimeye başlar. Disk halinde belli çapta hazırlanan peynir örneklerinde erime sonucu çaplarında meydana gelen ortalama % değişimin en düşük %32.17 ile HPXb peyniri ile % 50.82 ile GRa peynir örneklerinde gözlenmiştir. İstatistiksel bakımından incelendiğinde örnekler arasında önemlilik arz edecek farklılıklar dikkati çekmektedir.

Depolamanın 1. günü yapılan erime test sonuçlarına göre, GRa örneği ortalama % erime değerleri diğer örneklerden önemli düzeyde farklı çıkmıştır ($P<0.05$). Depolamanın 30. gününde HPX katkılı peynirlerde erime değerlerinde düşme gözlenirken, artış en çok normal eritme peynirinde olmuştur. Normal ve GRa peynirlerinde birbirine yakın değerler bulunurken, diğer örnekler ait sonuçlar birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0.01$). Depolamanın 60. gününde ise, erime değerlerinde gözlenen değişimler şöyle olmuştur: Normal ve HPXb örneklerinde düşme, GRb ve HPXa örneklerinde azda olsa bir artış olmuştur. Depolama sonunda GRa peynir örneğinde ise %50'lik bir erime yeteneğine erişme olmuştur. Depolamanın 60. gününde örnekler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0.01$).

Depolama boyunca değişim gösteren değerler, istatistiksel olarak Normal, GRa ve HPXb için $P<0.05$ düzeyinde bulunurken, HPXa örneği $P<0.01$ düzeyinde bir farklılık bulunmuştur. GRb örneğinde depolama süresince meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$).

Yağ oranının azaltılması ve inülin katkısı peynir örneklerinde %1.5 GR inülin katkılı GRa örneği hariç, genel olarak kontrol örneği normal eritme peynirine oranla düşme olduğu, özellikle Orafiti®HPX inülin katkı oranı %3 olduğunda eritme yeteneğinde düşme gözlenmiştir. Yağ oranı azaltılan peynirlerde gözlenen erime değerindeki düşme beklenen bir durum olup, yüksek nem içerikli Orafiti®GR inülinin düşük oranda katılmasıyla artmaya sebep olduğu anlaşılmıştır.

Rudan vd. [110] ile Stevens ve Shah [111] yağı azaltılış Mozarella peynirlerinde erime değerinin azaldığını, Zalazar vd. [112] ise az yağlı peynirlerde yüksek nem içeriğinin eriyebilme yeteneğini arttırdığını belirtmişlerdir. Koca [106] çalışmasında yağ ikame maddeleri katkısı ile yağı azaltılmış Kaşar peynirleri örnekleri üzerinde yaptığı eriyebilirlik test sonuçlarına göre; tam yağlı peynir örneğinin eriyebilirliği, yağı azaltılmış peynir örneklerinden önemli seviyede yüksek çıkmıştır. Raftiline®HP inülin ilavesi ile yağı azaltılmış taze Kaşar peynirinin eriyebilirliğini olumlu etkilediği, ancak yine de tam yağlı peynir örneği eriyebilirlik özelliği arasında belirgin fark olduğunu ve Simplese®100 ve Dairy-Lo™ yağ ikame maddelerin ise yağı azaltılmış peynirin eriyebilirliğine herhangi bir katkısı olmadığını bulmuştur.

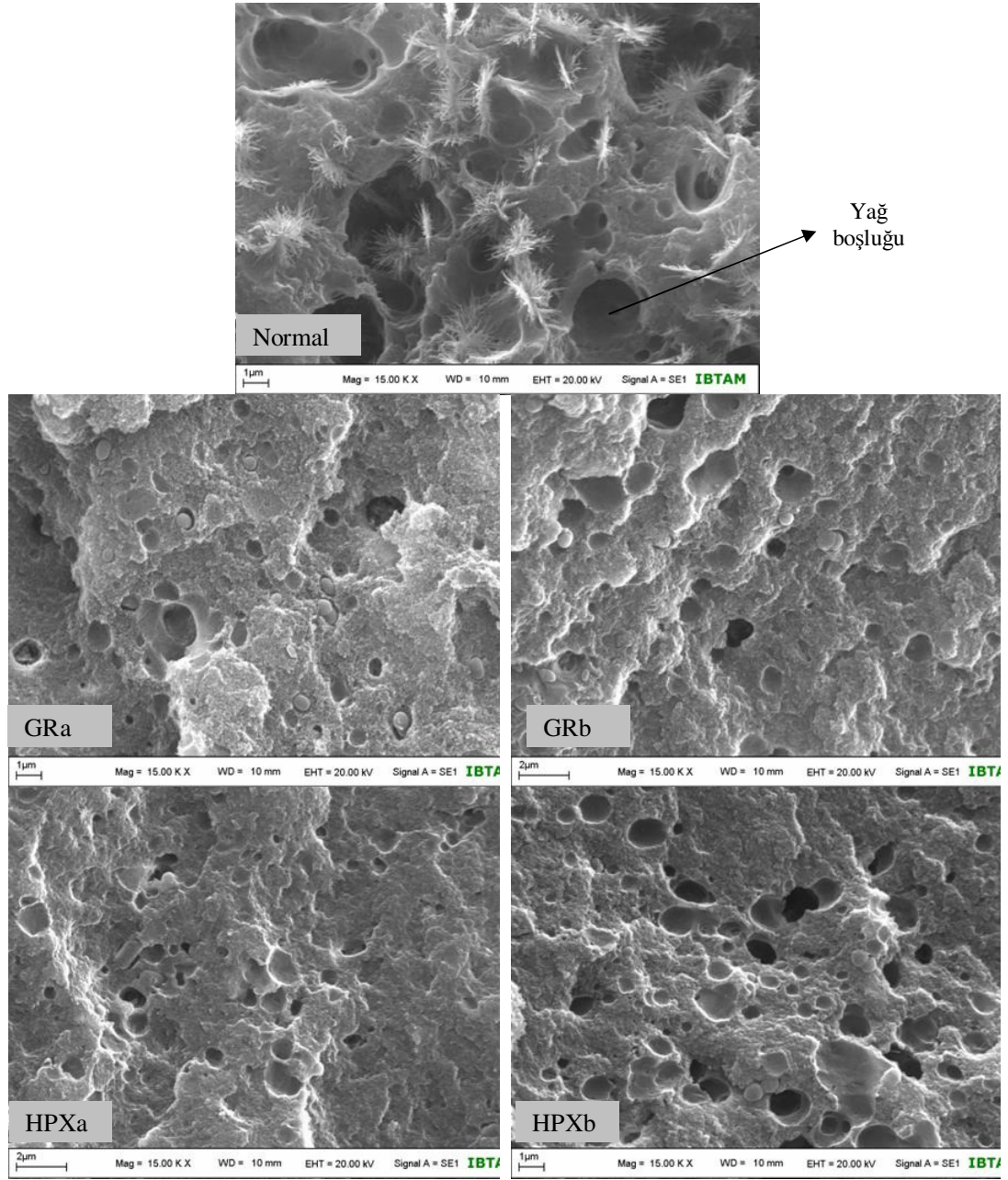
4.9. SEM Fotoğraflama

Eritme peyniri örneklerine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) mikroyapılarını gösterir farklı büyütmelelerdeki mikrograflar Şekil 4.2 - 4.5'te verilmiştir. Mikrograflardan anlaşılabileceği üzere farklı sayıda ve boyuttaki yağ globüllerinin içinde dağıldığı, GRa hariç diğer inülin katkılı peynirlerde daha düzgün ve pürüzsüz bir protein matriksi görülmektedir.

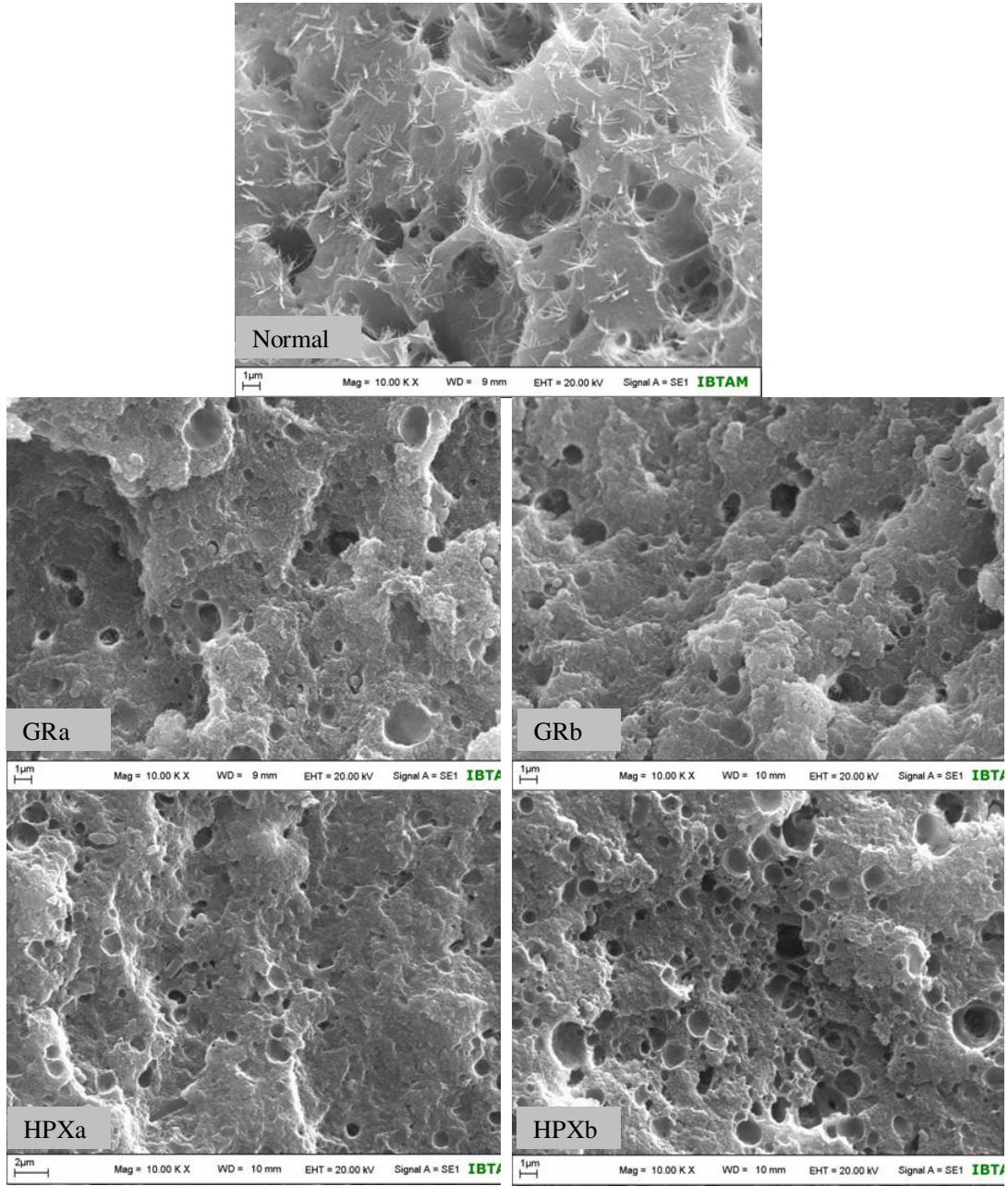
Yağ ikame edici inülin içerikli peynirlerde yağ oranının azaltılması mikroyapı üzerine etkisi oldukça belirgin durumdadır. Normal eritme peynirine oranla protein matriksi içinde dağılan yağ globülü boyutları ve sayısı azalmış, şekil ve dağılımı daha düzenli olmuştur. Koca [106] tarafından bazı yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze Kaşar peynirinin nitelikleri üzerine yaptığı araştırmada ilave edilen yağ ikame maddelerinin mikroyapıyı değişik şekillerde etkilediği, Simplese®100 içeren yağı azaltılmış taze Kaşar peyniri örneği mikroyapısında yağ globüllerinin düzenli bir şekilde dağıldığı ve birbirine yakın boyutta yuvarlak boşlukların oluştuğunu gözlemlemiştir.

Hennelly vd. [55] inülin katkılı taklit peynirlerin tekstür, reolojik ve mikroyapı özellikleri üzerine yaptığı araştırmada genel olarak inülin katkılı peynir örneklerinin kontrol peynirine göre protein matriksinin düzgün, pürüzsüz petek halinde daha küçük

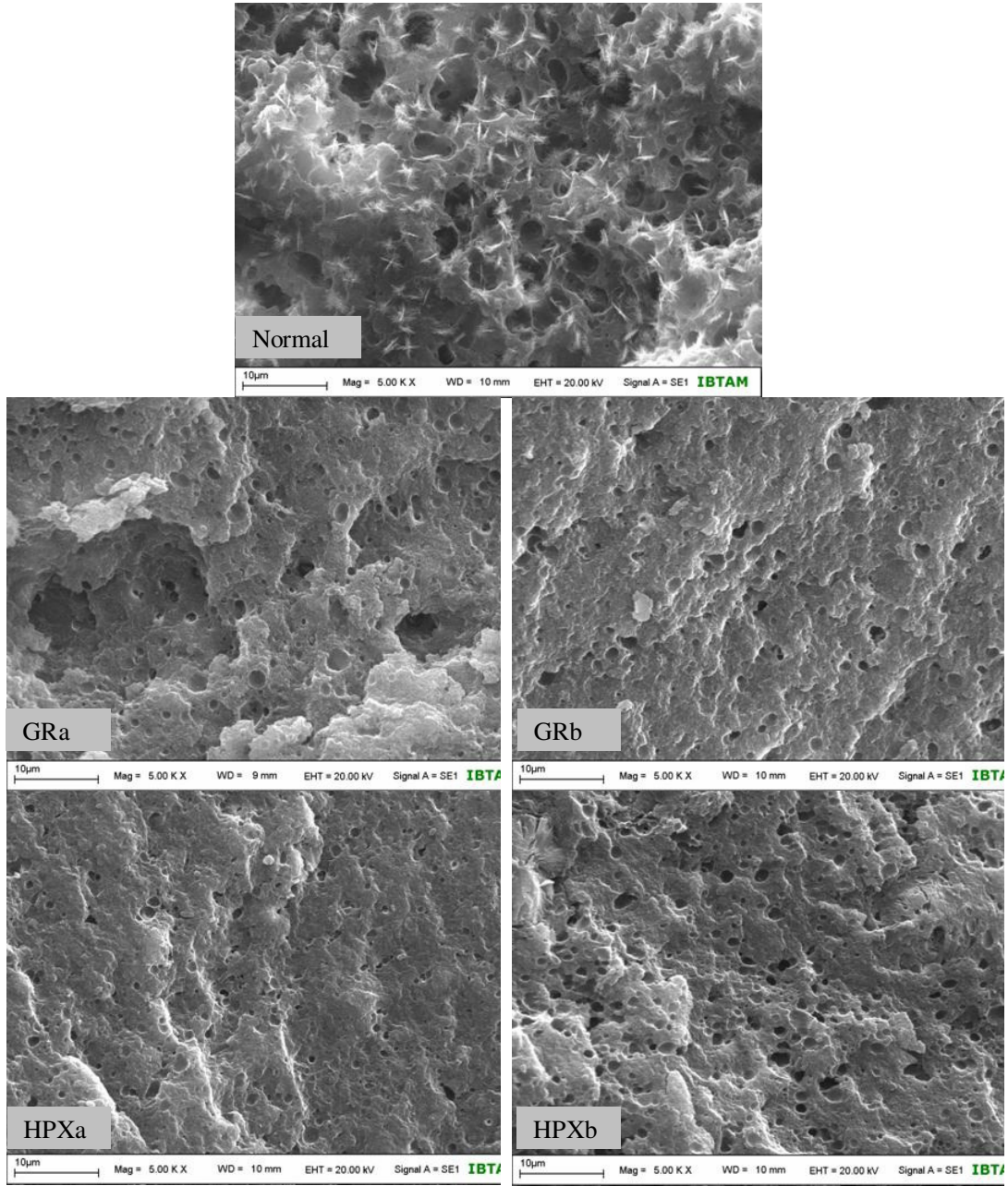
boyutlarda yağ globülleri şeklinde peynir mikroyapısına etki ettiklerini ortaya koymuşlardır.



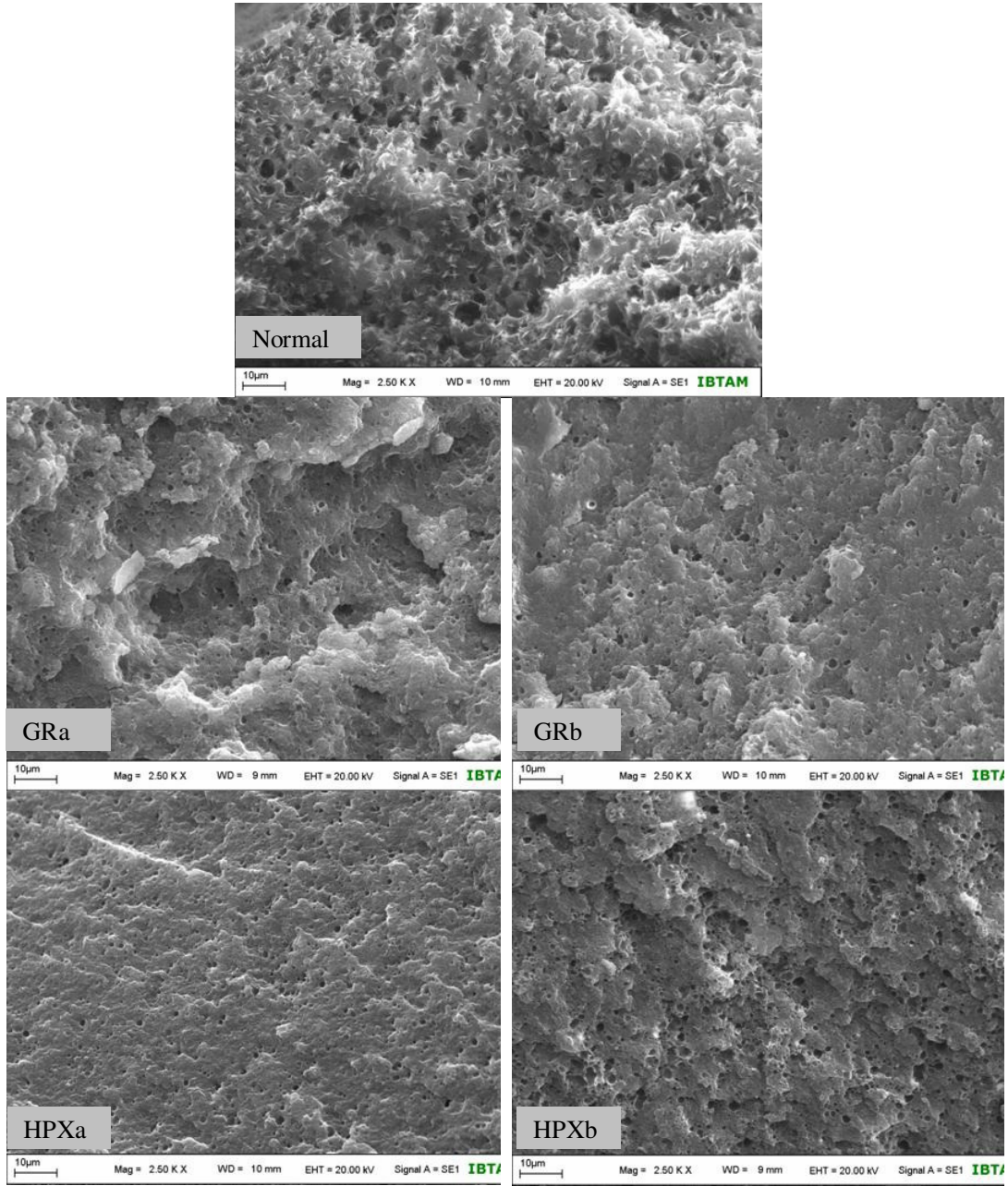
Şekil 4.2. Eritme peynir örnekleri SEM (15.000×) mikrografileri



Şekil 4.3. Eritme peynir örnekleri SEM (10.000×) mikrografileri



Şekil 4.4. Eritme peynir örnekleri SEM (5.000×) mikrografileri



Şekil 4.5. Eritme peynir örnekleri SEM (2.500×) mikrografileri

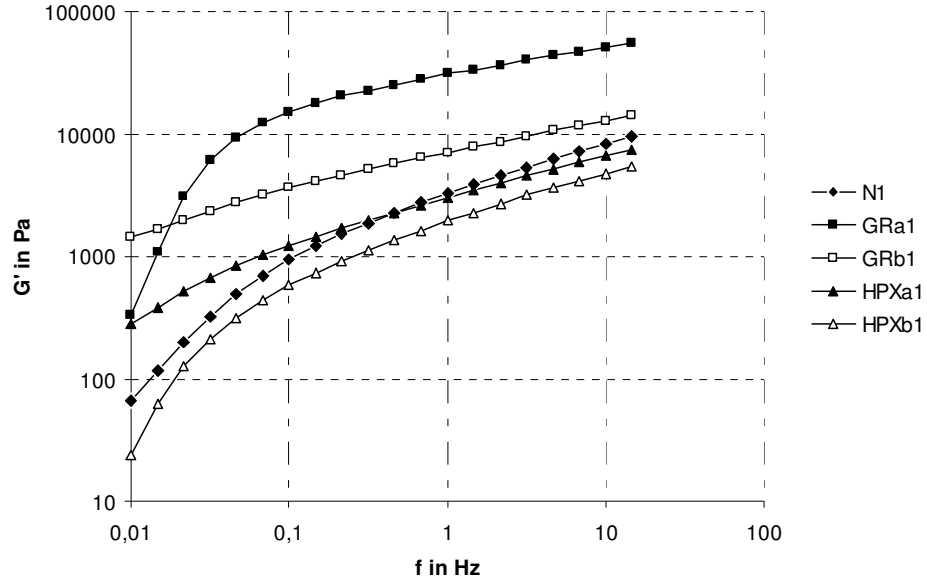
4.10. Peynirlerin Reolojik Özellikleri

Gıda teknolojisinde reoloji bilimi, gıdanın viskozitesini, yapısını ve esnekliğini araştıran bir bilim dalıdır. Reolojik özellikleri belirlenmek üzere deneye tabi tutulan gıda maddesinin sıcaklığı, konsantrasyonu, nem oranı ve deneyin yapıldığı ortamın özellikleri deney verilerini etkilemektedir. Gıdaların ve gıdaları oluşturan bileşenlerin reolojik özellikleri gıdanın formülasyonun hazırlanmasında ve üretimin her aşamasında önemlidir [113].

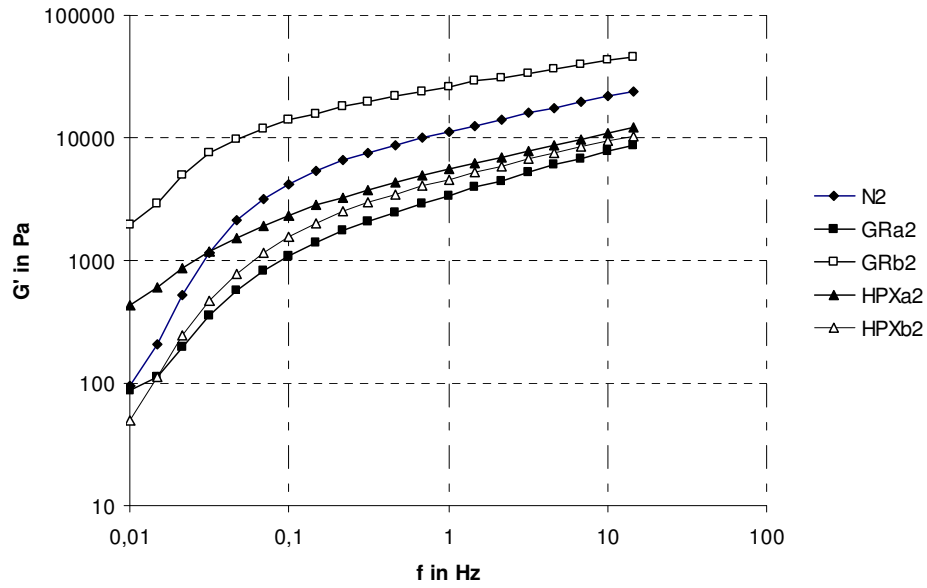
Reoloji özellikle görünüş, dokunma ve ağız dolgunluğu açısından çok önemlidir. Görünüş, reolojinin küçük bir tamamlayıcısıdır, çünkü bazı gıdaların mekaniksel ve yapısal özellikleri görünüşle belirlenir ve açıklanır. Dokunma, reolojide en önemli faktördür. Gıda kalitesinin değerlendirilmesinde el ile dokunma gıdanın tekstürel kalitesiyle ilgili fikirler verir. Lezzet, reoloji ile direkt ilgili değildir. Gıdanın ağızda dağılımı lezzet bileşenlerinin ortaya çıkmasını sağlar [114].

4.10.1. Frekans Tarama: Sıcaklığının stabil hale gelmesi amacıyla plaka üzerinde 20°C’de 300 sn bekletilen eritme peynirleri 200 Pa kayma geriliminde 0.01-15 Hz frekans aralığında 20°C’de ölçümleri yapılmıştır. Frekans tarama G' (dinamik elastik modülüs) ve G'' (dinamik viskoz modülüs) değerleri Şekil 4.6 - 4.9’da gösterilmektedir. Şekillerde G' değerlerinin G'' değerlerinden büyük olduğunu göstermektedir. Peynirlerin elastikliği viskozite değerinden daha büyüktür ve bu değerler frekans artışıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. 1. üretim için GRa ve GRb iken 2. üretim için GRb ve Normal eritme peynirleri en yüksek elastikiyet özelliğine sahiptir. Elde edilen elastikiyet değerlerinden Normal eritme peynir örneğine göre yağı azaltılmış inülin katkılı örneklerden GR inülin katkısı artma olurken HPX inülin katkısının azalttığı anlaşılmaktadır.

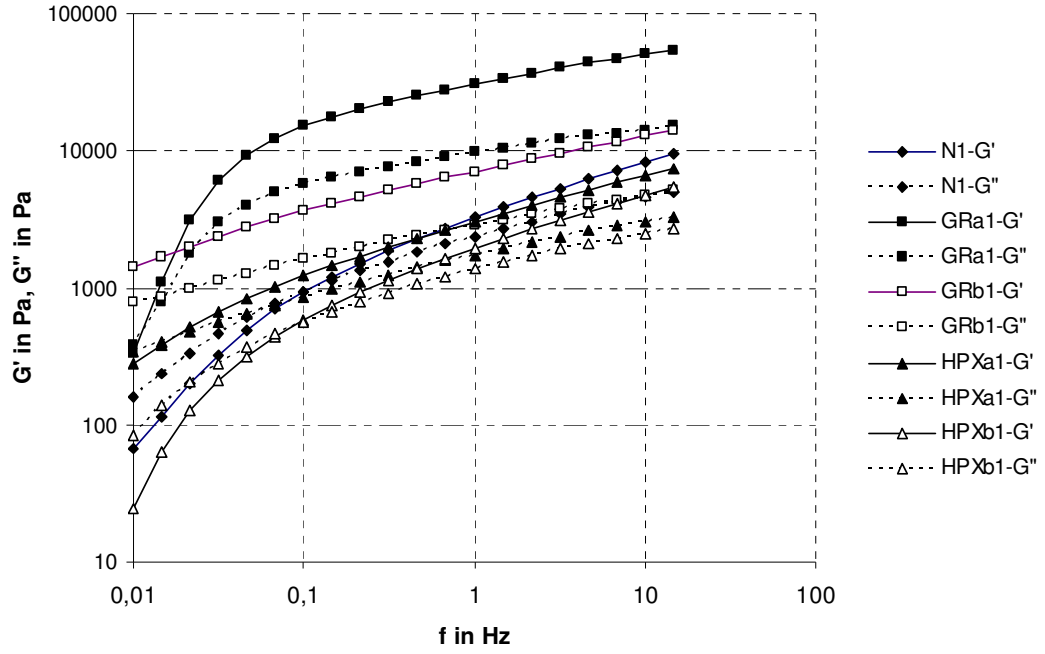
Kahyaoğlu [115] normal yağlı ve yağı azaltılmış Gaziantep peynirlerinin reolojik özellikleri üzerine yaptığı araştırmada; 0,02-15 Hz frekans aralığında 200 Pa kayma geriliminde 20°C’de yaptığı frekans taramasında örneklerde G' değerlerini G'' değerlerinden büyük, yağ oranı düşmesiyle G' ve G'' değerlerinde artma ve değerlerde frekans artışıyla artış olduğu gözlemlenmiştir.



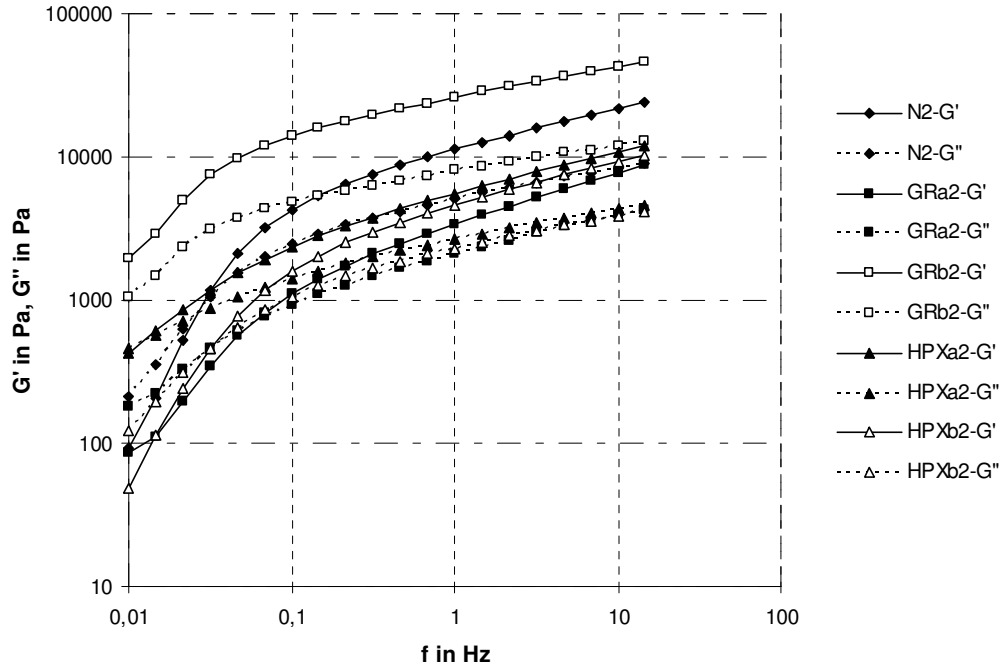
Şekil 4.6. 1. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı elastikiyet değerleri



Şekil 4.7. 2. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı elastikiyet değerleri



Şekil 4.8. 1. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı viskozite ve elastikiyet değerleri

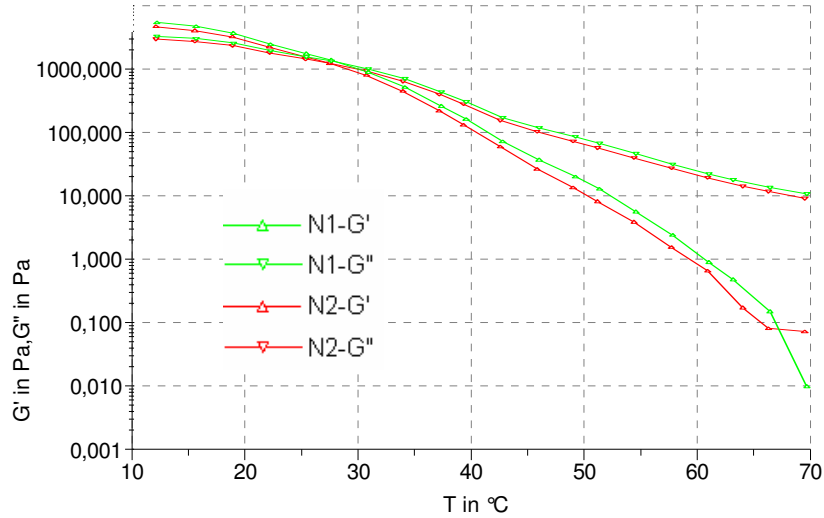


Şekil 4.9. 2. Üretim eritme peynirlerin frekansa bağlı viskozite ve elastikiyet değerleri

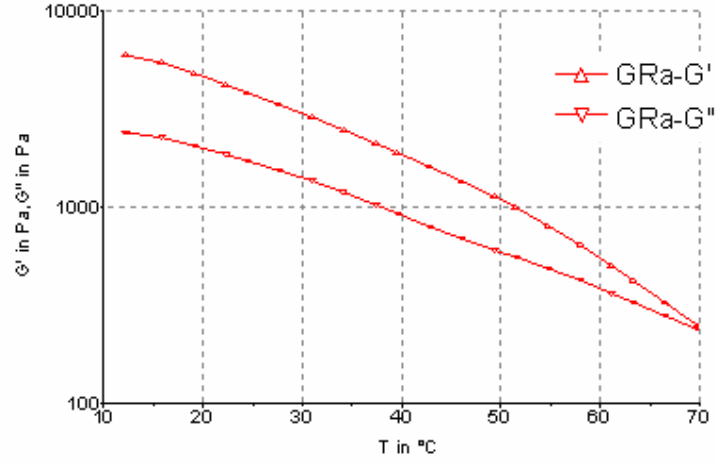
4.10.2. Sıcaklık Tarama: Sıcaklığının stabil hale gelmesi amacıyla plaka üzerinde 10°C’de 300 sn bekletilen eritme peynirleri 200 Pa kayma geriliminde 1 Hz frekans değerinde 180 saniye süre boyunca sıcaklık 10°C’den 70°C’ye yükseltilmesi ile ölçümleri yapılmıştır. Sıcaklık tarama G' (dinamik elastik modül) ve G'' (dinamik viskoz modül) değerleri Şekil 4.10 - 4.13’de verilmiştir. Şekillerde G' değerlerinin G'' değerlerinden büyük olduğunu göstermektedir. Peynirlerin elastikliği viskozite değerinden daha büyüktür ve bu değerler sıcaklık artışıyla azalmaktadır.

Hennely vd. [55] çalışmasında imitasyon peynirlerin 22°C’den 90°C aralığında yaptıkları sıcaklık taramasında inülin katkısız kontrol örneğine göre yağ oranı düşürülmüş ve Orafiti®HP inülin katkılı örnekleri elastikiyet ve viskozite değerleri düşük çıkmıştır. Peynir bileşiminde inülin oranı artması ve yağ oranında azalmayla değerlerde artma gözlemlendiğini belirtmiştir.

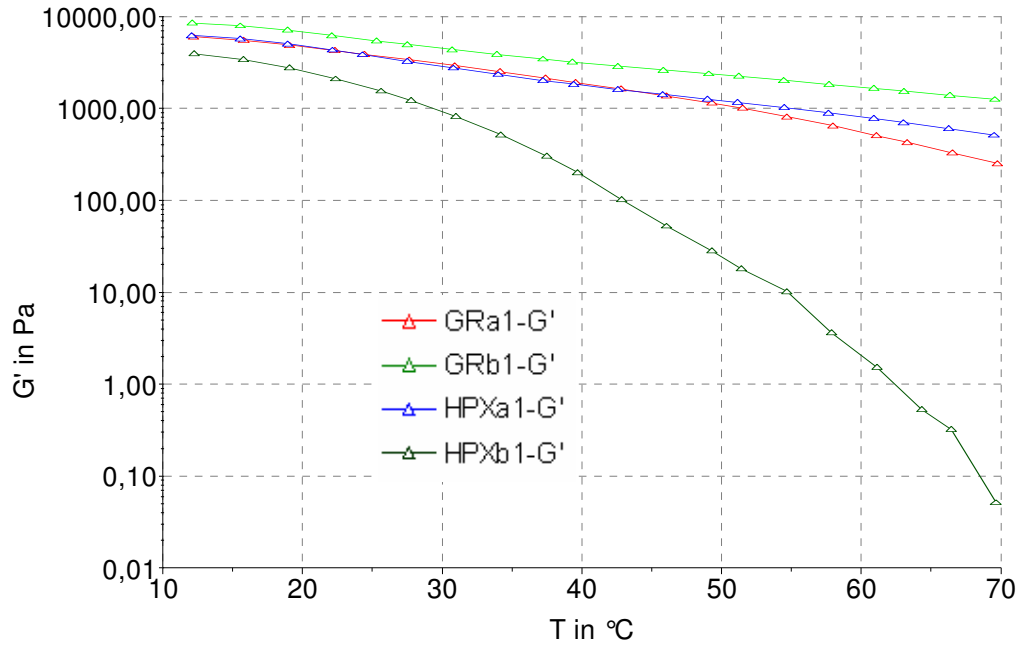
Kahyaoğlu [115] yağlı yağı azaltılmış Gaziantep peynirlerinin 10°C’den 70°C aralığında yaptığı sıcaklık taramasında yağ oranı düşmesiyle G' değerinde artma ve sıcaklık artışıyla azalma gözlenmiştir.



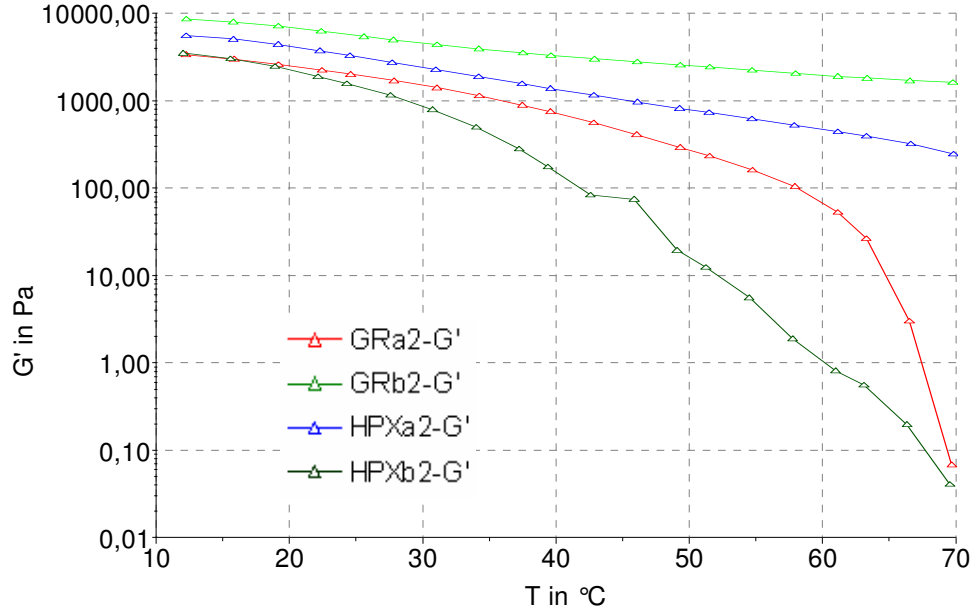
Şekil 4.10. Normal eritme peynir örneği sıcaklığa bağlı viskozite ve elastikiyet değerleri



Şekil 4.11. GRa eritme peynir örneği sıcaklığa bağlı viskozite ve elastikiyet değerleri



Şekil 4.12. 1. Üretim eritme peynirlerin sıcaklığa bağlı elastikiyet değerleri

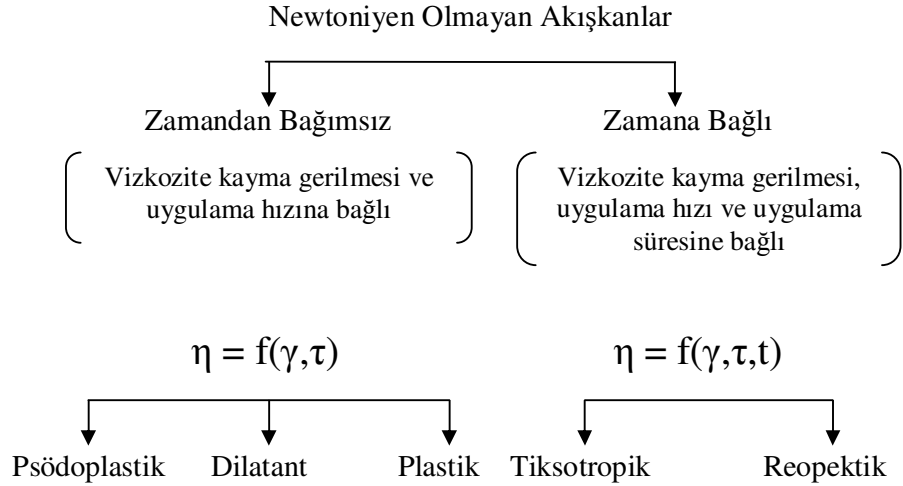


Şekil 4.13. 2. Üretim eritme peynirlerin sıcaklığa bağlı elastikiyet değerleri

4.10.3. Akış Şekilleri: Sıcaklığının stabil hale gelmesi amacıyla plaka üzerinde 20°C'de 300 sn bekletilen eritme peynirleri 20°C'de kayma hızı 0.1 1/s'den 200 1/s'ye 150 sn boyunca yükseltilecek ve 200 1/s'de 30 sn bekletildikten sonra 150 sn sürede 0.1 1/s'ye düşürülmesiyle ölçümleri yapılmıştır.

Akışkanların reolojik özelliklerinin belirlenmesi aşamasında reogramlar (akış eğrileri) kullanılır. Reogramlar, kayma gerilmesine karşılık gelen kayma hızı değerlerinin grafiğe aktarılması sonucunda oluşturulur. Bu eğriler akışkanın hangi reolojik karaktere sahip olduğunu tespitinde kullanılmaktadır.

Şekil 4.15 ve 4.16'da görüldüğü üzere viskozite değerlerinin artan kayma hızı ile azaldığı, kayma hızındaki düşüşle birlikte viskozitenin tekrar eski seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu davranış eritme peynirlerin Newtoniyen olmayan bir akış özelliğine sahip olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 4.14. Newtoniyen Olmayan Akışkanlar [116].

Kayma hızı arttıkça viskozite değerinin azalması örneklerin Psödoplastik (Yalancı Plastik) özellik gösterdiğini belirtmektedir.

Kayma hızının artışıyla birlikte viskozitede düşme gösteren sıvılar psödoplastik sıvılar olarak tanımlanır. Psödoplastik akış, kayma incilmesi veya incelen akış (shear thinning) olarak da bilinmektedir [117]. Psödoplastik (yalancı plastik) davranış, düşük gerilmeler altında plastik, yüksek gerilme kuvvetleri altında viskoz davranış gösterir [116]. En çok rastlanan Newtoniyen olmayan akış çeşididir.

Akış davranış tiplerinin belirlenmesinde kullanılan modellerden gıdaların reolojik performansının pratik olarak belirlenmesinde Herschel-Bulkley modeli kullanılabilir. Kararlı haldeki reolojik performans hesaplanabilir. Herschel-Bulkley modelinin matematiksel ifadesi aşağıda tanımlanmıştır.

$$\tau = \tau_0 + k \cdot \gamma^n$$

τ : Kayma gerilmesi (mPa)

τ_0 : Akma gerilmesi (mPa)

k : Akışkanlık katsayısı (mPa.s)

γ : Kayma hızı (s⁻¹)

n : Akış davranış indeksi (-)

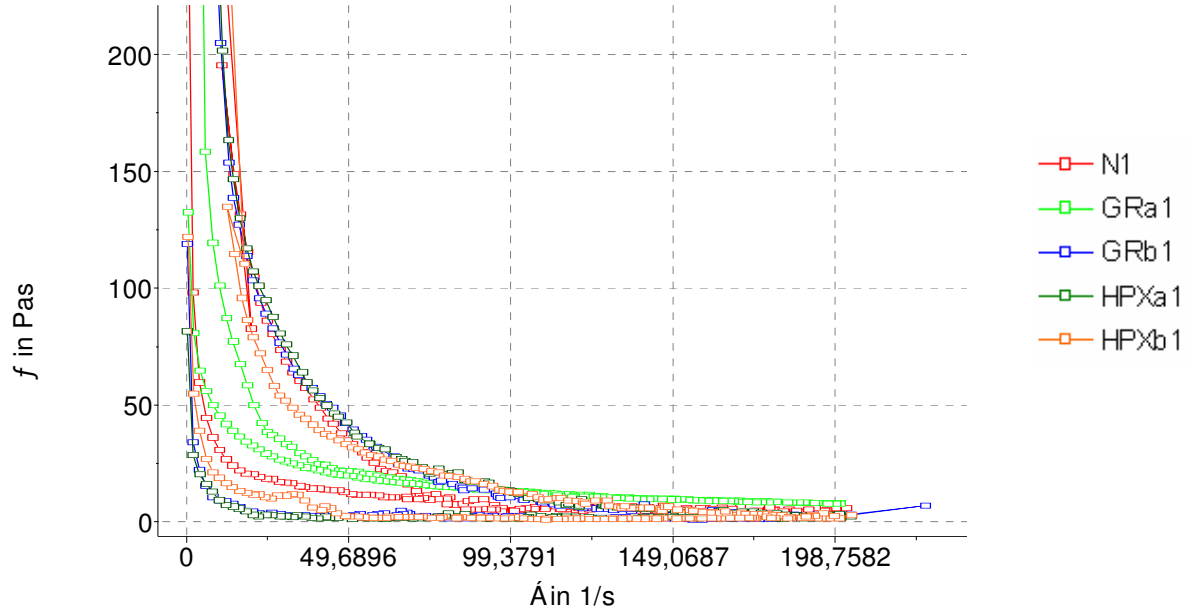
Çizelge 4.2. Herschel-Bulkley modeline göre akış davranış tiplerinin belirlenmesi [118].

Akış Tipi	τ_0	n
Newtoniyen	0	1.0
Newtoniyen Olmayan		
Pseudoplastik	0	<1.0
Dilatant	0	>1.0

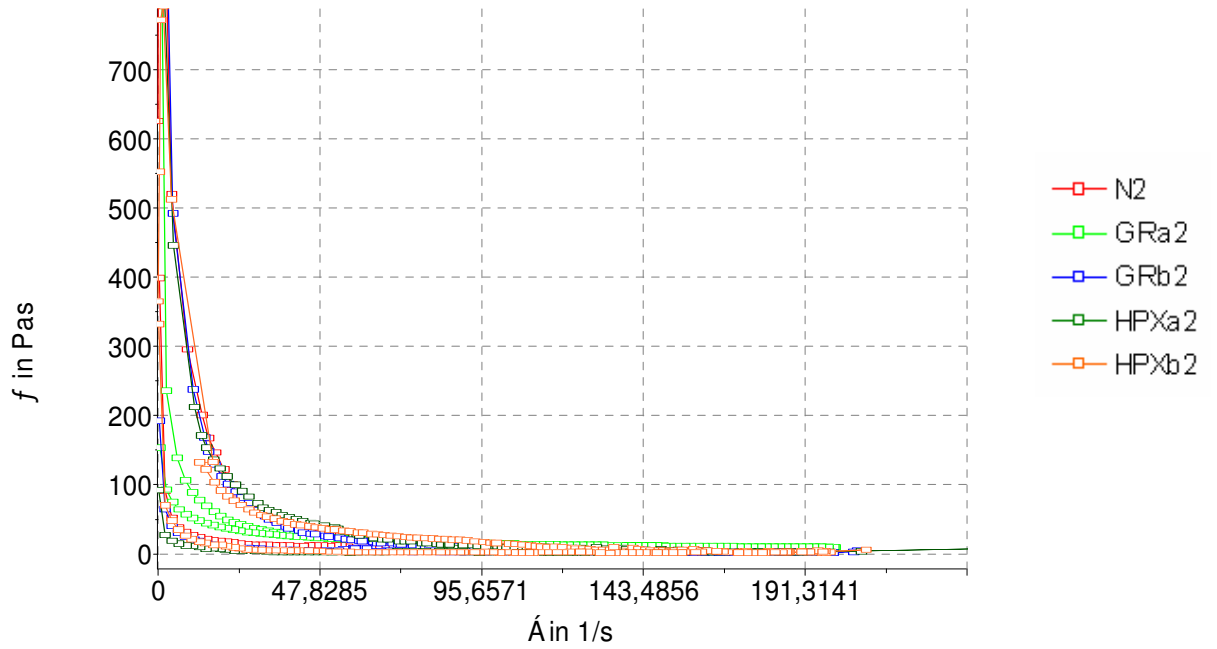
Çizelge 4.3. Eritme peynir örnekleri Herschel-Bulkley model parametreleri

Peynir Örneği	τ_0	k	n	r^2
N1	-79,10	523,4	0,31490	0.8418
N2	-139,30	648,2	0,30600	0.7548
GRa1	-568,80	925,0	0,08128	0.9608
GRa2	-564,50	851,7	0,06753	0.9803
GRb1	-218,90	663,3	0,19300	0.7742
GRb2	-224,00	1028,0	0,25850	0.8356
HPXa1	-65,78	437,6	0,35070	0.6461
HPXa2	-41,74	434,1	0,34210	0.8722
HPXb1	-73,86	432,8	0,32960	0.6894
HPXb2	-64,51	389,7	0,38230	0.5912

Akış indeksi (n), Newtoniyen akış tipinde $n=1$ iken, Newtoniyen olmayan akış davranış tiplerinde $n>1$ ise dialant akış tipi, $n<1$ ise pseudoplastik akış olarak değerlendirilmektedir[114]. Çizelge 4.3. değerlendirildiğinde Herschel-Bulkley modeline göre tüm peynir örneklerinde $n<1$ olduğundan Newtoniyen olmayan akış davranışını gösterdiği ve pseudoplastik sıvılar grubuna girdiğini göstermektedir.

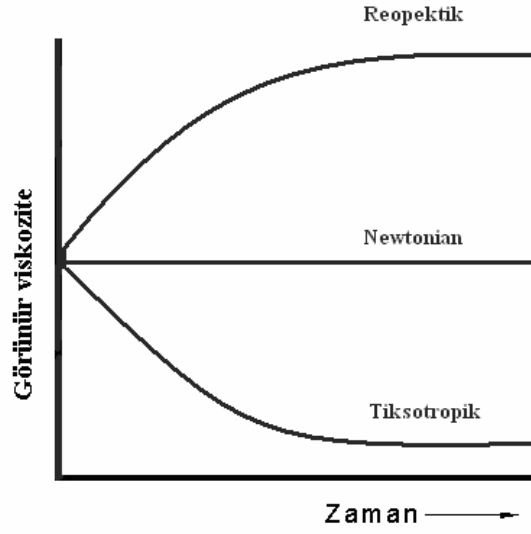


Şekil 4.15. 1. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı viskozite değerleri



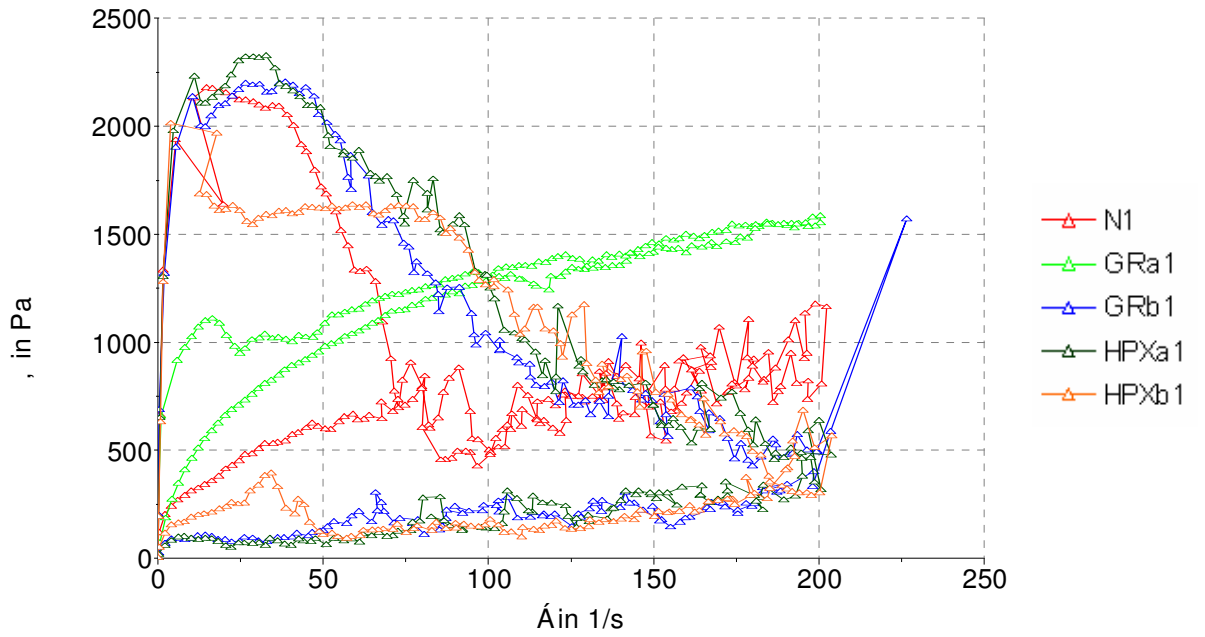
Şekil 4.16. 2. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı viskozite değerleri

Zamana bağlı Newtoniyen olmayan akışın reolojisinde, bir süspansiyon kaydırıldığı zaman onun bünyesindeki yapısal uzama ve değişiminin ifadesi zamana bağlı tiksotropik bir bozulma veya reopektik bir yapılanmanın ölçüsüdür. Viskozite, tiksotropik ifadede kayma hızı ve zaman ile azalır, reopektikte ise sabit bir kayma oranında zamana bağlı artar [119].

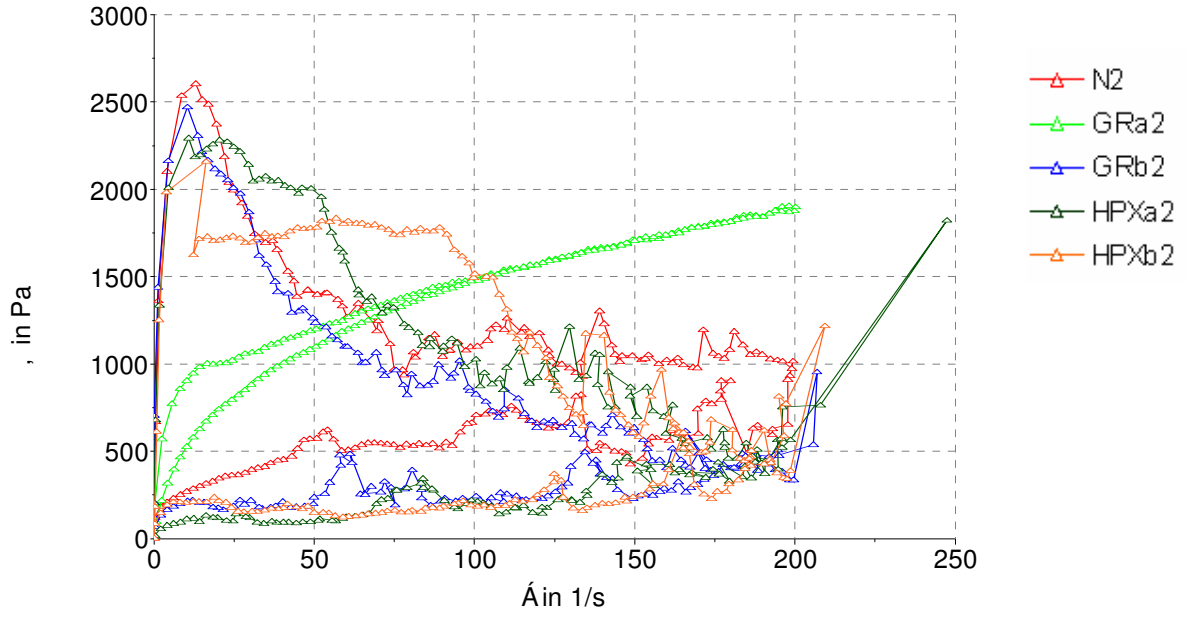


Şekil 4.17. Tiksotiropik ve reopektik reogramları [116].

Şekil 4.15 ve 4.16’da deformasyon hızı artarken viskozite değerleri azaldığı için eritme peynir örnekleri tiksotropik özellikte olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.18. 1. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı kayma gerilimi değerleri



Şekil 4.19. 2. Üretim eritme peynirlerin kayma hızına bağlı kayma gerilimi değerleri

Görünür viskozite belirli bir deformasyon hızında deformasyon zamanının bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Eritme peynir örnekleri görünür (dinamik) viskozitesi

Peynir Örneği	50 1/s		150 1/s	
	Gidiş	Dönüş	Gidiş	Dönüş
N1	33,170	11,840	5,220	3,797
N2	27,530	11,340	7,029	2,875
GRa1	21,610	19,450	9,777	9,455
GRa2	23,710	21,790	11,470	11,390
GRb1	39,500	2,858	4,885	1,610
GRb2	24,580	4,789	4,263	1,549
HPXa1	37,980	1,259	4,727	1,836
HPXa2	37,490	2,203	4,653	2,575
HPXb1	31,880	2,195	5,113	1,291
HPXb2	35,100	3,021	4,073	1,610

4.11. Renk Ölçümü :

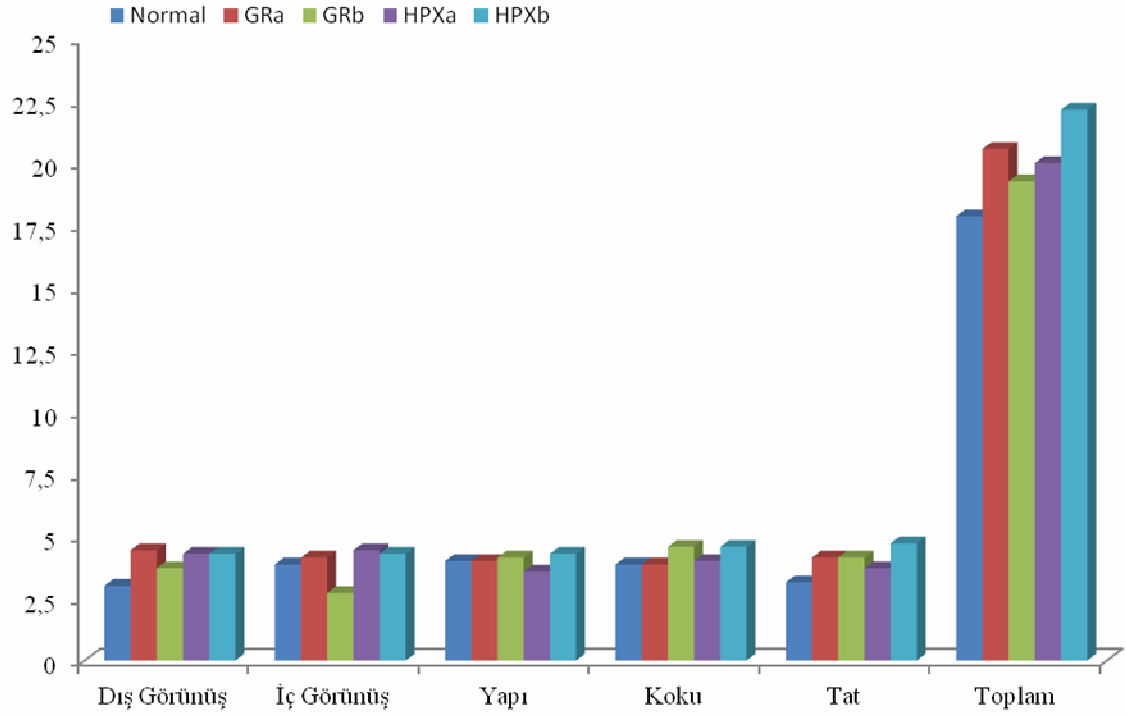
Minolta kolorimetresi ile analiz edilen L, a, b renk ölçüm sisteminde L değeri 0-100 arasında değişmekte, 0 siyah, 100 beyaz renge karşılık gelmektedir. Pozitif a değerleri kırmızılığı, negatif a değerleri yeşilliği ifade ederken pozitif b değerleri sarılığı, negatif b değerleri maviliği göstermektedir [120].

Duyusal değerlendirme kısmında verilen peynir görüntülerinden de anlaşılabileceği üzere gözle fark edilebilir farklılıklar olmuştur. Çizelge 4.1. de verilen peynir renk ölçüm değerlerinde daha beyaz olan normal eritme peynirinde 90.13 olan L değeri düşük yağ oranı ve inülin katkısı 80.55'e kadar düşürmüştür. Yağsız eritme peynirleri için L değeri Orafiti®GR inülin kullanım oranı ile azalırken, Orafiti®HPX inülin kullanım oranı ile artma olsa da normal eritme peynirinden belirgin farkta düşük değerlerde olmuştur. Her peynir örneği için özgün değerler çıkmış, istatistiksel farklılık çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

a ve b değerleri incelendiğinde GRa, GRb ve HPXa örnekleri birbirine yakın, normal ve HPXb eritme peynirlerin değerleri ise birinden farklı seviyelerde çıkmış olup a ve b değerleri arasındaki önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yağı azaltılmış peynir örneklerinde beyaz ve sarı tonda azalma ve yeşil tonda artma olduğu söylenebilir.

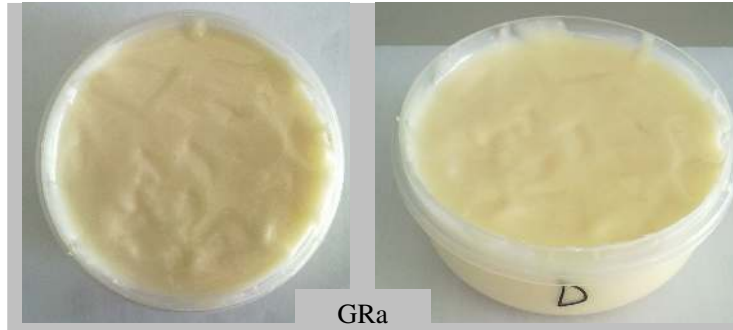
4.12. Duyusal Değerlendirme:

Bilindiği üzere peynirin yağ içeriği ile tat-aroma ve yapının yumuşak olup ya da pürüzsüz oluşu arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Diğer yandan süt yağının, pıhtı yapısı ve esnekliğine katkıda bulunduğu ve son ürün kalitesinin yükselmesine yol açtığı da bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir [121].



Şekil 4.20. Eritme peynirleri olgunlaşmanın 30. günü duyusal analiz sonuçları

4.12.1. Görünüş:



Normal yağlı eritme peynirine oranla inülin katkılı yağı azaltılmış eritme peynirlerinde dış görünüşe, GRb eritme peyniri hariç diğer peynirlerin iç görünüşe olumlu yönde arttırdığı, koyu renkte açılma, homojen, düzgün ve pürüzsüz görüntünün artması yönde katkılar sağlanmıştır. Görüntünün olumlu yönde iyileştirilmesi, piyasaya arzında albenisini arttıracaktır.

4.12.2. Yapı: Eritme peynirlerinde yağ yerine ikame olarak inülin ilavesiyle yağın peynire sağladığı homojen yapı, normal eritme peynirine oranla HPXa peynirinde az da olsa düşme gösterse de GRa eritme peyniri ile inülin ile yapının birebir aynı özellikte kalması, GRb ve HPXb peynirlerin ise homojen yapıda iyileştirme gözlemlenmiştir. Yağın azaltılış peynirlerde görülen sertleşme kusuru, % 3 oranında Orafiti®GR ve Orafiti®HPX'in kullanımıyla yerini daha yumuşak bir yapıya bırakmıştır. Pagliarini ve Beatrice [55] inülin kullanımıyla az yağlı Mozarella peynirinin yumuşaklığını artırdığını bildirmişlerdir. Buda tüketime yönelik ekmeğe sürülebilir yapı kazandırmıştır.

4.12.3. Tat ve Koku: Gıdalarda aranan tat ile arzu edilen kokunun peynire has olması, yağın yemeklerde eksikliğinde oluşan yavan tat ile yağın sağladığı aroma kokusunun yokluğunda inülin ilavesi üretimi gerçekleştirilen eritme peynirlerinin duysal değerlendirmesinde; olumsuz etkiler gözlemlenmemiştir. İnülin ile tat ve kokunun duysal hazda dengelendiği ve iyileştirmeler sağladıkları panelistler tarafından yapılan değerlendirmeden anlaşılmıştır. İnülin kullanımı yavan lezzet kusurunu ortadan kaldırmıştır. Tüketimde aranan damak tadında iyileştirme en çok HPXb peynirinde görülmüştür. İnülin peynirde arzu edilmeyen bir koku oluşturmamıştır. Peynirlerde istenen kendine has kokunun oluşumunda GRa peyniri hariç diğer peynirlerde olumlu sonuç vermiştir. Normal eritme peynirinde görülen çok yabancı koku %3 oranında Orafiti®GR ve Orafiti®HPX katkılı peynirlerde giderilmiş, kendine has kokusu daha hissedilebilir olmuştur.

4.12.4. Genel Duyusal Değerlendirme: Panelistlerce yapılan duysal analiz değerlendirmesinde normal yağlı eritme peynirine göre yağı azaltılmış inülin katkılı örneklerde;

% 1,5 Orafti®GR ilavesiyle aynı yapı ve kokuda olduğu kabul görmüştür. Dış görüntü, iç görüntü ve tat bakımından olumlu artış sağlamıştır. Dış görüntüdeki iyileştirme diğer örneklerle göre en fazladır.

% 3 Orafti®GR ilavesi peynir iç görüntüsünde kalite kaybı yaşanmasına sebep olmuştur. Diğer duyuşal özelliklerinde olumlu artış sağlanmıştır.

% 1,5 Orafti®HPX ilavesi iç görüntüde sağlanan en iyi olumlu sonucu vermiştir. Sadece peynir yapısında az sayıda erimemiş parça bulunduğundan puan kaybı yaşanmıştır.

% 3 Orafti®HPX ilavesi olan peynir örneğı bütün duyuşal özellikler bakımından en iyi sonucu veren peynir olmuştur. Tat, koku ve yapıdaki yaptığı iyileştirme en çok bu peynirde saptanmıştır.

Duyuşal olarak her yönüyle normal yağlı eritme peynirinde var olan bütün duyuşal faktörlere ait seviyelerde düşme olmaksızın ikame edecek vasıfları sağlayabilen ve duyuşal özelliklerde yükseliş gösteren deneysel eritme peyniri % 3 Orafti®HPX inülin katkılı peynirin olduğu anlaşılmıştır. Orafti®GR inülinin kullanımındaki oransal deney çalışmalarında sürdürölmesiyle kullanılabilirliğı sağlanılabilecektir.

5. SONUÇ

Tüketicinin arzu ettiği yönde ve/veya tüketim kalitesine (raf ömründen duysal hazzının arttırılmasına kadar) katkıda bulunma adına gıda endüstrisinde geleneksel ürünlerin yağ miktarını azaltma ve yeni formülasyonlar geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Gıdaların tekstürel ve duysal özelliklerinde iyileştirme yapmak, sağlıklı sürdürülebilir yaşamın enerji kaynağına katkıda bulunmaktır.

Son yıllarda evde ve restoranlarda aranan ürünler arasında yer alan eritme peyniri üretimi giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ekonomik, problemsiz ve son üründe sorun yaratmadığından gelişen eritme peyniri üretim teknolojisine daha sağlıklı ve besleyici üretim çeşitliliğinin kazandırılması adına bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Kullanım alanı ve geniş faydası olan inülinin kullanımıyla yağı ikame etmesi ve prebiyotik özellik kazandırmış olmasının yanında peynir tekstür ve duysal özelliklerinde de yaptığı gelişmeler araştırılmıştır.

Yapılan analizlere ilişkin değerlendirmelerde bileşim ve genel nitelikler bakımından bir takım farklılıkların belirlenmiş olmasına karşın, eritme peynirlerinde yağ içeriğinin azaltılması ve inülin ilavesi ürünlere talebin karşılanmasına katkıda bulunabilecek düzeyde olanaklı görülmüştür. Bu çalışma ile eritme peynirlerinde yağın azaltılmasıyla oluşacak kusurların inülin ile bertaraf edilecektir.

Farklı polimerizasyon derecesine sahip Orafiti®GR ve Orafiti®HPX inülinlerin farklı oranlarda kullanımıyla inülin kullanımının en az üç duysal faktörde olumlu sonuç verdiği saptanmıştır. Özellikle Orafiti®HPX inülinin % 3 oranında kullanılması sonucu arzu edilen fonksiyonel özelliklerin geliştirildiği görülmüştür. Buda eritme peynir üretim teknolojisinde yağın azaltılabilirlik imkânının inülin katkısı ile sağlanabilir ve daha iyi verimlerin elde edilebileceğini göstermektedir.

Yapılan bu çalışma eritme peynirinde inülin kullanımına yönelik ilk çalışma olup, geniş kullanım alanına sahip inülinin eritme peyniri üretiminde de kullanılabileceği saptanmıştır.

6. KAYNAKLAR

- [1] Uraz, T., *Türkiye Süt Üretimindeki Dengesizliğin Endüstriyel Etkisi ve Çözüm Yolları*, A. Ü. Zir. Fak. Yay.791, Konferanslar: 20, Ankara (1979)
- [2] Demirci, M., *Peynirin Beslenmedeki Yeri ve Önemi*. Gıda, Yıl: 15, Sayı: 5 (1990) 285-289
- [3] Yöney, Z., *Süt ve Mamülleri*. A.Ü. Zir. Fak. Yay.: 421, Ders Kitabı: 148, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara. (1970)
- [4] T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü). Eritme Peyniri. TS 2176. Ankara. (1989)
- [5] Gürsoy, O., Kınık, Ö.. *Fonksiyonel Gıda İngrediyenti Olarak Probiyotikler ve Yasal Düzenlemeler İçin Japonya Modeli*. **Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Derg.** 34 (3): (2004) 340-349.
- [6] Anonymous, <http://www.orafti.com> (2010)
- [7] Endress, H., Firscher, J.,. *Fibres and fibre blends for individual needs a physiological and technological approach In: Advanced Dietary Fibre Technology*, Ed .B . Mc Clearyv and L Prosky Blackwell Science, Madlen, MA, ABD. (2000) 283-297.
- [8] Seçkin, K. and Özkılı, A., *Süt Ürünlerinde Diyet Liflerinin Kullanımı*, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi** 6(2) (2008) 23-27s
- [9] Katsiari, M. C. and Voutsinas, L. P. *Manufacture of Low-Fat Feta Cheese*. **Food Chem.**, 49. (1994) 53-60.
- [10] McGregor, J. U. and White, C. H., *Optimizing Ultrafiltration Parameters for the Development of a Low-Fat Cheddar Cheese*. **J. Dairy. Sci.**, 73 (1990) 314-318.
- [11] Muir, D. D., Tamime, A. Y., Shenana, M. E. and Dawood, A. H., *Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitues. 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5°C*. **Lebensm.-Wiss.u-Technol.**, 32 (1999) 41–49.
- [12] McMahon, D. J., Alleyne, M. C., Fife, R. L. and Oberg, C. J., *Use of Fat Replacers in Low-Fat Mozzarella Cheese*. **J. Dairy. Sci.**, 79, (1996) 1911-1921.
- [13] Niness, K.R., *Inulin and oligofructose: What are they?*. **J. Nutr.**, 129 (1999) 14025-14065.
- [14] Haris, P.J., Ferguson, L.R.,. *Dietary fibre may protect or enhance carcinogenesis*. **Nutr. Res.**, 443 (1999) 95-110.

- [15] Noll, B., *Wheat fibre. Potential for use in fresh and processed cheese products.* Deutsche **Milchwirtschaft** 49(9) (1998) 354-356
- [16] Van Loo, J. A. E., Coussement, P., de Leenheer, L., Hoebregs, H., and Smits, G., *On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet.* **Crit. Rev. Food Sci.**, 35 (1995) 525–552.
- [17] Roberfroid, M., *Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects.* **Food Sci**, 33: (1993) 103-48.
- [18] Köprülü, Ö., *Farklı Oranlarda İnülin İlave Edilerek Üretilen Salamların Kalite Özellikleri.* Yüksek Lisans Tezi, N. K. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, (2009) 39 s.
- [19] Hung, V., Hindiba sebzeler daha fazla besin değeri ve enerji. <http://tvvn.org/forum/showthread.php?p=7320&language=tr> (2003)
- [20] French A.D., *Chemical and physical properties of fructans.* I plant physiol, 134 (1989) 125-136.
- [21] Ekici, L., Ercoskun, H., Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi** 1: (2007) 83-90.
- [22] Garcia-Perez, F.J., Lario, Y, Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J.A., Sendra, E., *Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage.* Color Research& Application 30(6): (2005) 457-463.
- [23] Fernandez-Garcia, E. And McGregor, J.U., *Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber.* Z. Lebensm. Unters. Forsch. A. 204 (1997) 433-437.
- [24] Garcia-Perez, F.J., Sendra, E, Lario, Y, Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., *Effect of orange fiber addition on yoghurt.* **Mitchwissenschaft**, 61(1): (2006) 55-59
- [25] Altuğ, T., *Gıda Katkı Maddeleri* Meta Basımevi (1996) 100-102
- [26] Jalili, T., Wildman, R.E.C., Medeiros, D.M., *Dietary fiber and coronary heart disease in nutraceuticals and functional foodds.* Ed.R.E.C. Wildman, CRCPress, ABD. (2001)
- [27] Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., & Roberfroid, M., *Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence.* **Crit. Rev. Food Sci.**, 41, (2001) 353–362.
- [28] Roberfroid, M., *Caloric value of inulin and oligofructose.* **J. Nutr.**, 129 (1999) 1436S–1437S.

- [29] Katy, R.N., *Inulin and oligofructose: What are they?* **J. Nutr.**, 129 (1999) 1402-1405.
- [30] Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. *Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange.* **Am. J. Clin. Nutr.** 34 (1981) 362-366.
- [31] FAO., *Carbohydrates Human Nutrition.* FAO Food and Nutrition Papers-66. Food and Agriculture Organization, Rome. (1998)
- [32] Foster-Powell K, Miller J: *International tables of glycemic index.* **Am. J. Clin. Nutr.** 62 (1995) S871–S90,
- [33] Wolever, T. M. S., The Glycemic Index: Flogging a dead horse? *Diabetes Care.* 20: (1997) 452-456
- [34] Seçkin, K. and Balkır, P., *İnulin ve oligofruktozun fonksiyonel gıda olarak önemi ve sağlık üzerine etkileri.* SEYES 2003 Süt Endüstrisinde, Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Sayfa 239-244 İzmir. (Mayıs 2003)
- [35] Nelson, A.L., *High-Fiber Ingredients.* Eagen Pres, ST. Paul, Minnesota, ABD, (2001) 97s
- [36] Dickinson, S., *Illustration of the changes in blood glucose over time following a high and low GI carbohydrate.* Designed and made Public Domain by Scott Dickinson (user: Studio34), Sydney, Australia. (2006)
- [37] Prosky, L., *What is dietary fiber?* **J. AOAC Int.** 83(4) (2000) 112-129.
- [38] Nilüfer, D. and Boyacıoğlu, D., *Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingrediye olarak kullanımı.* Süt endüstrisinde yeni eğilimler sempozyumu, İzmir. (2003)
- [39] Anonymous, Important basic food. www.healthyeatingclub.com/info/books-phds/books/foodfacts/html (2006)
- [40] Dönmez S., *Diyet lifinin önemi.* www.sdonmez.com/sf-index-of-Diyet-lifinin-onemi-cp-2-63htm (2006)
- [41] Schweizer, T. F. and Wursch, P., *Analysis of dietary fiber.* **J. Sci. Food Agric.**, 30 (1979) 613-615.
- [42] Gibson G R, Roberfroid M B. Dietary modulation of the human colonic microbiota. *Introducing the concept of prebiotics,* **J. Nutr.**, 125 (1995) 1401-1412.

- [43] Bostan K., Uğur M, and Ömer Ç., *Bitkisel yağ ve lif kullanılarak kanatlı salamı üretimi*. EUROCAFT 2001-European conference on advanced technology for sale and high quality foods, (5-7 aralık 2001), Berlin, Germany.
- [44] Yapar, B., “*Diyet Gıda Ürünleri*”Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-28.pdf> (2004)
- [45] Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M. and Bourgeois, C.M., *Dietary fibres: nutritional and technological interest*. **Trends Food Sci. Tech.**, 8; (1997) 41-48.
- [46] Jakubczyk E and Kosikowska M. *New generation of fermented dairy products with prebiotics and probiotics, synbiotic products*. **Przegląd Mleczarski** 12 (2000) 397–400 (in Polish).
- [47] Demirci M., *Gıda Kimyası*. Kelebek matbaacılık, 1, İstanbul. (2006).
- [48] Ası, T., *Tablolarla Biyokimya*, Nobel Tıp Kitabevleri, Cilt:1- 268 s. 1996. İstanbul
- [49] Boylston, T. R., Vinderola, C.G., Ghoddusi, H.B., Reinheimer, J. A. *Incorporation of Bifidobacteria Into Cheeses: Challenges and Rewards*. **Int. Dairy. J.**, 14 (5): (2004) 375-387.
- [50] Lucca, P.A. and Teper, B.J., *Fat replacers and the functionality of fat foods*. **Trends Food Sci. Technol.**, 5 : (1994) 12-19.
- [51] Ohta, A., Ohtsuk, M., Hosono, A., Adachi, T., Hara, H. and Sakata, T., *Dietary fructooligosaccharides prevent osteopenia after gastrectomy in rats*. **J. Nutr.**, 128: (1998) 106-110.
- [52] Hayaloğlu, A.A. *Starter Olarak Kullanılan Bazı Lactococcus Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri*. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (2003) 170 s.
- [53] Atasever, M., *Yoğurt üretiminde bazı stabilizörlerin kullanımı*. Y.Y.Ü. **Veterinerlik Fakültesi Dergisi** 15(1-2): (2004).1-4
- [54] Pagliarini, E. and Beatrice, N., *Sensory and rheological properties of low-fat filled ‘pasta filata’ cheese*. **J. Dairy Res.**, 61, (1994) 299–304
- [55] Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O’Sullivan M., O’Riordan E.D., *Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin*. **J. Food Eng.**, 75(3): (2006) 388-395.

- [56] Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M., Bevilacqua, A., *Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt*. **Int. Dairy J.**, 14:3 (2004) 263-268.
- [57] Spiegel, J. E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V. H. And Schmitt, D. F., Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. **Food Technol-Chicago**, 48 (1994) 61–65.
- [58] Robinson, R. K., *The potential of inulin—a functional ingredient*. **Brit. Food J.**, 97 (1995) 30–32.
- [59] Güven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A.,. *The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture*. **Int. J. Dairy Technol.**, 8, (2005) 180–184.
- [60] Kip, A. P., Wolf, J. E., Meyer, P. D., and Weenen, H.. *Toepassing van inuline in gefermenteerde zuivelproducten*. Nederlands Octrooi NL 1024785. (2005)
- [61] Sanders, M.E., *Consideration for use of probiotic bacteria to modulate human health*. **J. Nutr.**, 130: (2000) 384S–90S.
- [62] Aryana, K.J., McGrew, P., *Quality attributes of yogurt with Lactobacillus casei and various prebiotics*. **LWT-Food Sci. Technol.**, 40, (2007) 1808–1814.
- [63] Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Butikofer, U. And Eberhard, P. *Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition*. **Int. Dairy J.**, 19, (2008) 107-115.
- [64] Köksel, H. and Özboy, Ö., *Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü*. Gıda 18(5): (1993) 309-314 .
- [65] Kritcheusky, D. and Banfield, C.,. *Dietary fibre Health and Disease*, Eagan Press, St. Paul Minnesota, USA, (1995) 486s.
- [66] Saldamlı, İ., *Eritme Peyniri ve Çeşitleri*. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Yayın No:7, Ankara (1987)
- [67] Meyer, A., *Processed Cheese Manufacture*. Food Trade Press. London. (1973)
- [68] Üçüncü, M., *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi* (Cilt: I). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. (2004)
- [69] Kiermeiler, F. and E. Lechner., *Milch und Milcherzeugnisse*. Verlag Paul-Oarey, Berlin-Hamburg. (1973)

- [70] Yöney, Z., *Memleketimizde İşlenen Bazı Avrupa Tipi Peynirlerin Genel Özellikleri Üzerinde Araştırmalar*. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, Sayı: 12, (1962) 181-193.
- [71] Hayter, T. C., Olson, N. F. and Price, W. V.. Low-Fat Pasteurized Process Cheese Product Made from Dariworld Cheese. **J. Dairy. Sci.**, 52 (6), (1969) 900.
- [72] Özer, İ., *Yerli Eritme Peynirlerinin Kimyasal Bileşimi ve Bakteriyolojik Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar*. Ankara Üniv. **Veteriner Fakültesi Dergisi**, (1970) 327-351.
- [73] Dolun, Y., *Kaşar, Beyaz, Tulum ve Lor Peynirlerinden Çeşitli Karışım ve Oranlarda Yapılan Eritme Peynirleri Üzerinde Araştırmalar*. Doktora Tezi, Ankara. (1974)
- [74] Kurt, A., *Süt Teknolojisi*. Atatürk Üniv. Yay. No: 573, Zir. Fak. Yay. No: 257, Ders Kitapları Serisi No: 40, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum. (1981)
- [75] Harvey, C.D., Morris, H.A., and R. Jenness,. *Relation Between Melting and Textural Properties of Process Cheddar Cheese*. **J. Dairy. Sci.**, Vol.65, (1982) 2291-2295.
- [76] Mashaly, R.İ., *Effect of Blend Composition and Emulsifier Type on the Compositional. Textural and Organoleptic Properties of Processed Cheese*. **Alexandria J. Agr. Res.**, 32(2), (1987) 191-201.
- [77] Rozenhal, Z., Bezdeka, Z., Brezina, P., Bartosek, V. and V. Bohac,. *Effect of The Age of Natural Cheese on Processed Cheese Quality*. **Prumysl Potravin**, 38(10) (1987) 533-535.
- [78] Zakharova, N.P., Konovalova, T.M., Brents, M.Y., Belakovski, M.S., Umanski, M.S. and V.B. Spirichev,. *Regulation of The Mineral Content of Processed Cheese in the Nutrition of Schoolchildren*. **Voprosy Pitaniya**, No: 3 (1989)71-73.
- [79] Hong, Y.H. *Physicochemical and Textural Characteristics of Process Cheese Manufacture With Different Kinds and Quantities of Ingredients*. **Korean J. An. Sci.**, 32(7):(1990) 406-417.
- [80] İnal, T.,. *Süt ve Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi*. Final Ofset A.Ş., İstanbul. (1990)

- [81] Şimşek, O. and Kavas, M., *Eritme Peyniri Yapım Tekniği. II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu*, Her Yönüyle Peynir. T. Ü. Tekirdağ Zir. Fak. Yayın No: 125, Tekirdağ. (1991)
- [82] Tamine, A.Y. and M.F. Younis., *Production of Processed Cheese Using Cheddar Cheese and Cheese Base*. 1. Aspects of Processing. **Milchwissenschaft** 46(7) (1991) 423-427.
- [83] Park, J.N., Lee, K.I. and Yu, J.H., *The Effect of Emulsifying Salts on the Flavour of Block Process Cheese Made With UF Cheese Base*. **Korean J. Dairy. Sci.**, 14:3 (1992) 234-249.
- [84] Turhan, S., *Yağsız Sütten İşlenmiş Taze Peynirler ile Kaşar Peyniri Karışımından Eritme Peyniri Üretimi ve Üretilen Peynirlerin Bazı Kalite Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (1993) 85s.
- [85] El-Nour, A.A., Scheurer, G.J., Omar, M.M., Buchheim, W., Abou-El-Nour, A., *Physicochemical and Rheological Properties of Block Type Processed Cheese Analogue Made From Rennet Casein and Total Milk Protein*. **Milchwissenschaft**, 51:12 (1996) 684-687.
- [86] Rice, B. O., Alvarez, V. B., Antunes A. J. and Harper, W. J., *Effect of Emulsifying Salts on the Textural Properties of Low-Fat Processed Cheese*. **J. Dairy. Sci.**, 79, Supplement 1, (1996) 115.
- [87] Raval, D.M. and Mistry, V.V., *Application of Ultrafiltered Sweet Buttermilk in the Manufacture of Reduced Fat Process Cheese*. **J. Dairy Sci.** 82 (1999) 2334-2343.
- [88] Turhan, S. and Dervişoğlu, M., *Taze Yağsız Peynirin (Lor Peyniri) Eritme Peyniri Üretiminde Kullanımı*. **O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 15(1) (2000) 26-32.
- [89] Türkoğlu, H., Ceylan, Z. G. and Çağlar, A., *Farklı Oranlarda Bitkisel Yağ Katkılı Eritme Peynirlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri*. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, Tekirdağ. (2000) 320-327
- [90] Abou-El-Nour, A.M., Buchheim, W., Abd-El-Salam, M.H., *The Use of Novel Milk Protein Preparations in the Manufacture of Processed Cheese Analogues*. **Egyptian J. Dairy. Sci.**, 29(2) (2001) 313-323.

- [91] Awad, R.A., Abdel-Hamid, L.B., El-Shabrawy, S.A., Singh, R.K., *Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures*. **Lebensm. Wiss. U. Technol.**, 35, (2002) 54-61.
- [92] Abou-El-Nour, A.M., Buchheim, W., *Using rennet casein and buttermilk curd in the manufacture of processed cheese analogue*. **Egyptian J. Dairy. Sci.**, 30 (2): (2002) 315-324.
- [93] Öztekin, Ş.F., *Farklı Oranlarda Yağ İçeren Beyaz Peynirlerden Elde Edilen Eritme Peynirlerinin Genel Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2003 46s.
- [94] AOAC. *Official methods of analysis* (15. Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. (1990)
- [95] IDF, *Cheese and processed cheese-determination of the total solid content*. IDF Standard 4A. Brussels, Belgium: Int. Dairy Federation. (1982).
- [96] Ardo, Y., and Polychroniadou, A. *Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese*. Luxembourg: (1999). COST 95.
- [97] Bradley, R.L., Arnold, E., Barbano, D.M., Semerad, R.G., Smith, D.E., and Vines, B.K., *Chemical and physical methods*. In R.T. Marshall (Ed.) *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (16th ed) Washington, DC: American Public Health Association. (1993). 433-531
- [98] IDF, *Milk. Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content*. IDF Standard 20B. Brussels, Belgium: International Dairy Federation. (1993).
- [99] Kuchroo, C.N. and Fox, P.F., *Soluble Nitrogen in Cheddar Cheese: Comparison of Extraction Procedures*. **Milchwissenschaft**, 37 (1982) 331-335.
- [100] Kahyaoğlu, T., Kaya, S. and KAYA, A.,. *Effects of Fat Reduction and Curd Dipping Temperature on Viscoelasticity, Texture and Appearance of Gaziantep Cheese*. **Food Sci. Tech. Int.**, 11(3): (2005) 191-198
- [101] Koca, N., and Metin, M.,. *Textural, melting and sensory properties of low fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers*. **Int. Dairy J.**, 14, (2004) 365-373.
- [102] Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., *The Sensory Evalution of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold. New York, (1988) 227-299.

- [103] Al-Dahhan, A.H., Mowafak, M.A., Kamil, D., Sebo, N.H. and P. Mustafa, *Chemical Composition and Organoleptic Quality of Processed Cheese Made in Iraq. Iraqi J. Agr. Sci.*, “Zanco”, 2 (4) (1985) 67-77
- [104] Mahfouz, M.B., El-Dien, H.F., El-Shibiny, S., Haggag, H.F. and M.N. Magdoub, *Chemical and Microbiological Quality of Market Processed Cheese. Egyptian J. Dairy. Sci.*, 14(1) (1986) 33-41.
- [105] Holsinger, V. H., Smith, P. W. and Tunick M. H., *Cheese Chemistry and Rheology*, Eastern Regional Research Center, Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture, Philadelphia, PA 19118, (1995) 6s.
- [106] Koca, N., *Bazı Yağ İkame Maddelerinin Yağı Azaltılmış Taze Kaşar Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri*. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2002) 251 s.
- [107] Günel, N., *Peynir suyu Tozunun Peynir ve Yogurt Üretiminde Kuru madde Artırıcı Olarak kullanılması ve Teknolojik Özelliklere Olan Etkisi*, Yüksek Lisans tezi, H. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2003) 119s.
- [108] Kaytanlı, M., *Beyaz Peynir Üretiminde Alternatif Süt Pıhtılaştırıcı Enzimler ile Rennet Kombinasyonları Kullanımının Kalite Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, H. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1995) 109s.
- [109] Çürük M., *Kaşar Benzeri Peynirlerin Bazı Özellikleri Üzerine Eritme Tuzu Kullanımının ve Olgunlaşma Süresinin Etkileri*. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (2006) 110 s.
- [110] Rudan, M.A., Barbano, D.M., Yun, J.J. and Kindstedt, P.S., *Effect of fat reduction on composition, proteolysis, functionality and yield of Mozzarella cheese. J. Dairy. Sci.*, 82: (1999) 661-662.
- [111] Stevens, A. and Shah, N.P., Textural and melting properties of Mozzarella cheese made with replacers. *Michwissenschaft*, 57(7): (2002) 387-390.
- [112] Zalazar, C.A., Zalazar, C.S., Bernal, S., Bertola, N., Bevilacqua, A. and Zaritzky, N., Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. *Int. Dairy J.*, 12: (2002) 45-50.
- [113] Tabilo-Munizaga, G. and Barbosa-Cánovas, G.V., *Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. Food Res. Int.*, 37, (8) (2004) 767-775.

- [114] Bourne, M., *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Pres, Inc. London. (1982) 199-245.
- [115] Kahyaoğlu. T., *Az Yağlı Gaziantep Peynirlerinin Reolojik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep (2002) 92s.
- [116] Ün, H., http://hun.pamukkale.edu.tr/ders_notlari/malzeme_bilgisi/Malzeme_ders_6_Reoloji.pdf. (2007)
- [117] Dinger, D.R., “*Rheology for Ceramist*”. Dinger Ceramic Consulting Services. (2002)
- [118] Ertekin, B., *Yağ İkame Maddeleri Kullanımının Kefir Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, (2008) 102s.
- [119] Bartos, P., 1992. *Fresh Concrete Properties and Tests*. Elsevier Science Publisher, 291s., Amsterdam.
- [120] Yetim, H., *Enstrümental Gıda Analizleri*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 224. Erzurum (2001)219s.
- [121] El-Neshawy, A. A., Abdel Baky, A. A., Rabie, A. M. and Ashour, M. M. *An Attempt to Produce Low Fat Cephalotry (Ras) Cheese of Acceptable Quality*. Food Chem., 22 (1986). 123-137.

7. ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Malatya’da doğdum. 1991 Malatya Sakarya İlkokulu, 1994 Malatya Sümer Ortaokulu, 1998 Malatya Ziraat Meslek Lisesi ve 2001 Malatya İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü mezunuyum. 2000 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana İli Feka Tarım İlçe Müdürlüğünde Ziraat Teknisyeni olarak göreve başladım. 2003-2004 yıllarında Kıbrıs Türk Barış Kuvvetleri Topçu Alayında Yedek Subay olarak vatani hizmetimi tamamladım. 2004-2006 yıllarına Elazığ İli Arıcak İlçe Müdürlüğünde Mühendis, 2006-2008 yılları arasında Malatya İli Doğanyol İlçe Müdürlüğünde Mühendis olarak çalıştım. 2008 yılından bu yana Malatya İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü emrinde Bakanlık Çiftçi Kayıt Sistemi il sistem yöneticisi olarak çalışmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım.

Osman Seracettin BORAN