



**YAĞI AZALTIMIŞ LABNE
PEYNİRİNİN TEKSTÜREL
ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Pınar AYDINOL SÖNMEZ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAĞI AZALTIMIŞ LABNE PEYNİRİNİN
TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Pınar AYDINOL SÖNMEZ

Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2019

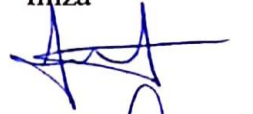
TEZ ONAYI

Pınar AYDINOL SÖNMEZ tarafından hazırlanan “Yağı Azaltılmış Labne Peynirinin Tekstürel Özelliklerinin Geliştirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

- Başkan:** Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye:** Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Üye:** Prof. Dr. Figen ÇETİNKAYA
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni Anabilim Dalı
- Üye:** Doç. Dr. Nayil DİNKÇİ
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı
- Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Ufuk EREN VAPUR
Nişantaşı Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak
Sanatları Anabilim Dalı

İmza



İmza



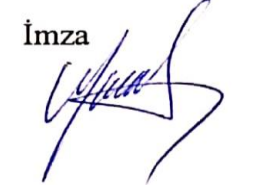
İmza



İmza



İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

..../..../....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

05/07/2019

Pınar AYDINOL SÖNMEZ



ÖZET

Doktora Tezi

YAĞI AZALTIKMIŞ LABNE PEYNİRİNİN TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Pınar AYDINOL SÖNMEZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada, yağ azaltılmış Labne peyniri üretiminde yağ ikame maddelerinin kullanım oranları ve peynir tekstürü üzerine etkisi araştırılmıştır. Labne peynirleri 3 farklı yağ oranına (%18, %12, %6) sahip olacak şekilde üretilmiştir. Bu amaçla hayvansal (süt protein konsantratu, peyniraltı suyu protein konsantratu) ve bitkisel (buğday gluteni, bezelye protein izolatu, soya protein izolatu) protein katkıları ile diyet lifleri (inülin, β -glukan) kullanılmıştır. Üretilen peynirler +4°C'de depolanmış ve depolamanın 1., 60. ve 120. günlerinde alınan örneklerde fiziko-kimyasal (pH, titrasyon asitliği, kurumadde, kül, tuz, protein, yağ), renk (L*,a*, b*), amino asit, organik asit, tekstürel (sıklık, kesilebilirlik, yapışkanlık, dış yapışkanlık), mikroyapı ve duyusal (görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, tat, aroma, toplam kabul edilebilirlik) özellikleri araştırılmıştır. Labne peyniri örneklerinde %12 yağlı peyniraltı suyu protein konsantratu içeren örneklerin tekstürel özelliklerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu belirlenirken, tüm örneklerde bu özellikler depolama sonunda azalma göstermiştir. Diyet lifi katkılı Labne peynirlerinde ise, sıklık ve kesilebilirlik değerlerinde depolama boyunca azalma, yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinde ise artış tespit edilmiştir. İnülin ilavesinin, (%12 yağlı içeren örnek) peynirin tekstürel özelliklerini geliştirdiği ve daha sıkı bir mikroyapı oluşturduğu belirlenmiştir. %12 yağlı süt protein konsantratu katkılı peynirler yüksek oranda amino asit içerirken, en fazla prolin, lösin, metiyonin, lizin ve treonin bulunmuştur. Çözünür liflerin fermantasyonu ile oluşan malik ve sitrik asitler diyet lifli peynirlerde belirgin organik asitlerdir. Duyusal açıdan, protein katkılı Labne peynirlerinde en fazla beğenilen peyniraltı suyu protein konsantratu (%12 yağlı) içeren, diyet lifi katkılı örneklerde ise inülin (%12 yağlı) katkılı örnek olmuştur. Labne peynirleri toplam kabul edilebilirlik açısından, diyet lifi katkılı örnekler protein katkılı örneklerle, %12 yağ içerenler %6 yağlı peynirlere göre daha iyi tekstürel ve duyusal özellikler göstermiştir. Sonuç olarak, yağ ikame maddelerinin kullanımının tam yağlı peynirlere benzer şekilde yağ azaltılmış Labne peynirlerinin teknolojik özelliklerini iyileştirdiği ve bu şekilde üretilen peynirlerin fonksiyonel beslenme açısından iyi bir alternatif olabileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Labne peyniri, Yağ ikame maddeleri, protein, diyet lifi
2019, ix + 150 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

IMPROVEMENT OF TEXTURAL PROPERTIES OF REDUCED-FAT LABNEH CHEESE

Pınar AYDINOL SÖNMEZ

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tülay OZCAN

In this study, the possibilities of using fat substitutes and their effects on texture within the production of reduced fat Labneh cheese were investigated. Labneh cheeses were produced with three different fat ratios (18%, 12%, and 6%). For this purpose; milk and whey protein concentrates as animal protein additives; wheat gluten, pea protein isolate and soy protein isolate as vegetable protein additives, and dietary fibers (inulin, β -glucan) were used. Cheeses were stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, and the samples taken on the 1st, 60th and 120th days of storage were investigated for their physico-chemical (pH, titration acidity, dry matter, ash, salt, protein, fat, amino acid, organic acid), colour (L^* , a^* , b^*), textural (firmness, work of shear, stickiness, work of adhesion), microstructure and sensory (appearance, structure and texture, odor, color, taste, aroma, total acceptability) properties.

Textural properties of the samples containing 12% fat ratio including whey protein concentrate were higher than the other samples at the beginning of the storage period, and these values decreased on 120th day of the storage. Adding dietary fiber, on the other hand; resulted in a decrease in firmness, work of shear, and an increase in stickiness and work of adhesion during storage. It was determined that addition of inulin (12% fat) improved the textural properties of cheese and formed a tighter microstructure. It was also observed that, milk protein concentrate added cheeses with 12% fat had the highest percentage of amino acids; such as proline, leucine, methionine, lysine and threonine. Malic and citric acids, formed due to the fermentation of soluble fibers, were the prominent organic acids in dietary fiber added cheeses. From the sensorial quality attributes, among all samples, the most favoured cheeses were whey protein concentrated cheeses of protein-supplemented Labnehs (12% fat), and inulin (12% fat) supplemented samples of dietary fiber-added Labnehs. In terms of total acceptability of Labneh cheeses, dietary fiber added samples showed better textural and sensory properties than protein added ones, and those containing 12% fat showed better textural and sensory properties than the ones with 6% fat.

As a result, it can be concluded that the use of fat substitutes improved the technological properties of low-fat Labneh cheeses similar to full-fat cheeses, and can be as favourable as their alternatives in terms of functional nutrition.

Key words: Labneh cheese, Fat replacers, Protein, Dietary fibre.
2019, ix +150 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Tülay Özcan danışmanlığında tarafımda hazırlanmış, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne doktora tezi olarak sunulmuştur.

Öncelikle lisans eğitimimden itibaren, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, tez çalışmamda tecrübesini, desteğini ve bilgisini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Tülay ÖZCAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tezimin birçok alanında değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT ve Sayın Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ-ERSAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda üretimi gerçekleştirebilmem için fabrikasında çalışma olanağı sağlayan Sayın Mehmet YILDIRIM'a, bilgisi ve yardımlarıyla beni motive eden gıda mühendisi Sayın Emir TÜZÜNER'e ve tüm Mbh Gıda San. ve Tic.Ltd. Şti. çalışanlarına teşekkürü borç bilirim. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ÇOBİLTÜM-Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvar görevlisi Sayın Adem Yavuz VURAL'a, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi mikroskopi laboratuvarı çalışanı Sayın Bahadır KARADUMAN'a, TÜBİTAK BUTAL Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı görevlisi Sayın Güler ÇELİK'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, karşılıksız sevgilerini bir an olsun eksik etmeyen, bu aşamaya kadar gelebilmemdeki en büyük destekçilerimden sevgili annem Kadriye AYDINOL, sevgili babam İrfan AYDINOL'a ve son olarak tezi yazmamda hem maddi hem manevi desteği sağlayan değerli eşim Öğr. Gör. Hakan SÖNMEZ'e sonsuz teşekkür ederim.

Pınar AYDINOL SÖNMEZ
05/07/2019



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Yağ İkame Maddeleri	11
2.2. Süt Ürünlerinde Kullanılan Yağ İkame Maddeleri.....	19
2.2.1. Proteinler	19
2.2.2. Diyet lifleri	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
3.1. Materyal.....	45
3.2. Yöntem	46
3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve Labne peyniri üretimi	46
3.3. Labne Peynirlerine Uygulanan Analizler	48
3.3.1. Labne peyniri örneklerinde fiziko-kimyasal analizler.....	48
3.3.2. Labne peyniri örneklerinde amino asit tayini	51
3.3.3. Labne peyniri örneklerinde organik asit tayini	52
3.3.4. Labne peyniri örneklerinde tekstürel analizler	53
3.3.5. Labne peyniri örneklerinde mikroyapı analizleri	55
3.3.6. Labne peyniri örneklerinde duyu analizleri.....	55
3.3.7. İstatistiksel değerlendirme.....	56
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	57
4.1. Protein Katkıları ile Zenginleştirilen Yağ Azaltılmış Labne Peynirlerinin Özellikleri 57	
4.1.1. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin fiziko-kimyasal özellikleri	57
4.1.2. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirinin renk özellikleri	67
4.1.3. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin amino asit değerleri.....	72
4.1.4. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin tekstürel özellikleri	75
4.1.5. Protein katkıları ile zenginleştirilen yağ azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri.....	82
4.1.6. Protein katkıları ile zenginleştirilen yağ azaltılmış Labne peynirlerinin duyu analiz özellikleri.....	85
4.2. Diyet Lifi Katkıları ile Zenginleştirilen Yağ Azaltılmış Labne Peynirlerinin Özellikleri	92
4.2.1. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin fiziko-kimyasal özellikleri	92
4.2.2. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirinin renk özellikleri	97
4.2.3. Diyet lifi katkılı Labne peynirinin organik asit değerleri	102
4.2.4. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin tekstürel özellikleri.....	105
4.2.5. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri.....	110
4.2.6. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin duyu analiz özellikleri	113
5. SONUÇ.....	119
KAYNAKLAR.....	124
EKLER	147
ÖZGEÇMİŞ.....	149

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

dk	Dakika
g	Gram
g/L	Gram/Litre
L	Litre
ml	Mililitre
μ L	Mikrolitre
μ M	Mikrometre
%	Yüzde-Değer
Rpm	Rounds Per Minute (Dakikada Devir Hızı)
$^{\circ}$ C	Santigrat Derece
NaOH	Sodyum Hidroksit
AgNO ₃	Gümüş Nitrat
K ₂ SO ₄	Potasyum Sülfat
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
Cu ₂ SO ₄	Bakır Sülfat
H ₃ BO ₃	Borik Asit
Na ₂ SO ₄	Sodyum Sülfat

Kısaltmalar

Açıklama

ANOVA	Analysis of Varience (Varyans Analizi)
FDA	Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
LSD	Least Significant Difference (En Küçük Anlamlı Fark)
Ns	Not Significant (Önemli Değil)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Süt yağının mikroskopik görüntüsü ve fazları.....	6
Şekil 2.2. Yağ ikame maddelerinin sınıflandırılması.....	13
Şekil 2.3. Soya tohumunun anatomik yapısı.....	30
Şekil 2.4. Bezelyenin anatomik yapısı.....	32
Şekil 2.5. Buğday tanesinin anatomik yapısı.....	35
Şekil 2.6. İnülinin kimyasal yapısı.....	38
Şekil 2.7. Tahıl β -glukanının β -(1→3) ve β -(1→4) zincir yapısı.....	43
Şekil 3.1. Hunter sistemindeki L*, a* ve b* parametrelerinin renk skalası.....	51
Şekil 3.2. Tekstür parametrelerinin grafiksel açılımı.....	54
Şekil 4.1. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca L* (a), a* (b) ve b* (c) değerleri.....	71
Şekil 4.2. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca a) sıklık, b) kesilebilirlik, c) yapışkanlık, d) dış yapışkanlık değerleri.....	81
Şekil 4.3. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerine ait mikroyapı sonuçları....	84
Şekil 4.4. Protein katkılı Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyusal değerlerinde meydana gelen değişim a) örnekler arası, b) dönemler arası.....	90
Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca kontrol grubu ile diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinde a) L*, b) a* ve c) b* değerleri.....	101
Şekil 4.6. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca a) sıklık, b) kesilebilirlik, c) yapışkanlık, d) dış yapışkanlık değerleri.....	109
Şekil 4.7. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri.....	111
Şekil 4.8. Diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyusal değerlerinde meydana gelen değişim a) örnekler arası, b) dönemler arası.....	117
Şekil 4.9. Protein ve diyet lifi katkılı Labne peynirlerine ait toplam kabul edilebilirlik değerleri.....	118

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Süt ürünlerinde kullanılan yağ ikamelerinin fonksiyonel etkileri	12
Çizelge 2.2. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri ve kullanım alanları	19
Çizelge 2.3. Kazein ve serum proteinlerinin yapı ve özellikleri.....	20
Çizelge 2.4. Amino asitlerin kısaltmaları ve sembollerle gösterimi	23
Çizelge 2.5. Bezelye proteinlerinin ortalama bileşimi.....	32
Çizelge 2.6. Diyet liflerinin sınıflandırılması	37
Çizelge 2.7. Zincir uzunluğuna göre inülinin gıdalarda fonksiyonları	39
Çizelge 3.1. Protein katkılarının protein ve nem oranları	46
Çizelge 3.2. Diyet lifi katkılarına ait bileşim oranları	46
Çizelge 3.3. Deneme deseni.....	47
Çizelge 4.1. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri	59
Çizelge 4.2. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları	63
Çizelge 4.3. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca renk (L*, a*, b*) değerleri.....	69
Çizelge 4.4. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca L*, a*, b* değerlerine ait LSD testi sonuçları	70
Çizelge 4.5. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin amino asit değerlerine ait LSD testi sonuçları	74
Çizelge 4.6. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca tekstürel değerleri.....	77
Çizelge 4.7. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları	78
Çizelge 4.8. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal değerleri	87
Çizelge 4.9. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal değerlerine ait LSD testi sonuçları	89
Çizelge 4.10. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri	94
Çizelge 4.11. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları.....	95
Çizelge 4.12. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca renk (L*, a*, b*) değerleri.....	99
Çizelge 4.13. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca L*, a*, b* değerlerine ait LSD testi sonuçları	100
Çizelge 4.14. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peyniri örneklerinin organik asit değerlerine ait LSD testi sonuçları	104
Çizelge 4.15. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca tekstürel özellikleri.....	106
Çizelge 4.16. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları	108
Çizelge 4.17. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca duyuşal özellikleri	114
Çizelge 4.18. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal özelliklerine ait LSD testi sonuçları	115

1. GİRİŞ

Beslenme, büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi ile sağlığın korunması ve geliştirilmesi için besinlerin yeterli miktarlarda ve uygun zamanlarda kullanılması anlamını taşımaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenme ise; besin öğelerinin vücudun gereksinimi düzeyinde alınamamasıdır. Bu durum vücut direncini azaltmakta ve hastalıklara yakalanıp hastalıkların ağır seyretmesine neden olmaktadır (Quinn 2018).

Eski zamanlardan beri hastalıkların tedavi edilmesinde sağlık amaçlı olarak çok çeşitli gıdalar kullanılmaktadır. Günümüzde de tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle bireylerin beslenme alışkanlıklarını değiştirme eğilimi gözlenmekte ve tüketiciler, yaşam şartlarının zorlaşması, beslenme ile sağlık arasındaki bağlantının anlaşılması gibi sebeplerden, gıdaları besin içerikleri nedeni ile tüketmelerinin yanısıra gıdaların lezzetini kaybetmeden çeşitli yararlar sağlamayı da hedeflemektedirler. Bunun sonucu olarak üreticiler son yıllarda çeşitli yeni gıdaların üretimlerine yönelmişlerdir. Bunlar arasında enerjisi ve yağı azaltılmış gıdalar, modifiye edilmiş gıdalar ve fonksiyonel gıdalar sayılabilmektedir (Roberfroid 2000, ADA 2009).

Gıdaların bileşiminde bulunan protein, karbonhidrat ve yağlar besinsel etkilerinin dışında gıdanın yapısal özelliklerini de oluşturmaktadır. Özellikle yağların etkisi gıdanın duyuşal parametrelerinden kıvam, absorpsiyon ve adsorpsiyon, yapışkanlık ve ağızda yağlılık hissi gibi birçok faktörü içermektedir. Ürün içerisindeki yağ oranı azaltıldığında bu özelliklerin birçoğu ile birlikte tat/aroma kaybı, randıman düşüşü ve olgunlaşma süresinin uzaması gibi olumsuzluklar meydana gelmektedir. Ancak yüksek yağlı beslenmede başta obezite olmak üzere yüksek tansiyon, kalp krizi, felç, tip 2 diyabet, safra kesesi hastalıkları ve pekçok kanser türünün oluşumunun tetiklendiği de tespit edilmiştir (Wylie-Rosett 2002, Yazıcı ve Dervişoğlu 2006, Johnson ve ark. 2009).

Yağın, gıdanın üretim prosesi ve kalitesi üzerine etkileri gözardı edilmeden tüketicilerin talepleri göz önünde bulundurularak yağ içeriği düşürülmüş yeni ürünlerin üretim teknolojilerindeki gelişmeler son yıllardaki çalışmaların odak noktasını oluşturmuştur. Tüm bunların sonucu olarak, düşük kalorili gıdalara talep artmış ve bu ihtiyacın

karşılabilmesi amacıyla gıdalardaki yağın miktarının azaltılıp çeşitli yağ benzeri maddelerle ikamesi ile yeni ürünler geliştirmek için özellikle süt ürünlerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Zalazar ve ark. 2002, Zoulias ve ark. 2002, Nateghi ve ark. 2012, Karimi ve ark. 2015, Dai ve ark. 2018).

Kronik hastalıklar genellikle ileri yaşlarda görülen sağlık problemleridir. Bunlar içerisinde kalp ve damar hastalıkları da en çok rastlanan kronik hastalıklardandır. Beslenmeye tüketilen yüksek doymuş yağ oranının kanser, kolesterol ve obezite gibi hastalıklara da sebep olduğu bilinmektedir (Krauss ve ark. 2001, Wylie-Rosett 2002).

Yağı azaltılmış ya da az yağlı gıda terimi; “*Referans alınan yağ oranına kıyasla daha düşük yağ içeriğine sahip olan gıdaları*” ifade etmektedir (FDA 2013). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde; Orijinal gıda veya benzeri ürüne kıyasla enerji değeri en az %25 oranında azaltılmış gıdalar, ‘*enerjisi azaltılmış gıda*’ olarak adlandırılmaktadır. Gıdanın porsiyonunda 0,5 g' dan az yağ içermesi durumunda "**yağsız (fat-free)**" terimi, porsiyonunda 3 g ya da daha az yağ içermesi durumunda "**az yağlı (low-fat)**" terimi, içerdiği yağ miktarının %25 oranında azaltılması durumunda ise "**yağı azaltılmış (reduced-fat)**" terimi kullanılmaktadır (Childs ve Drake 2009).

İnsan yaşamının her evresinde gerekli olan süt, esansiyel besin bileşenleri olan makro ve mikro besin öğeleri için iyi bir kaynaktır. Süt ve süt ürünleri, özellikle kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere süt yağı, protein, mineraller ve vitaminlerin önemli kaynağıdır. Süt yağı, su emülsiyonu içerisinde mikroskobik globüller halinde sütte bulunmaktadır. Süt, trigliseritler (%97-98), fosfolipitler (%0,2-1,0), serbest steroller (%0,22-0,41: kolesterol, mumlar v.b), serbest yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K), 400'den fazla farklı yağ asidi ve yağ asit türevini içermektedir (Miller ve ark. 2003, Gebhardt ve Thomas 2002). Esansiyel yağ asitleri, yağda eriyen vitaminler ve enerji için kaynak oluşturan süt yağı, sütün görünüş, tat, lezzet özelliklerini ve dayanıklılığını etkilemektedir. Süt yağı %5 oranında doymuş yağ içermesine rağmen kronik hastalıklar için olumlu etkileri olan konjuge linoleik asit (KLA), sifingomiyelin, bütirik asit, miristik asit gibi özel bileşenler içeriği ile sağlık açısından önemlidir (Miller ve ark. 2003, Baysal 2007). Diyetel KLA'nın kalp damar hastalıkları riskini önemli derecede azalttığı ve bunu

plazma toplam kolesterol, trigliserid ve düşük dansiteli lipoproteinleri (LDL) düşürerek sağladığı bildirilmektedir (Benito ve ark. 2001). Ayrıca antioksidan özelliğe sahip olduğu ve vücutta yağ dokusunu azaltıp, protein, mineral ve su birikimini artırarak obeziteye karşıda etkisi bulunduğu da belirtilmiştir (Cherian ve ark. 2002, Lee ve ark. 2006).

Süt yağı; beslenme, yapı, tat-aroma oluşumu ve ekonomik yönüyle süt ve süt ürünlerinde büyük önem taşımaktadır. Süt yağı enerji vermekle beraber süt ürünlerinin tekstür, lezzet ve rengin oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle peynirin içerdiği yağ hem beslenme açısından hem de peynirin teknolojik ve duyuşsal karakteristikleri üzerinde de önemli etki göstermektedir (Chen ve ark. 2010).

Peynir; yağlı süt, krema kısmen ya da tamamen yağı alınmış süt, yayık altı ile bunların birkaçının veya tümünün karışımının, peynir mayası denilen uygun proteolitik enzimlerle ve/veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peyniraltı suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür (Paxson 2012).

Labne, çoğunlukla Akdeniz ülkelerinde tüketilen geleneksel fermente bir süt ürünüdür. Labne İrlanda'da 'skyr', Hindistan'da 'shrikhand' ve 'chakka', Danimarka'da 'ymer' adıyla da bilinmektedir (Ozer 2006, Ramos ve ark. 2009, Kabak ve Dobson 2011). Labne peyniri Türkiye'de üretilen fermente süt ürünleri arasında yer almaktadır. Sütün kurumadde ve yağ standardizasyonu yapıldıktan sonra *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ile fermentasyonu ile üretilmektedir. Hafif asidik bir lezzet ve kremi beyaz rengine sahip olmanın yanı sıra Labne yumuşak, pürüzsüz ve kültürlü kremaya benzer bir kıvam ile sürülebilir özellik taşımaktadır (Nsabimana ve ark. 2005, Al Otaibi ve El Demerdash 2008). Ortalama %23-28 kurumadde içermekte olan Labne yoğurttan daha uzun bir raf ömrüne sahip olması nedeniyle tüketimi oldukça yaygın bir süt ürünüdür. Labne peyniri genellikle inek sütünden yapılmakla birlikte; koyun ve keçi sütünden veya bu sütlerin karışımından da üretilebilmektedir. Labne geleneksel olarak yoğurt gibi üretilip serum fazı uzaklaştırılarak elde edilmektedir. Ancak düşük verimli olması nedeni ile bu yöntem fazla tercih edilmemektedir (Tamime ve Robinson 2007). Modern Labne işletmelerinde

ultrafiltrasyon, ters ozmoz, santrifüjleme gibi yöntemler kullanılarak üretim yapılmaktadır (Nsabimana ve ark. 2005).

Günümüzde Labne peynirinin popülaritesinin artmasıyla farklı süt türleri, konsantre etme ve üretim teknikleri kullanılarak üretimi yapılmaya başlanmıştır (Ozer ve ark. 1999, Ozer ve Robinson 1999, Malek ve ark. 2001, Abu-Jdayil ve ark. 2002).

Bu çalışmada; yağ oranı azaltılmış Labne peyniri üretiminde düşük yağlı üründe görülebilecek kusurların azaltılması ya da ortadan kaldırılması amacıyla hayvansal (süt protein konsantratu-MPC, peyniraltı suyu protein konsantratu –WPC) ve bitkisel (buğday gluteni, bezelye protein izolatu, soya protein izolatu) protein katkıları ile diyet liflerinin (inülin, β -glukan) yağ ikame maddesi olarak kullanılması ve yağlı kontrol grubu peynirlere en yakın özelliklere sahip peynirin belirlenmesi amacıyla fiziko-kimyasal, duyuusal ve tekstürel özellikleri ile mikroyapısal özelliklerin araştırılması planlanmıştır.

Genel olarak amaçlanan hedefler:

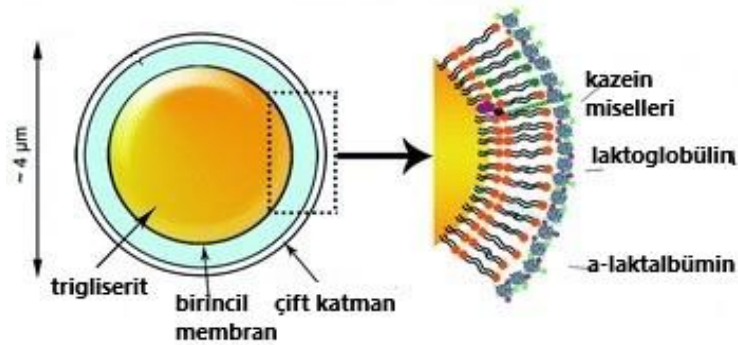
1. Kullanılan yağ ikame maddelerinin teknolojik ve fonksiyonel etkilerinden yararlanılarak (protein içerikli; süt protein konsantratu-MPC, peyniraltı suyu protein konsantratu-WPC, buğday gluteni, soya protein izolatu, bezelye protein izolatu ve lif içerikli; inülin, β -glukan) yağ oranı azaltılmış Labne peynirinin üretim teknolojisini geliştirmek,
2. Bitkisel ve hayvansal protein katkıları ile diyet liflerinin yağ ikame maddesi (fat mimetic) olarak kullanılmasıyla üretilen Labne peynirlerinin fiziko-kimyasal analizleri ile (pH, titrasyon asitliği, toplam kurumadde, kül, tuz, protein, yağ ve renk (L^* , a^* , b^*) değerleri) ürünün özellikleri ve bileşimini belirlemek,
3. Protein katkılı Labne peynirlerinde, protein içeriğine bağlı olarak şekillenen amino asit kompozisyonunu belirleyerek kısmen proteoliz ve besin içeriğini araştırmak,

4. Üretilen diyet lifi katkılı Labne peynirlerinde karbonhidrat içerikli substratların varlığı ile oluşan fermantasyon farklılığını organik asit kompozisyonu ile belirlemek,
5. Labne peyniri örneklerine ait tekstürel özelliklerin (sıklık, kesilebilirlik, yapışkanlık, dış yapışkanlık) belirlenmesi ile ürünlerin tekstürünü, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerini incelemek,
6. Yağ oranı azaltılarak üretilen Labne peynirlerinin mikroyapısını inceleyerek örneklerin protein ve ayrıca yağ matriksini tanımlamak ve ayrıca yapısal özelliklerini belirtmek,
7. Eğitimli bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyuşal değerlendirme ile Labne peyniri çeşitlerinin görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini ortaya koymak,
8. Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ile kontrol örnekleri ile yağ oranı azaltılarak yağ ikame maddesi ilave edilmiş Labne peynirleri arasında oluşan farklılıkları belirlemek ve kullanılan ikame maddelerinin yağı azaltılmış ürünlerde uygulanabilirliğini tartışmaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hızla artan dünya nüfusu göz önüne alındığında peynir insan beslenmesinde önemli yeri olan bir süt ürünüdür. Peynirde süt yağı; enerji kaynağı olmasının yanı sıra tekstür, fonksiyonel ve teknolojik özellikler ile lezzet ve aroma açısından önemli rol oynamaktadır (Parodi 2004, McClements 2015). Süt yağı, tam yağlı peynirde toplam kurumaddenin yaklaşık yarısını oluşturduğundan, peynir randımanını da artırmaktadır (Mistry 2001). Ayrıca; lipofilik lezzet bileşenlerinin taşıyıcısı ve çözücüsü olması ve ağızda yağlılık hissi sağlamasıyla doyumluk hissini de oluşturmaktadır (Metzger ve ark. 2001, Romeih ve ark. 2002).

Süt yağı, ağızda sürtünmeyi azaltarak pürüzsüzlük hissi oluşturmakla birlikte, süt yağı globül membranı da peynir dokusuna olumlu etkileri olan yüzey aktif ajanlarını içermektedir (Şekil 2.1). Yağın azaltılması sonucu, peynir matrisinde proteince baskın bir yapı oluşmakta, yağ globül sayısı az olduğundan peynirlerde elastiki, kuru ya da sert bir yapı gibi doku kusurları meydana gelmektedir (Broadbent ve ark. 2001, 2002).



Şekil 2.1. Süt yağının mikroskobik görüntüsü ve fazları

Peynirde yağ içeriğinin azaltılması, peynirin duyuşsal ve fiziksel özelliklerinde olumsuz etkiye neden olması, düşük peynir randımanı ve yavaş olgunlaşma gibi nedenlerden dolayı ekonomik kayıpları beraberinde getirmektedir. Yağ oranının azaltılması ayrıca, protein moleküllerinin peynir yapısında etkin rol oynamasına neden olmaktadır. Bununla birlikte; sertliğin artması, kauçuk benzeri doku, yavan tat, acılık vb. olumsuz lezzet ve

istenmeyen renk oluşumu gibi çeşitli kusurları da ortaya çıkarmaktadır (Fenelon ve ark. 2000, Lobato- Calleros ve ark. 2006).

Tekstür, peynirin tüketici beğenisini ve teknolojik özelliklerini belirleyen en önemli kalite özelliğidir. Peynir sütünün bileşimi son ürünün tekstürünü belirleyen başlıca faktörlerden biri iken yağ da iyi bir tekstür gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Foegeding ve ark. 2003). Özellikle sert ve yarı sert peynirlerin mikroyapısını yağ belirlemektedir. Yağ oranının azaltılması ise, peynirin yapısal özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Yağı azaltılmış peynirlerde protein matriksi içine daha az yağ globülü girmekte, dolayısıyla yağı azaltılmış peynirlerde protein daha baskın hale geçmekte ve peynir dokusunun oluşumunda daha fazla rol oynamaktadır. Peynirde yağ oranı ne kadar azaltılırsa, doku kusurları da o oranda artmaktadır. Bununla birlikte, düşük yağlı peynirler deformasyona karşı daha dirençli olmakta ve iç yapışkanlığı daha yüksek olmaktadır (Antonioni ve ark. 2000, Wendin ve ark. 2000, Mistry 2001, Gwartney ve ark. 2002, Gunasekaran ve Ak 2003, Wium ve ark. 2003, Poltorak ve ark. 2015).

Özellikle sert ve yarı sert peynirlerde aşırı sıkı ve kauçuk benzeri bir doku ve bazen de kalsiyum laktat kristalizasyonu görülmektedir. Kalsiyum laktat sütte kendiliğinden bulunan bir bileşen değildir. Peynirde işlenecek sütteki kalsiyum ve laktoz fermantasyonundaki laktik asit ya da laktat kalsiyum laktat kristalinin ana bileşenleridir. Kalsiyum sütte, çözünebilir ya da çözünemez kalsiyum şeklinde iki formda bulunmaktadır. Çözünabilir kalsiyum, laktatla birleşerek kalsiyum laktat oluşturabilmektedir. Kalsiyum laktat doyma sınırını aşınca, kalsiyum laktat mikro kristallerini meydana getirmekte ve mikro kristaller de daha sonra gözle görülebilir makro kristallere dönüşmektedir. Laktik asit suda çözünebilirken kalsiyum laktat çözünmemektedir (Kubantseva ve ark. 2004, Aydınol ve Özcan 2009).

Peynirdeki kalsiyum miktarı ile peynir tekstürü arasında da bir korelasyon bulunmaktadır (O'Mahony ve ark. 2005). Düşük kalsiyum içeriğine sahip peynirlerin daha iyi eriyebilirlik ve daha fazla yağ globülü içeren hidrate protein matriksine sahip olduğu belirtilmektedir (Joshi ve ark. 2004a).

Olgunlaşma sırasında peynir tekstüründeki değişim daha çok α_{s1} -kazein parçalanması ile ilgili olmaktadır. Çünkü α_{s1} -kazeinin, diğer kazein fraksiyonlarıyla oluşturduğu güçlü bir etkileşimle meydana gelen peynir matrisi, kazein bağları parçalandığında zayıflamakta ve daha yumuşak ve kolay deforme olabilen bir peynir dokusu oluşmaktadır (Rogers ve ark. 2009). Az yağlı peynirler üzerine yapılan çalışmalarda, yağ oranı azaldıkça α_{s1} -kazeinin daha yavaş, β -kazeinin ise daha hızlı parçalandığı, proteoliz ve lipoliz oranlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, peynirde düşük kalıntı kimozin aktivitesi/protein oranı ve starter kültür miktarına bağlanmaktadır (Fenelon ve ark. 2000, Mistry 2001).

Az yağlı peynirlerin yağ içeriğinin azalması, lipoliz oranının düşmesi, bununla birlikte protein yapısının ve proteoliz oranının değişimi ile bu peynirlerde lezzet kusurlarına sebep olmaktadır. Olgunlaşma boyunca peynir çeşidine bağlı olarak süt yağı az ya da çok değişikliğe uğramakta ve lipolitik enzimler nedeniyle hidrolize edilerek serbest yağ asitleri oluşmaktadır. Az yağlı ya da yağı azaltılmış peynirlerde bu parçalanma azaldığından tat özelliğinde dengesizlik, eksiklik ya da yavanlık görülebilmektedir (Mistry 2001, Kavas ve ark. 2004).

Yağı azaltılmış peynirlerde en sık rastlanan diğer lezzet kusuru ise özellikle su oranı yüksek olan peynirlerde acılıktır. Bu kusur genellikle kazeinin hidrolize olması ve hidrofobik peptitlerin birikmesinden kaynaklanmaktadır. Yağlar hidrofobik bileşikleri absorbe ederek acılığı elimine ederken yağı azaltılmış peynirlerde bu bileşenler absorbe edilememektedir (Çakmakçı ve Şengül 1995, Broadbent ve ark. 2002).

Çiğneme sırasında peynirde lezzet bileşenlerinin açığa çıkma hızındaki farklılık lezzetin algılanmasında belirleyici bir faktördür. Yağı azaltılmış peynirlerde bazı lezzet bileşenlerinin daha kısa sürede serbest kalması, daha az lezzet algısına neden olmaktadır. Peynirlerin olgunlaşması sırasında lipaz aktivitesi sonucunda kısa zincirli yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Peynirin yağ içeriği düştükçe bu yağ asitlerinin miktarları da azalmakta ve daha önce de belirtildiği gibi aroma eksikliği algılanmaktadır (Broadbent ve ark. 2001).

Tuz konsantrasyonu düşük olan peynirler acılık gelişimine daha eğilimlidir. Bunun nedeni, kimozi tarafından β -kazeinin hidrolizi sırasında acı peptitlerin üretimine karşı hassasiyetin, peynirdeki tuz konsantrasyonu tarafından etkilenmesidir. Acılık, az yağlı peynirlerde daha sık rastlanan bir problemdir. Yağ fazında bulunan hidrofobik peptidlerin dağılımının azalması sonucu bu durumun ortaya çıktığı belirtilmiştir (Mistry 2001).

Süt yağının ışığı yansıtma özelliği, peynirde şeffaf görünüm oluşumunu engellemekte ve mat bir yüzey görünüşü sağlamaktadır. Ayrıca yağ, peynirde kendine özgü bir renk oluşumuna da neden olmaktadır. Cheddar peynirinde, az sayıdaki yağ globülünün daha az ışığı yansıtması sonucu daha şeffaf yüzey görünümü olduğu, Mozzarella peynirinde yağın azaltılması ile ışık geçirgenliğinin arttığı ve yeşilimsi bir rengin meydana geldiği belirtilmiştir (Wadhvani 2011). Taze Kaşar peynirinde de yağın azaltılması ile daha şeffaf bir yüzey görünümü ve yeşilimsi renk oluşumu da saptanmıştır (Koca ve Metin 2004).

Fonksiyonel özellik açısından peynirde eriyebilirlik; yağın serbest hale geçmesi, uzama ve pişirme sırasındaki yayılma ile incelenmektedir. Bu özellikler, büyük oranda peynirin bileşimi ve proteoliz derecesinden etkilenmektedir (Mistry 2001, Ma ve ark. 2011, Sołowiej ve ark. 2014). Olgunlaşma süresince eriyebilirlik, başlangıçtaki parçalanmamış protein oranından daha çok α - ve β -kazeinin küçük molekülü peptitlere parçalanması ile ilişkilidir. Peynir matriksinde protein konsantrasyonu ve proteinler arasındaki mesafe azaldığından etkileşim artmakta ve peynirin eriyebilmesi için daha fazla enerjiye gereksinim bulunmaktadır (Dave 2012).

Peynirlerde eriyebilirlik önemli kalite kriterlerinden birisidir. Haşlama işlemi uygulanan peynirlerde yağ içeriğinin azaltılması, peynirin daha sert ve kauçuk benzeri doku ve daha zayıf erime ve uzama özelliği göstermesine neden olmaktadır (Koca ve Metin 2004, Madadlou ve ark. 2005).

Az yağlı peynirde optimum eriyebilirlik düzeyi, peynirde su oranının artırılması ile sağlanabilmektedir. Çünkü suyun artması ile peynirde protein konsantrasyonu azalmakta

ve dolayısıyla proteinler arasındaki interaksiyon zayıflamaktadır. Eriyebilirlik ile peynirin su ve yağ oranı arasında doğrusal bir ilişki olmasına karşın, kalsiyum fosfat oranı ile ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Kalsiyum oranındaki azalma, peynirin eriyebilirlik özelliğini iyileştirmektedir. Ayrıca, yağsız peynir kitlesindeki su oranı yüksek olan peynirler, daha iyi eriyebilirlik özellikleri göstermektedir. Az yağlı peynirlerde, yüksek kalsiyum içeriği ve düşük yağlı peynir kitlesindeki su oranı fonksiyonel özellikleri olumsuz etkilemektedir (Metzger ve ark. 2000).

Peynirde yağın azaltılması ile yağın yerini su almaktadır, ancak su oranında artış azalan yağ miktarına eşit olmamaktadır (Mistry 2001). Rudan ve ark. (1999) %5 yağlı Mozzarella peynirinin randımanını %25 yağlı peynire göre %30 daha düşük bulmuşlardır. Fenelon ve Guinee (1999) ise, %0,54, %1,5, %2 ve %3,3 yağ oranlarına sahip sütlerden Cheddar peyniri üretmişler ve %6,37, %7,49, %8,09 ve %9,50 randıman değerleri elde etmişlerdir.

Az yağlı taze Kaşar peyniri üretimi sırasında daha sert pıhtının oluştuğu, ısıtma esnasında sineresisin çok hızlı gerçekleştiği, teleme parçalarının çok çabuk sertleştiği, tam yağlı peynire uygulanan haşlama sıcaklıklarında telemin yoğrulabilme niteliği kazanamadığı, yeşilimsi şeffaf bir rengin oluştuğu, sertliğin arttığı, hatta yağsız peynirde kabul edilemez kauçuk benzeri bir dokunun oluştuğu, randımanın düştüğü, yavan lezzetin yanı sıra belirgin çiğneme güçlüğüne meydana geldiği herhangi bir analiz gerektirmeksizin bile kolaylıkla gözlenebilmiştir (Koca ve Metin 2004).

Az yağlı peynirin duyu ve fiziksel kalitesini iyileştirmek için, öncelikle o peynir çeşidi için yağ azaltmanın yol açacağı sorunların ortaya konulması ve bu sorunlar ile teknolojik aşamaların ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Peynirde yağın azaltılması ile oluşan kusurların önlenmesi ve kalitenin artırılması için, üretim sürecinde değişiklik yapılması ya da bazı teknolojik işlemlerin üretim sürecine dâhil edilmesi, uygun starter kültür seçimi, yardımcı kültürler ve enzimler, yağ ikame maddelerinin kullanımı önerilmektedir (Fenelon ve ark. 2000, Mistry 2001, Tungjaroenchai ve ark. 2001, Ognean ve ark. 2006, Dabour ve ark. 2006, Johnson ve ark. 2009, Aydinol ve Ozcan 2018a,b).

Yağı azaltılmış peynir üretim prosesleri ile ilgili çalışmalar eskilere dayanmaktadır. Yağı azaltılmış peynir kalitesini iyileştirmeye yönelik çalışmaların çoğu, peynirde su oranını artırmaya yöneliktir. Böylece peynirde yağ tarafından sağlanan ağızdaki yağlılık hissi ve istenen tekstürün bir kısmı sağlanabilmektedir (Mistry 2001, Banks 2004).

Üretim prosesinde değişiklikler yaparak ve yardımcı kültür kullanarak, kabul edilebilir kalitede %25-33 oranında yağı azaltılmış peynir üretmek mümkün olurken, yağ içeriğinin %50'den fazla oranda azaltılması durumunda istenen lezzet ve tekstürün sağlanabilmesi için bu yöntemlerle birlikte yağ ikame maddelerinin kullanılması gerekmektedir (Ryhänen ve ark. 2001, Göncü 2016).

2.1. Yağ İkame Maddeleri

Yağ ikame maddeleri; gıdanın kalori değerinin azaltılmasını sağlayan yağ yerine kullanılan katkı maddeleridir (Ognean ve ark. 2006). Yağ ikame maddeleri; gıdalarda yağ yerine kullanıldığında gıdadaki yağ kısmen veya tamamen azaltılmakta ve yağdan kaynaklanan enerjinin minimuma inmesi sağlanabilmektedir. Yağ ikameleri; yağın gıdaya kazandırdığı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikler açısından gıdaya olumlu fonksiyonel özellikler kazandıran ve genel olarak gıdalarda kullanımları güvenli kabul edilmiş katkı maddeleridir (Mistry 2001, Diamantino ve ark. 2014, Chavan ve ark. 2016, Ozcan ve ark. 2018).

Yağ ikame maddelerinin taşınması istenen özellikler şunlardır:

- Sağlık açısından güvenilir bileşikler olmalı,
- Az yağlı ürüne, tam yağlı ürüne benzer fonksiyonel ve duyuşal (tat, görünüş, yapı, tekstür) özellikleri kazandırmalı,
- Önemli derecede düşük kalorili (sıfır veya çok az kalori) olmalı,
- Temel besleyici unsurların türü, miktarı ve sindirilebilirliği açısından dengeli olmalıdır (Zalazar ve ark. 2002, Zoulias ve ark. 2002, Sampaio ve ark. 2004, Rahimi ve ark. 2007).

Yağ ikameleri (Fat Replacers); yağ kaynaklı olan '*yağ benzeri maddeler*' (fat substitutes), karbonhidrat ve protein kaynaklı olan '*yağ taklidi maddeler*' (fat mimetics), yağ benzeri

maddeler ile yağ taklidi maddelerin kombinasyonu halinde kullanılabilir (Mistry 2001, Anonim 2007, Lim ve ark. 2010).

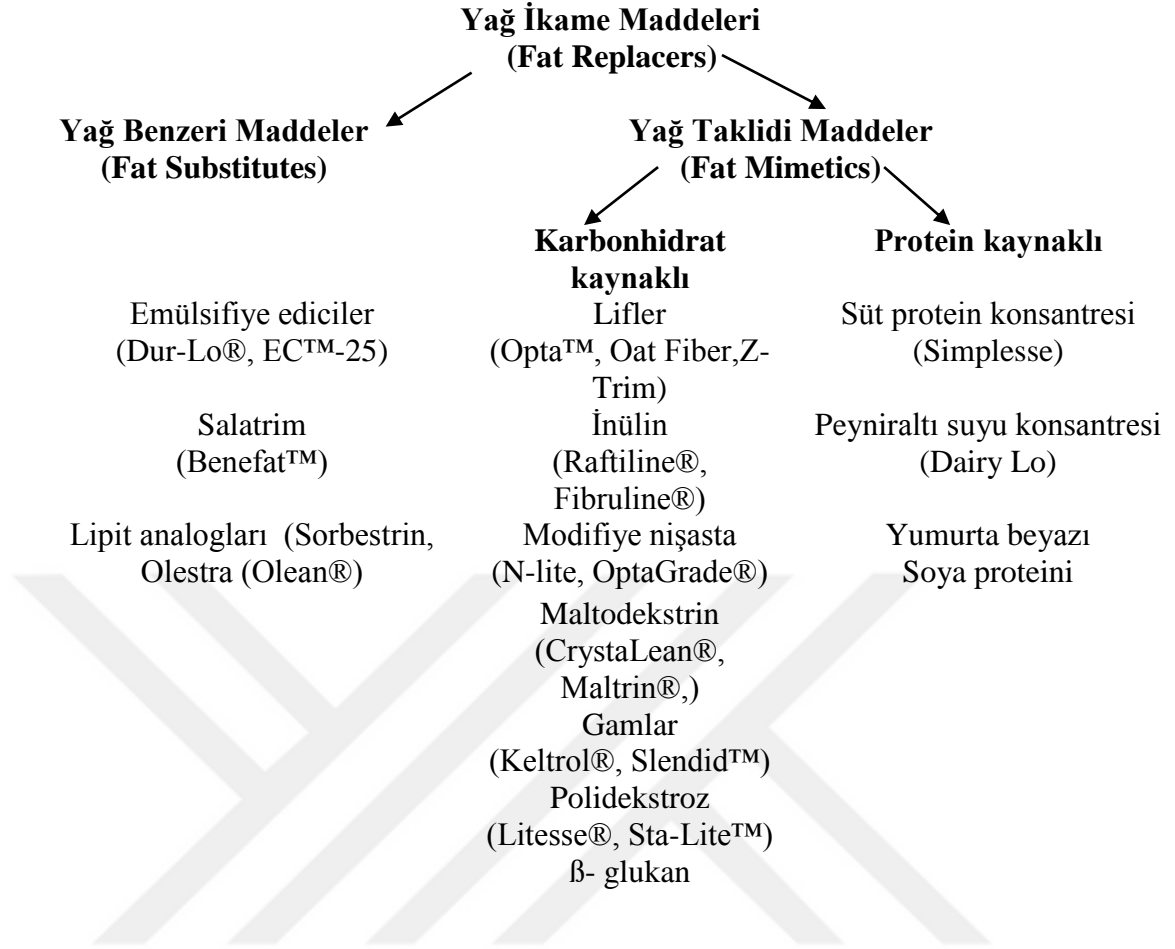
Yağ benzeri maddeler, katı ve sıvı yağların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerine sahiptirler. Bunlar, düşük kalori veren ya da hiç kalori vermeyen yapısal lipitler veya sentetik bileşikler olarak da tanımlanmaktadır. Bu maddeler; ya kimyasal olarak ya da enzimatik modifikasyonlarla katı ve sıvı yağlardan elde edilmekte, yağlarla aynı özellikleri göstermekte ve ürüne benzer ağız hissi ve fonksiyonel özellikler kazandırmaktadırlar (Akoh ve Min 2002, Ozcan ve ark. 2018).

Yağ taklidi maddeler; karbonhidrat kaynaklı ve protein kaynaklı olmak üzere iki gruba ayrılmakta ve peyirde kremamsı bir doku oluşturmaktadırlar. Kalori değerleri 0-4 kcal/g'dır. Yağ taklitleri protein, hidrokolloid ve mikro-kristalize selüloz içermektedirler. Bunların yapıları yağlardan tamamen farklı olduğundan yağ miktarının azaltılmasında büyük etkileri bulunmaktadır. Yağ taklidi maddelerin su tutma, tekstür iyileştirme, stabilize etme, ağızda lezzet hissini iyileştirme gibi başlıca işlevleri bulunmaktadır. Bunlar polar, suda çözünür bileşiklerdir ve suda çözünür lezzet bileşiklerini taşıyabilirler ancak yağda çözünenleri taşıyamazlar. Doğal ürünlerden elde edildikleri için kullanımları daha kolay olmaktadır (Sandrou ve Arvanitoyannis 2000, Akoh ve Min 2002, Ozcan ve ark. 2018). Ticari olarak en çok kullanılan yağ ikame maddeleri Şekil 2.2'de belirtilmiştir.

Süt ürünlerinde kullanılan yağ ikamelerinin fonksiyonel etkileri Çizelge 2.1'de sıralanmıştır (Wylie-Rosett 2002):

Çizelge 2.1. Süt ürünlerinde kullanılan yağ ikamelerinin fonksiyonel etkileri

Yağ İkame Kaynağı	Fonksiyonel Etki
Protein	Tekstür, ağızda lezzet hissi, su bağlama
Karbonhidrat	Viskozite, kıvam, jelleşme, stabilizasyon
Yağ	Aroma, ağızda lezzet hissi, tekstür, stabilizasyon



Şekil 2.2. Yağ ikame maddelerinin sınıflandırılması

Diyet lifi kaynaklı yağ ikame maddeleri, sahip oldukları bazı özelliklerden dolayı yağların sebep oldukları sağlık problemlerini önleyebilmektedirler (Ertekin 2008). Bunlar:

- Yağların parçalanmasını engelleyen maddeler olabilmeleri, böylece yağın vücuda kazandırdığı enerjiyi ortadan kaldırmaları,
- Enerji içeriklerinin çok düşük olması,
- Normal enerji içeriklerine karşın özellikle diyet lifi içerikli olanların sindirim sisteminde parçalanmaya uğramamaları ya da çok az uğratılmaları, dolayısıyla düşük düzeyde enerji katkıları olmasıdır.

Yağı azaltılmış peynir üretiminde kullanılacak bir yağ ikame maddesinin seçiminde, birçok önemli faktör rol oynamaktadır. Bunlar:

- Mikro-partikülasyon seviyesi,
- Mikro-partiküllerin boyutu,

- Yağ ikame maddesinin kazeinle etkileşimi,
- Kullanılan yağ ikame maddesinin miktarı,
- Peynir pıhtısında kazein matriksi ile serum arasında yağ ikame maddesinin dağılımı olarak gruplandırılabilir (Akoh ve Min 2002).

Süt ve süt ürünleri besin değeri açısından beslenmede yüksek değere sahip olduklarından yağ ve kalori alımının azaltılması konusundaki çalışmaların en fazla yapıldığı ürünlerdir. Az yağlı ya da yağı azaltılmış peynirlerde karşılaşılabilecek sorunların en az seviyeye düşürülmesi için genelde karbonhidrat ve protein kaynaklı yağ ikame maddeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu maddeler peynire yumuşaklık, yağlılık hissi ve parlaklık sağlarken aynı zamanda tekstürü iyileştirmekte, sertliği ve kırılabilirliği önlemekte ve randıman artışı sağlamaktadır (Romeih ve ark. 2002). Ayrıca fat mimetic olarak da tanımlanan bu ikameler gıdaya 0-4 kkal/g arasında düşük bir kalori de kazandırmaktadırlar. Nişasta türevleri, diyet lifleri ve gamlar süt ürünlerinde en çok kullanılan ikamelerdir (Aydinol ve Ozcan 2017, Ozcan ve ark. 2018).

Romeih ve ark. (2002)'nin yaptığı bir çalışmada, tam yağlı peynirlerin yağ ikame ilave edilmemiş az yağlı peynirlerden daha yumuşak olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni yağın protein matriksini parçalayarak yumuşak yapı oluşturmasıdır. Az yağlı kaşar peynirinde yapılan bir çalışmada da yağ oranı azaltılarak üretilen Kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin olumsuz etkilendiği gözlenmiştir (Koca ve Metin 2004).

Yapılan bir çalışmada, sütün yağ içeriği, kullanılan yağ ikame maddesi, depolama ve yağ ikame maddelerinin etkileşiminin peynir örneklerinin sıklığı üzerine etki ettiği ifade edilmiştir (Kırmacı 2006).

Yağı azaltılmış peynir üretimi ile ilgili çalışmalar uzun yıllardır yapılmasına karşın, kaliteyi iyileştirmek amacıyla yağ ikame maddelerinin (fat replacer) süt ürünlerinde kullanımı ve bu konuda yapılan araştırmalar giderek artmaktadır (Aydinol ve Ozcan 2018a). Zalazar ve ark. (2002), peyniraltı suyu proteini (Dairy Lo) kullanarak yumuşak peynir üretmişler ve nem oranları ile olgunlaşma derecelerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada Dairy Lo kullanılan yağı azaltılmış peynirlerin nem oranları ve olgunlaşma

dereceleri Dairy Lo içermeyen yağı azaltılmış peynirlere oranla daha yüksek bulunmuştur. Katkı içermeyen ve yağı azaltılmış peynirlerin duyuşal özellikleri ise kontrol grubu olan tam yağı peynirlere benzer bulunmuştur.

Küçüköner ve Hague (2003) yaptıkları bir çalışmada liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikameleri kullanarak düşük yağı Edam peyniri elde etmişlerdir. %28-30 oranında yağ içeren, liyofilize edilmiş yağ ikameleri bu çalışmada %0,5 oranında kullanılmıştır. Peynirler 6 ay süre ile 5°C'de olgunlaştırılıp farklı zamanlarda analize tabi tutulmuştur. Yağı azaltılmış Edam peynirinin başlangıçta protein oranı tam yağı Edam peynirine göre yüksek bulunmasına rağmen 6 aylık olgunlaşma sonunda bu oran düşmüştür. Bunun nedeninin olgunlaşma boyunca yağı azaltılmış Edam peynirinde proteolizin daha fazla gerçekleşmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu durum yağı azaltılmış Edam peynirinin daha yumuşak bir yapıya sahip olmasına sebep olmuştur.

Kavas ve ark. (2004) geleneksel yöntemle az yağı salamura peynir üretmişlerdir. Yağ oranı azaldıkça, kurumadde, kurumaddede yağ ve randımanın önemli derecede azaldığını, nem ve toplam azot değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Yağ ikame maddesi ilavesinin kurumadde, tuz, kurumaddede tuz, pH ve asitlik değerlerini etkilemediği, duyuşal özellikleri ise olumsuz etkilediği saptanmıştır.

Sezen ve ark. (2007) %1 ve %2 oranında (Dairy Lo) kullanarak yağı azaltılmış yoğurt üreterek fiziko-kimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikleri incelemişlerdir. Analizler sonucunda %2 oranında Dairy Lo kullanımının, konsistens ve viskoziteyi artırdığı, serum ayrılmasını azalttığını belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada Labne peynirine hidrokolloid (ksantan gam, arabik gam, karboksimetilselüloz, karragenan) ilavesinin peynirin su tutma kapasitesi, viskozite parametreleri, tekstürel ve duyuşal özellikleri iyileştirdiği tespit edilmiştir (Saleh ve ark. 2017).

İnülin ilave edilerek üretilen krem peynirlerin kimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, %10 oranında inülin ilave edilen krem peynirlerin kimyasal özelliklerinin

inülin içermeyen, yağlı krem peynirine yakın olduğu belirtilmiştir. Kimyasal özelliklerin yanısıra inülinin sineresisi önlediği de ifade edilmiştir (Fadaei ve ark. 2012).

Dave (2012), az yağlı eritme peynirinin reolojik ve dokusal özellikleri üzerinde inülinin bir yağ ikame edici olarak etkisini incelemiştir. %7 ve %8 inülin ilaveli yağ azaltılmış peynirlerin kontrol grubu (inülin içermeyen, %20 yağlı) veya düşük inülin (<%7) içeriğine sahip peynirlere göre eriyebilirliğinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Taş ve Seydim (2010), yaptıkları bir çalışmada probiyotik kültür, inülin ve Dairy Lo kullanarak ayran üretmişler ve fonksiyonel özellikleri ile kalite kriterlerini belirlemişlerdir. Dairy Lo'nun protein içeriğinin yüksek olmasının ayranların asetaldehit değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Gıdaların yapısal özellikleri genel olarak tekstür kelimesi ile ifade edilmektedir (Szczeniak 2002, Nishinari 2004). Tekstür, gıdanın dokusal, duyuşal ve mekaniksel özelliklerinin tümünü içermektedir. Tekstürel özelliklerin belirlenmesinde özel analiz teknikleri kullanılarak ölçümler yapılmaktadır. Enstrümental Doku Profili Analizi (TPA) cihazı birçok gıdada tekstürel özelliklerin belirlenmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Foegeding 2007). Üretim parametrelerinin standardizasyonu, ürün kalitesinin belirlenmesi ve mikroyapının daha iyi anlaşılabilmesi açısından gıdaların tekstürel açısından değerlendirilmesi oldukça önemlidir (Everett ve Auty 2008, Mortazavian ve ark. 2009, Delgado ve ark. 2017).

Yağ azaltılmış yoğurtlarda reolojik özelliklerin azalması ve sineresis sorunu ile karşılaşılırken, yağ azaltılmış peynirlerde temel sorun tekstürel ve lezzet ile ilgili özelliklerde görülmektedir. Tam yağlı peynirler, yağ ikame maddesi içermeyen düşük yağlı peynirlere göre daha yumuşak bir yapıya sahiptir. Bu durum, yağ globüllerinin protein matriksini kırarak daha yumuşak bir yapı oluşturması ile açıklanabilmektedir (Romeih ve ark. 2002).

Oaxaca peyniri üretiminde süt yağının azaltılıp yağ ikame maddesinin ilavesiyle (κ -ve λ karragenan) peynirin randımanının arttığını, erime özelliğinin ve kalitesinin iyileştiğini belirtmişlerdir (Totosaus ve Guemes-Vera 2008)

Peynirlerde tekstür üzerine belirleyici faktörlerden birisi mikroyapı analizleridir. Peynirde mikroyapı; peynirin lezzet, kalite, fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özellikleri (doku ve erime özellikleri) üzerine önemli etkide bulunmaktadır. Bu nedenle, peynir mikroyapısının incelenmesi kaliteli peynir üretimi açısından büyük önem taşımaktadır (Hort ve Le Grys 2001, Joshi ve ark. 2004a,b, Madadlou ve ark. 2005, El-Bakry ve Sheenan 2014).

Yağ globülleri ile kazein matriksinden oluşan peynir mikroyapısı yaygın olarak, ışık mikroskobu (LM), konfokal tarama lazer mikroskobu (CSLM), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve transmisyon elektron mikroskobu (TEM) gibi elektron mikroskopları kullanılarak incelenmektedir (Auty ve ark. 2001, Bowland ve Foegeding 2001, Kheader ve ark. 2002, El-Bakry ve ark. 2011a,b, Ong ve ark. 2013).

Işık mikroskobu (LM), peynir mikroyapısında kalitatif ve kantitatif verileri hızlı ve düşük maliyet ile elde etmek için kullanılmaktadır. Parlak alanlı, florasan ve polarize ışıklı olmak üzere 3 farklı ışık mikroskobu gıdalarda kullanılmaktadır (El-Bakry ve ark. 2011a,b, El-Bakry ve Sheenan 2014).

Konfokal lazer tarama mikroskobu (CLSM), birçok gıdanın özellikle peynir gibi süt ürünlerinin mikroyapısını incelemek için en yaygın kullanılan mikroskopi tekniklerinden biridir. Bu teknik lazer taraması peynir yapısına nüfuz ederek iç yapısını bozmadan peynir mikroyapısının 3 boyutlu görünümünü vermektedir (Auty ve ark. 2001, Romeih ve ark. 2012).

Taramalı elektron mikroskopisinde (SEM), elektrik ışınları üretilmekte ve bir elektron tabancası ile örneğe gönderilmektedir. Bu mikroskopide incelemenin vakum altında olması ve topografik bir görüntü oluşturulması için örneğin tamamen kuru olması

gerekmektedir. Görüntülemenin yüksek çözünürlükte olmasını sağlamak için iletken bir tabaka ile kaplanması gerekmektedir (Foegeding 2007).

Elektron mikroskopları (SEM, TEM), ışık mikroskobu ve konfokal tarama lazer mikroskobuna göre daha iyi çözünürlük ile sonuç verdiği için daha çok tercih edilmektedir (Bowland ve Foegeding 2001).

Pıhtısı kırılmış yoğurda diyet lifi olarak tatlı patates ilave edilen bir çalışmada, sineresis ve mikroyapı özellikleri, kontrol grubu olan diyet lifsiz pıhtısı kırılmış yoğurtla karşılaştırılmıştır. Diyet liflerinin mikroyapısal olarak ağı birleştiren daha yoğun kazein miselleri oluşturduğu belirtilmiştir (Ramirez-Santiago ve ark. 2010).

Yapılan bir çalışmada, inulin içeren yağlı azaltılmış peynirin mikroyapısının, gözle görülür ölçüde daha az yoğunlukta ve tam yağlı peynire benzer olduğu ifade edilmiştir. (Junyusen ve ark. 2017).

Kareish peynirinde yapılan bir çalışmada, peynirin mikroyapı özellikleri elektron mikroskobunda incelendiğinde mikrograflarda protein agregatları ve boşluklar tanımlanmıştır. Farklı maya ve starter kültür kullanılarak üretilen peynirlerde ise tekdüze ve farklı büyüklüklerde protein agregat ağları ve boşlukları olduğu belirtilmiştir (Hussein ve Shalaby 2014).

Akalin ve ark. (2012), peyniraltı suyu protein konsantratu (WPC) kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtların mikroyapısını incelemiş, β -laktoglobülinin denatüre olması ve kazein ile etkileşimine bağlı olarak yoğunluk ve sıklığının azaldığını belirtmişlerdir. WPC kullanımının, globüler protein globülleri ile kazeinler arasındaki çapraz bağların farklılaşmasına bağlı olarak mikroyapıyı değiştirdiği düşünülmüştür.

2.2. Süt Ürünlerinde Kullanılan Yağ İkame Maddeleri

2.2.1. Proteinler

Proteinler insanların büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan temel maddelerin başında gelmektedir. Birçok gıda proteini, gıdaların yapısını, stabilitesini, işlenme özelliklerini etkilemesi ya da düzeltmesi nedeniyle fonksiyonel özellik taşımaktadır (Murray 2002). Proteinlerin son ürüne etkileri üç şekilde olmaktadır:

1. Bileşenlerin fonksiyonları ile bağlantılı olarak protein çeşidi, bileşim, yapı, mineral miktarı önemlidir.
2. Formülasyon parametreleri ile protein konsantrasyonu, pH, minerallerin etkisi, diğer bileşenlerin (yağ, şeker) varlığı bağlantılıdır.
3. Üretim parametreleri ile örneğin ısıl işlem parametreleri, homojenizasyon vb., alternatif üretim teknikleri (yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektrik alan vb) protein etkileşimini değiştirmektedir.

Proteinler birçok gıdanın temel yapısı ve tekstürünü oluşturmada temel öge olarak fonksiyon göstermektedirler. Gıdaların yapısal özellikleri incelendiğinde her ürüne özgü ve birbirinden farklı sertlik, yumuşaklık, çiğnenebilirlik, plastik özellik vb. tekstürel nitelikler ortaya çıkmaktadır. Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerden hazırlanan çeşitli preparatlar, gıda endüstrisinde tekstürel özellikleri geliştirebilmek amacıyla kullanılmaktadır (Saldamlı 2007, Akin ve Ozcan 2017).

Proteinlerin fonksiyonel özellikleri ve kullanım alanları Çizelge 2.2.'de belirtilmiştir (Huppertz ve Patel 2012).

Çizelge 2.2. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri ve kullanım alanları

Protein çözünürlüğü	Protein katkılı içecekler, yoğurt, ayran
Jelleşme	Sütlü tatlılar, fermente ürünler
Emülsifikasyon	Dondurma, kahve kreması
Su bağlama	Yoğurt, fermente ürünler
Köpük oluşumu	Krema, marşmelov, kek

Fiziko-kimyasal özellikleri ve biyolojik etkilerine göre sınıflandırılabilen süt proteinlerinin; önemli bir kısmını kazein ve peyniraltı suyu proteinleri oluşturmaktadır. Sütün esas proteini olan kazein, asit ya da enzim ile koagüle olmakta ve sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %80'ini oluşturmaktadır. Çözelti içinde pıhtılaştırılmayan kısım olan serum proteinleri (peyniraltı suyu proteinleri) ise sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %20'sini oluşturmaktadır. Serum proteinleri kazeine oranla daha fazla esansiyel amino asit içermektedir. Bu nedenle serum proteinleri beslenme fizyolojisi açısından oldukça önemlidir (Bylund 2003, Fox ve Kelly 2004). Kazein ve serum proteinlerinin yapı ve özellikleri Çizelge 2.3.'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kazein ve serum proteinlerinin yapı ve özellikleri

Özellik	Kazein	Serum proteinleri
pH 4.6'da çözünürlük	Çözünemez	Çözünebilir
Proteoliz ile koagülasyon	Proteoliz ile koagüle olmakta	Proteoliz ya da enzimler ile koagüle olmamakta
Isı stabilitesi	Yüksek sıcaklıklarda stabil	90°C'de 10 dk'da çökme
Amino asit bileşimi	Kükürt açısından fakir, prolin açısından zengin	Prolin açısından fakir, kükürt açısından zengin
Fiziksel dayanıklılık	Kolloidal kümeler ile kazein miselleri oluşturmakta	pH'ya bağlı olarak monomer oluşturmakta

Protein kaynaklı yağ ikame maddeleri süt, yumurta, tahıllar, tohumlar ve çeşitli bitkilerin proteinlerinden elde edilmektedirler. Bunlar; 1,3 kkal/g ile 4 kkal/g arasında enerji vermekte olup, az yağlı peynir, yoğurt, tereyağı ve yağsız dondurmalar gibi süt ürünlerinde kullanılabilirler (Bayraktaroğlu 2008, Nateghi ve ark. 2012, Schenkel ve ark. 2013).

Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri; çözünebilirlik, ısı stabilitesi, emülsifikasyon, jelleştirme, köpük oluşturma, su bağlama, aroma ve tekstürel özellikleri geliştirme olarak

sınıflandırmakta olup bunlar süt ürünlerinde fazla oranda kullanılabilmektedirler (Huppertz ve Patel 2012).

Süt proteinleri; kazein ve serum proteinleri içerdiğinden günlük süt protein ihtiyacını karşılamaktadır. Yüksek besin değerine ve çeşitli özelliklere sahip olan süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri üç ana grupta sınıflandırılmaktadır (zcan ve Delikanlı 2011):

- Protein-su interaksiyonu: su tutma kapasitesi, adsorbsiyon, çözünürlük, viskozite
- Protein-protein interaksiyonu: tekstürel zellikler
- Proteinlerin gaz fazı: köpürme, tat ve aroma bağlama ve emülsifikasyon

Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri beslenme dışında yapı, görünüş, tekstür viskozite ve ayrıca emülsiyon oluşturma, su tutma kapasitesi ve çözünürlük gibi karakteristik özellikleri ile de tanımlanmaktadır. Proteinlerin su tutma kapasitesi; bir gram proteinin bağladığı suyun gram olarak miktarı şeklinde ifade edilmektedir. Su tutma kapasitesi aynı zamanda hidrasyon kapasitesi anlamında da kullanılmaktadır. Proteinlerin hidrasyon yeteneğini protein konsantrasyonu ve konformasyonu, pH, sıcaklık, zaman, iyonik kuvvet ve ortamda bulunan diğer komponentlerin (protein-protein ya da protein-su) arasındaki kuvvet etkilemektedir. Toplam su absorbsiyonu, protein konsantrasyonunun artması ile yükselmektedir. Protein kaynaklı bileşenler suyu absorblayarak yapıda tutmakta ve çeşitli gıdalarda kayganlık ve kremli yapı oluşumunu sağlayarak tekstürel bazı özellikleri oluşurmaktadırlar. Suyun absorbsiyonu ile protein, su alarak şişmekte ve böylece yapı, tekstür ve vizkozite gibi gıdanın karakteristik bazı reolojik özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Bu kapsamda, fonksiyonel gıdaların birçoğunda su bağlama yeteneklerine bağlı olarak değişen oranlarda süt proteinleri kullanılmaktadır (Romeih ve ark. 2002, Singh 2007, zcan ve Delikanlı 2011).

Yoğurt kalitesini iyileştirmek, proteince zenginleştirmek, yoğurtta sinerez oranını düşürmek üzere yapılan bir çalışmada, süt proteinlerinin arasındaki çapraz bağlanmayı (crosslinking) arttırmak üzere yoğurt üretiminde transglutaminaz ve termal polimerizasyon uygulanmış WPI kullanılmıştır. Çalışma sonunda genel olarak WPI

kullanımının yoğurttaki sinerez oranını azalttığı ve daha sıkı, bağlı bir mikroyapı oluşturduğu tespit edilmiştir (Shi ve ark. 2017).

Yoğurt üretiminde süt proteinlerinin kullanımı (sodyum kazeinat, kalsiyum kazeinat, süt protein konsantratu), sert kazein parçacıkları ve büyük agregatlardan oluşan daha kompakt bir yapı oluştururken tekstürel özelliklerden sertlik ve yapışkanlık özelliklerinin gelişmesini sağlamıştır. Protein katkısı renk (L^* , a^* , b^*) özelliklerini de değiştirmiştir. Protein katkısının duyu özelliklerinden tat üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, süt proteini katkı maddelerinin, set tipi yağsız yoğurdun dokusal özelliklerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabileceğini ve fonksiyonel süt ürünleri geliştirmek için kullanılabilirliğini doğrulamaktadır (Delikanlı ve Özcan 2017).

Amino asitler proteinlerin temel yapısal bileşenleridir. Amino asitler biyolojik önemlerine göre iki grupta incelenmektedir. Esansiyel amino asitler; vücutta sentezlenemezler, zorunlu olarak gıdalarla dışarıdan alınmaları gerekmektedir. Bu amino asitler; lizin, lösin, izölösün, metionin, treonin, triptofan, fenilalanin, valin olmak üzere sekiz tanedir. Ayrıca bebekler için, arjinin ve histidin de elzem amino asitler olarak bilinmektedir. Esansiyel olmayan amino asitler; vücut tarafından sentezlenebilmektedirler ve bu amino asitler; alanin, glisin, arjinin, aspartik asit, sistein, sistin, glutamik asit, histidin, prolin, serin, trozin, glutamindir (Çizelge 2.4.) (Saldamlı ve Temiz 2017).

Bütün amino asitler merkez karbon atomuna bağlı bir amin grubu, karboksil grubu ve radikal gruptan oluşmaktadır. Amino asitler birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanarak peptitleri oluşturmakta, peptitler ise proteinleri meydana getirmektedirler.

Çizelge 2.4. Amino asitlerin kısaltmaları ve sembollerle gösterimi

Amino asit	Kısaltma	Amino asit	Kısaltma
Glisin	GLY	Treonin	THR
Alanin	ALA	Sistein	CYS
Valin	VAL	Metiyonin	MET
Lösin	LEU	Adenin-adenin-adenin	AAA
İzolösin	ILE	Glutamin	GLN
Prolin	PRO	Aspartik asit	ASP
Fenilalanin	PHE	Glutamik asit	GLU
Tirozin	TYR	Lizin	LYS
Triptofan	TPR	α -aminopimelik asit	APA
Hidroksiprolin	HYP	Histidin	HIS

Peyniraltı suyu konsantratu (WPC)

Peyniraltı suyu (PAS), peynir ya da kazein üretiminde kazeinin çöktürülmesi sonucu elde edilen yarı saydam, yeşilimsi-sarı renkte bir sıvı olarak tanımlanmaktadır (Neall 2002, Jelcic ve ark. 2008). Peyniraltı suyu ya da serum proteinleri toplam süt proteinlerinin %20'sini oluşturmakta ve peynir üretimi sırasında peyniraltı suyuna geçmektedir. Peyniraltı suyu süt teknolojisinin en önemli yan ürünlerinden biridir. Peyniraltı suyunda başta β -laktoglobulin ve α -laktalbumin olmak üzere, immunoglobulinler ve serum proteinleri gibi çeşitli proteinler ile enzimler ve hormonlar bulunmaktadır. Serum proteinleri genel olarak, peyniraltı suyu tozu, serum protein konsantratu (WPC), serum protein izolatu (WPI) ve serum protein hidrolizatları (WPH) şeklinde üretilmektedir (Mathew ve Krishna-Murthy 2013). Konsantre edilmiş bu protein formlarında serum proteinleri oranı yüksek iken laktoz ve yağ gibi bileşenlerin oranı daha düşük bulunmaktadır (Pal ve Radavelli-Bagatini 2013). Son yıllarda serum proteinlerinin üretimi ve gıdalarda bileşen olarak kullanımı giderek artmaktadır (Britten ve Giroux 2001, Arzeni ve ark. 2012, Delikanli ve Ozcan 2014)

Süt serum proteinlerinin beslenme ile ilgili yararları şu şekilde sıralanabilmektedir (Huppertz ve Patel 2012):

- Vücudun ihtiyacı olan esansiyel amino asitleri içermektedirler.
- Dallanmış zincir şeklindeki amino asitlerden lösin, izolösin ve valin açısından zengindirler.
- Kan basıncını düşürmektedirler.
- Kas proteini sentezlenmesine yardımcı olarak kas kaybı hastalığını (sarcopenia) önlemektedirler.
- Yüksek protein diyeti sayesinde tokluk hissi sağlamaktadırlar.

Süt protein katkılarından biri olan WPC'lerin protein içerikleri %35-80 değerleri arasında değişmekte olup, gıda sistemlerindeki davranışları ve kompozisyonlarındaki önemli farklılıklar ile çok geniş bir ürün çeşitliliği sağlamaktadırlar. WPC'ler; peyniraltı suyundan; minerallerin ve laktozun ultrafiltrasyon, elektrodializ, iyon değiştirici ya da laktoz kristalizasyonu ile uzaklaştırılması sonucu konsantre edilmesiyle elde edilmektedir (Akpınar-Bayizit ve ark. 2009, Özcan ve Delikanlı 2011). Peyniraltı suyu protein konsantratlarının %13, %50 ve %80 oranında protein içeren çeşitleri ticari olarak piyasada bulunmaktadır (De la Fuente ve ark. 2002).

Peyniraltı suyu proteinlerinin teknolojik özellikleri; protein-su, protein-protein, protein-yağ ve protein-gaz fazı interaksiyonu şeklinde oluşmaktadır. Peyniraltı suyu proteinlerinin su absorbe ederek şişme, çözünebilirlik, tam karışmayan iki farklı maddeyi bir arada tutmada emülsiyon yapma özelliği, jel oluşturma, visko-elastikiyet, tat ve aroma koruma, lipit bağlama gibi özellikleri bilinmektedir (Özcan ve Delikanlı 2011, Dhanraj ve ark. 2017).

Yapılan bir çalışmada; sıcaklığın etkisiyle peyniraltı suyu proteinlerinin şeffaf bir yapı kazanması, daha sonra protein agregasyonunun oluşmasıyla viskozite artışının sağlandığı ve jel oluşumunun meydana geldiği belirtilmiştir (Britten ve Giroux 2001).

Peyniraltı suyu proteinleri süt ürünlerinden peynir, içme sütü, yoğurt ve dondurma üretiminde değişik şekillerde kullanılmaktadır. Peyniraltı suyu proteinlerinin yağ ikame

maddesi olarak kullanımı da oldukça yaygındır (Lobato-Calleros ve ark. 2001, Yerlikaya ve ark. 2010).

Serum proteinleri, çözünürlük, köpük, jel, emülsiyon ve lif oluşturma, su bağlama, kıvam verme gibi çeşitli fonksiyonel özellikleri ile gıda ve süt teknolojisinde ürünlerin duyu ve tekstürel özelliklerini iyileştirmek ve dayanıklılığı arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bununla beraber serum protein konsantrat, hidrolizat ve izolatları, üretim teknolojisi bakımından ısı işlem görmediği için, denatüre serum proteinlerini içermemekte ve dolayısıyla su tutma kapasiteleri artmaktadır. Bu nedenle yoğurt ve benzeri fermente ürünlerin üretiminde oldukça yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar (Mleko ve Gustaw 2002, Delikanli ve Ozcan 2014, 2017).

Yağ ikame maddesi olarak %4 oranında WPI ve inülin ilave edilen düşük yağlı dondurmaların reolojik özellikleri incelendiğinde, peyniraltı suyu protein izolatı ilave edilmiş olan dondurmanın görünür viskozite değerleri ve Newtonian akıştan sapma oranı kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur (Akalin ve ark. 2008).

Peyniraltı suyu proteinlerinden Simplese ve Dairy Lo kullanılarak üretilen süzme yoğurtların kurumadde, sertlik ve L*,a*, b* değerlerinin benzerlik gösterdiği; duyu özelliklerinden aroma, görünüş ve renk değerlerinde ise Dairy Lo kullanılan örneklerin daha fazla beğenildiği belirtilmiştir. Üretimde yağ oranının değişmesi ile protein, aroma, a* ve b* değerlerinin değişmediği gözlenmiştir (Yazıcı ve Akgün 2004).

WPC'ler, peynirlerde yüksek su tutma kapasitesi, köpük oluşturma ve jelleşme özelliklerinden dolayı yaygın kullanım alanı bulmakla birlikte, peynir benzeri ürünlerde peynirin dilimlenebilme özelliğini de iyileştirmektedir (Jyotsna ve ark. 2007). %35'lik protein içeren WPC, krem peynirlerde yağ ve su bağlayıcı etki gösterirken, dondurma, tatlılar, çorbalar, soslar, hazır yemekler, kahvaltılık gevrekler, işlenmiş et ürünleri ve peynirlerde yağsız süt tozu yerine de kullanılmaktadır (Özcan ve Delikanlı 2011).

Yoğurt yapımı sırasında %1-2 oranlarında WPC kullanılan bir çalışmada yoğurdun sertleştiği ve su salmasının önlendiği, yapısında daha fazla asetaldehit geliştiği, viskozitenin arttığı ve duyu kalitenin iyileştiği gözlenmiştir (Bakırcı ve Kavaz 2006).

Peyniraltı suyu proteinlerinin yoğurda eklenmesi, sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinde artışlara neden olarak tekstürel özelliklerin gelişmesini sağlamıştır. WPC'nin eklenmesi, jel ağında iyileşme sağlamanın yanı sıra daha düşük serum ayrılması ve daha yüksek su tutma kapasitesi geliştirmiştir (Delikanlı ve Özcan 2014).

Bebek mamalarında demineralize peyniraltı suyu protein tozu, WPC, peyniraltı suyu proteinlerinden elde edilen biyoktif peptidlerin kullanımı beslenme uzmanlarınca tavsiye edilmektedir. WPC kullanılarak yapısal özellikleri geliştirilmiş ve besin değerleri yükseltilmiş diyet gıdalar elde edilebilmektedir (Pihlonta-Leppala 2001).

Yoğurt üretiminde, yoğurdun sertlik ve viskozitesini arttırmak ve yoğurttan serum ayrılmasını azaltmak amacıyla; süte WPC ilave edilmektedir (Aziznia ve ark. 2008). Yoğurt üretiminde yoğurdun yapısının sertleştirilmesi ve su salmayı önlemek için genellikle süte %0,6-4 oranında WPC katılabilmektedir. Bu şekilde yoğurdun yapısında daha fazla asetaldehit gelişmekte, viskozite artmakta ve duyu kalite iyileşirken sineresis de azalmaktadır (Gonzalez-Martinez ve ark. 2002, Resch ve Daubert 2002).

Ayrıca; WPC ilavesinin yoğurdun pıhtı sıklığını, su tutma kapasitesini, viskozitesini, duyu özelliklerine olumlu yönde etki ettiği ve yüksek elastikiyet sağladığı pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (González-Martínez ve ark. 2002, Puvanenthiran ve ark. 2002, Martín-Diana ve ark. 2003, Uysal ve ark. 2003, Herrero ve Requena 2005, Sodini ve ark. 2006, Mortenson ve ark. 2008).

Bhullar ve ark. (2002) yoğurt sütüne %2 oranında yağsız süt tozu, peyniraltı suyu-PAS ve peyniraltı suyu protein konsantratu-WPC ilavesinin yoğurdun reolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Reolojik özellikler dikkate alındığında en sert yapılı yoğurdun %2 WPC ilaveli yoğurt, en yumuşak yapılı yoğurdun ise kontrol yoğurt

olduğunu belirtmişlerdir. Buna bağlı olarak serum ayrılmasının en fazla kontrol yoğurdunda, en az serum ayrılmasının ise WPC ilaveli yoğurtta olduğu belirlenmiştir.

Herrero ve Requena (2005) %1 oranında WPC ile zenginleştirilen ve keçi sütünden üretilen yoğurtların yapı ve kıvam özelliklerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, WPC'nin yoğurdun yapı ve kıvam özelliklerini (sertlik ve yapışkanlık) olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Hanafy (2016)'nin yağsız taze peynire WPC ilave ettiği bir çalışmada, verimin, toplam kurumadde oranının, protein oranının ve titre edilebilir asitliğinin arttığı belirtilmiştir. Taze peynire %4 oranında WPC ilavesinin sertlik, dış yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık gibi tekstürel parametreler ile yapı ve tekstür, lezzet gibi duyu özellikleri düzelttiği ifade edilmiştir.

Feta peyniri üzerine yapılan bir çalışmada, WPC'nin tat, görünüş ve toplam kabul edilebilirlik değerlerini artırdığı, ancak peynirlerin sertliği, çiğnenebilirliği ve yapışkanlığı üzerine olumsuz etkileri bulunduğu belirtilmiştir (Rashidi 2015).

Lobato-Calleros ve ark. (2001), Manchego peynirine WPC ilave edilmesinin, WPC içermeyen peynire göre daha ince bir protein ağı oluşmasına yol açtığını bildirmiştir. Araştırmacılar, WPC tarafından protein ağına indüklenen yapısal değişikliklerin peyniraltı suyu proteini-kazein ve peyniraltı suyu proteini-su etkileşimlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Süt protein konsantratu (MPC)

Süt proteinleri birçok gıda ürünüde fonksiyonel ve besinsel özellikleri iyileştirmek ve raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılabilir (Pihlonta-Leppala 2001, Mleko ve Gustaw 2002, Herceg ve Lelas 2005).

Son yıllarda sahip oldukları terapötik özellikleri nedeniyle, süt formülasyonlarında gıda bileşeni olarak en çok kullanılan süt proteinleri arasında yer almakta olan süt protein

konsantratları (MPC), ultrafiltrasyon, diafiltrasyon ve evaporasyon yöntemleri ile üretilmekte ve sütte bulunan oranda hem kazein ve hem de peyniraltı suyu proteinleri içermektedir. (Alvarez ve ark. 2005, Singh 2007). Genellikle protein içeriklerine (örneğin; MPC56) göre tanımlanmakta olan MPC'ler, yağsız süt tozlarına kıyasla daha yüksek oranda kazein ve kalsiyum; ancak daha düşük oranda laktoz içermektedirler. MPC'nin protein oranı arttıkça laktoz oranı azalmaktadır. Bu durum MPC'nin protein takviyeli içecekler ve düşük karbonhidratlı gıdalarda kullanımının uygun olmasını sağlamaktadır (O'Kennedy 2009).

Yapılan bir çalışmada, MPC kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerin yağlı ve az yağlı peynirlere göre daha yüksek nem ve tuz/nem içeriğine sahip olduğu saptanmış, duyuşal açıdan değerlendirildiğinde panelistler tarafından kabul edilebilir bulunduğu, acı ve yabancı tadın oluşmadığı belirtilmiştir (Romeih ve ark. 2002).

Süt ürünlerinde kullanılacak süt proteinlerinin 0,1-3 µm çapında olması önerilmektedir. Daha büyük boyutlarda olması durumunda kumlu ve unşu bir yapı oluşumu meydana gelirken belirtilen boyutlarda kullanımında ağızda yağa benzer bir tat oluşumu sağlanabilmektedir (Atasoy ve Yetişmeyen 2006).

MPC, yoğurt ve peynir gibi süt ürünlerinde bir gıda bileşeni olarak da düşünölebilmektedir (Havea 2006). Camembert, Feta, Ricotta vb. peynirlerinin üretiminde peynir kalitesini geliştirmek ve verimi arttırmak amacıyla; yoğurt üretiminde ise yoğurdun tekstürel özelliğinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Genel olarak WPC ve MPC kullanılarak üretilen yoğurtların tekstürel özelliklerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir (Sandoval-Castilla ve ark. 2004, Delikanli ve Ozcan 2014, 2017).

MPC içeren dondurmaların fiziksel özelliklerinin incelendiğı bir çalışmada MPC ilavesinin viskoziteyi artırdığı ve daha iyi şekil oluşturma özelliğı gösterdiği belirtilmektedir (Alvarez ve ark. 2005).

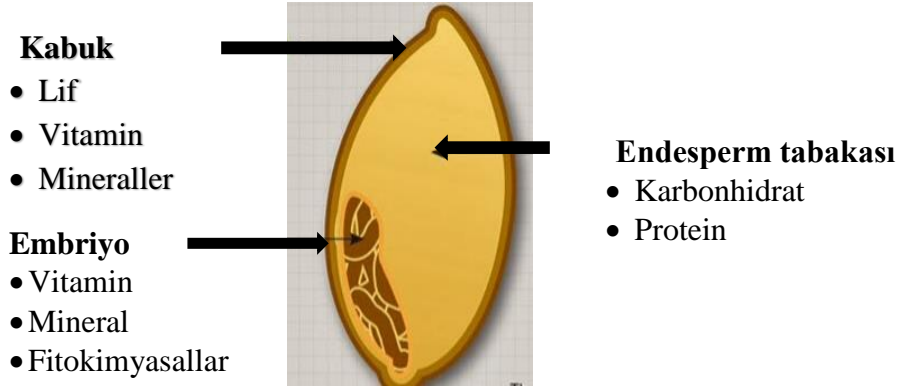
Soya proteini

Tüm dünyada tüketici tercihleri, beslenme gereksinimleri ve nüfus artışına bağlı olarak hayvansal kaynaklı ürünlere alternatif amacıyla bitkisel kaynaklı protein içeriklerinden yararlanılmaktadır (Rangel ve ark. 2003, Aluko ve ark. 2009, Karaca ve ark. 2011). Bitkisel proteinlerin temel kaynağı tahıllar ve yemeklik tane baklagillerdir. Tahıllar ve baklagiller içerdikleri diyet lifleri, proteinler, vitaminler ve mineraller ile fonksiyonel gıdaların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu katkılar, spesifik bileşenleri ile sağlık üzerine önemli fizyolojik etkiler göstermektedirler (Charalampopoulos ve ark. 2002, Boye ve ark. 2010).

Son yıllarda soya bazlı ürünler süt ürünlerine alternatif olarak üretilmektedir. Laktoz içermeyen ve yağ içeriği azaltılmış soya bazlı ürünler aynı zamanda iyi bir protein kaynağıdır. Süt ürünlerine soya proteini ilavesinin ürünün tekstürel özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Akin ve Ozcan 2017).

Soya, %30 oranında karbonhidrat, %18 oranında yağ, %14 oranında su ve %38 oranında protein, ayrıca oligosakkaritler, vitamin B, Vitamin E ve mineraller içeren yazlık bir bitkidir. Diyet lifi açısından zengin olmasının yanısıra kolesterol içermemektedir (Liu 2004). Soya tohumunun anatomik yapısı Şekil 2.3'te verilmiştir.

Soya farklı formlarda üretilerek (gliserol, rafine soya yağı, soya lesitini, soya filizi, soya sütü, soya unu ve soya proteini konsantratu) başta süt ürünleri olmak üzere (süt, yoğurt, peynir, dondurma) birçok gıdanın üretiminde (pasta, kahve, salça, yağ, margarin, alkol, ekmek, makarna, bebek maması, hazır yemek karışımları, şekerlemeler) kullanılmaktadır (Liu 2004).



Şekil 2.3. Soya tohumunun anatomik yapısı

Dondurmada yapılan bir çalışmada dondurma miksinde yağsız süt kurumaddesi yerine yağsız soya unu kullanılmıştır. %1,5 yağsız soya unu ilave edilen dondurmalar panelistler tarafından kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Mikse ilave edilen yağsız soya unu arttırıldıkça dondurmanın erime direnci ile viskozitesi önemli düzeyde artmıştır (Dervisoglu ve Yazici 2006).

Akesowan'ın (2009) yaptığı bir çalışmada dondurmada yağsız süttozu yerine %0, %25, %75, %100 oranlarında soya protein izolatu ilave edildiğinde dondurmada viskozite ve sertliğin arttığı, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında koyu renkte olduğu belirtilmiştir. %50 soya protein izolatu içeren dondurmanın kontrol grubuna benzer duyusal özelliklere sahip olduğu ve soya protein izolatu ile yağsız süt tozu ikame edilmesinin viskozite, sertlik, erime ve dondurma örneklerinin duyusal özellikleri üzerine önemli etkileri olduğu ifade edilmiştir.

Akin ve Ozcan (2017), bitkisel protein (bezelye protein izolatu, soya protein izolatu, pirinç proteini, buğday gluteni) ilave ederek fermente süt içeceği ürettikleri bir çalışmada, soya protein izolatu ilave edilen örneklerde L* değerinin diğer örneklerden daha yüksek bulunduğunu saptamışlardır. Depolama süresince L* değerindeki artışın, fermentasyondan sonra oluşan jel yapının ışığı yansıtmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. En yüksek b* değeri ise, pirinç proteini içeren içeceklerde bulunmuştur. Pirinç proteininin koyu sarı renginin b* değerindeki artışa neden olduğu ifade edilmiştir.

Friedeck ve ark. (2003), soya protein izolatının yüksek protein içeriği nedeni ile dondurmada depolamanın 21. gününe kadar vizkoziteyi artırdığını ve yüksek su kaldırma kapasitesi sayesinde reolojik özellikleri iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Yağ oranı azaltılarak üretilen peynirlere yağ ikamesi ilave edilmesinin, peynirlerin plastik özellikleri üzerine olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir (Gunasekaran ve Ak 2002, Fox ve Kelly 2004). Yağ ikamesi olarak soya yağı kullanılan Oaxaca peynirinde yapılan bir çalışmada, yağ %50 oranında soya yağı ile yer değiştirdiğinde sert bir yapı olduğu, %75 oranında yağ değişiminde ise yapışkanlığın azaldığı belirtilmiştir. Elastikiyet ise yağ değişim oranı arttıkça azalmıştır. Hidrokolloidlerin soya yağı ile etkileşiminin tekstür üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (Totosaus ve ark. 2017).

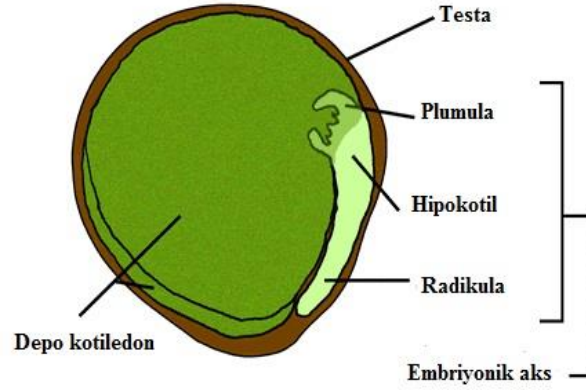
Bezelye proteini

Buğday ve soya fasulyesi protein kaynaklı bitkiler olmasından dolayı gıda üretimlerinde yaygın olarak tercih edilmesine rağmen, son yıllarda bezelye proteininin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bezelye proteini; besin değeri, kolay ulaşılabilirliği, ucuz hammadde olması, işlevselliği ve genetiği değiştirilmiş organizma içermemesi nedeniyle gıda endüstrisi için uygun bir kaynak olmuştur (Barac ve ark. 2010). Bezelye proteini içeriklerinin gıdalarda başarılı kullanımı, bezelye proteininin biyokimyası, yapısı, işlem şartları gibi fonksiyonel özelliklerine bağlıdır (Tsoukala ve ark. 2006, Boye ve ark. 2010).

Bezelye farklı fonksiyonel özellikleri ve yüksek besinsel değerinden dolayı insan tüketiminde kullanılan baklagil familyasına ait bitkisel protein kaynaklarından biridir. Bezelye genel olarak %25-30 protein, %40-45 karbonhidrat, %10-15 diyet lifi ve az miktarda da yağ içermektedir (Choi ve Han 2001). Bezelye proteinlerinin yaklaşık %80'ini globulinler ve albüminler oluşturmaktadır. Albüminler toplam proteinlerin %18-25'ini ve globülinler %55-65'ini oluşturmaktadır. Bezelye depo proteinlerinden globülinin yapısında legümin, visilin ve konvisilin bulunmaktadır (Tzitzikas ve ark. 2006). Ayrıca bu proteinler diğer bitkilerdeki proteinlere göre daha yüksek oranda lizin içermektedir (Lu ve ark. 2000). Bezelye proteinin ortalama bileşimi Çizelge 2.5.'te ve bezelyenin anatomik yapısı Şekil 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Bezelye proteinlerinin ortalama bileşimi

Bileşim	Tohum	Konsantre	İzolat
Protein	25	50	85
Nişasta	50	17	0
Yağ	5-6	4	<3



Şekil 2.4. Bezelyenin anatomik yapısı

Bezelye protein konsantratu ve izolatının besinsel kalitesi yüksek olduğundan diyetlerin proteince zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bileşimindeki yüksek protein ve esansiyel amino asit (lisin, lösin, fenilalanin, valin) içeriğiyle fonksiyonel özellikler taşıyan önemli besin kaynaklarından biri olarak ifade edilmektedir (Boye ve ark. 2010, Roy ve ark. 2010).

Bezelye protein izolatı iyi bir protein kaynağı olmakla birlikte; jelleşme, köpük oluşturma, emülsifikasyon, yağ ve su tutma bakımından da fonksiyonel bir gıda bileşenidir. Bezelye protein izolatı süt içermeyen dondurulmuş tatlılarda, sporcu içeceklerinde ve keklerde yumurta akı yerine kullanılabilir (Aluko ve ark. 2009, Zare ve ark. 2012).

Visilin ve legüminin pH'ya bağlı olarak emülsifiye edici özellikleri bulunmaktadır. Birçok araştırmacı visilin legümininden daha iyi emülsifiye edici özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir. Bu durum visilin daha az sıkı yapı oluşturmamasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Rangel ve ark. 2003, Kimura ve ark. 2008).

Bezelye protein izolatlarının soya protein izolatlarına göre daha iyi emülsifiye etme özelliğinin olduğu belirtilmiştir (Aluko ve ark. 2009, Chen ve ark. 2011).

Bezelye proteinlerinin ve bezelye izolatlarının jelleşme özellikleri araştırıldığında, Shand ve ark. (2007) bezelye protein izolatlarının hem globulinlerinin hem de albüminlerinin jel oluşumuna katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Bezelye globulinlerinden, visilin ve legüminlerin jelleşme özelliklerinin bulunduğu bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (O’Kane ve ark. 2004, 2005). Bora ve ark. (1994) bezelye globüllerinin sıcaklığa bağlı jelleşmesine rağmen, legüminin aynı koşullar altında jelleşmediğini gözlemişlerdir.

Sun ve Arntfield (2010), işleme koşullarının bezelye protein izolatlarının jelleşme özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.

Tömösközi ve ark (2001), bezelye protein izolatlarının soya proteinlerine göre daha iyi köpük oluşturma özelliklerine ve düşük su/yağ bağlama kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Zare ve ark. (2013)’nın %1-3 oranlarında bezelye unu ve %1-3 oranlarında süttozu ilave ederek yapmış oldukları çalışmada probiyotik fermente süt içeceklerinin mikrobiyolojik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. 28 günlük depolama sonunda bütün örneklerin ortalama pH’ları 4,50’den 4,04’e düşmüştür. Serum ayrılması, kontrol grubu ve süttozu ilaveli probiyotik fermente süt içecekleriyle karşılaştırıldığında %1-3 oranlarında bezelye unu ilave edilmiş probiyotik fermente süt içeceklerinde önemli ölçüde azalmıştır. Bezelye unu ilaveli fermente süt içeceklerinde renk değişimi az olmakla birlikte son ürünlerde sarılık artmıştır. Bezelye unu ilavesi fermente süt içeceklerinde serum ayrılmasını azaltarak jel yapısının stabilitesini ve fermente içeceklerin viskoelastik özelliklerini iyileştirmiştir. Bezelye unu yüksek lif ve protein içeriği sayesinde iyi bir prebiyotik kaynak ve fermente ürünlerde tekstürü iyileştiren bir katkı olarak belirtilmiştir. Bezelye unu ilavesi probiyotik içeceklerde pH’nın azalmasını hızlandırmış ve mikrobiyel popülasyonu önemli ölçüde arttırmıştır.

Akin ve Ozcan (2017), fermente süt ieeği ürettikleri bir çalışmada, 21 günlük depolama sürecinde kontrol grubu örnekleri bitkisel proteinli örnekler ile karşılaştırmış, bitkisel proteinlerin su tutma kapasitelerinin düşük olmasına bağlı olarak serum ayrılmasının yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte buğday gluteni ve bezelye protein izolatu ilave edilen örneklerde serum ayrılmasının diğer protein katkılı örneklere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir.

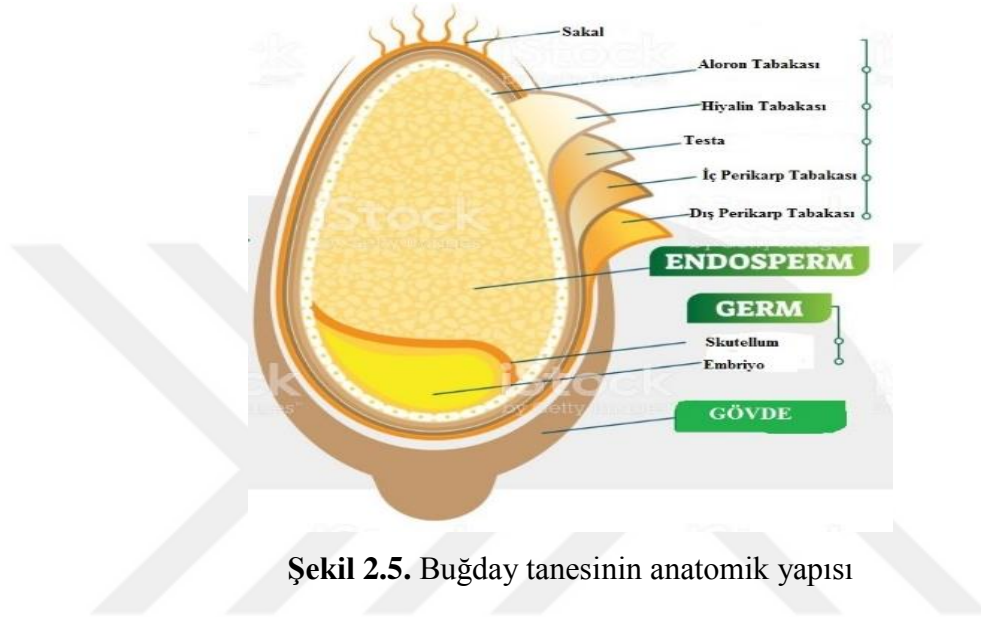
Buğday gluteni

İnsanların eski çağlardan beri tükettikleri temel gıda maddelerinden biri olan tahıllar “*Graminae*” familyasının tohumları olan buğday, mısır, avdar, pirinç, arpa ve yulaf gibi tanelerin tümünü ifade etmekte olup, son yıllarda biyolojik bileşenleri ve fermente edilebilir substrat içerikleri ile fermente fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılmaktadırlar (Charalampopoulos ve ark. 2002, Baysal 2007). Dünyada en çok üretilen tahıllar; buğday, mısır ve pirinç olmakla birlikte tahıllar içerisinde önemli bir yer tutan buğday; un, irmik, nişasta, bulgur, ekmek, makarna, kek, bisküvi ve kurabiye gibi pek çok yarı mamül ve/veya maml ürüne işlenerek tüketilmektedir (Dizlek 2010).

Buğday tanesi kimyasal olarak yüksek oranda karbondhidrat (%78,10), protein (%14,70), yağ (%2,10), su, mineral madde ve iz miktarda vitamin ile enzimden oluşmaktadır (Shewry ve ark. 2006, Topping 2007, Dizlek 2010). Buğday taneleri ayrıca pantotenik asit, riboflavin, şekerler ve küçük miktarlarda lif, potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum ve niasin bakımından da zengindir. Buğdayın ve diğer tahılların kimyasal yapılarının başlıca bileşen grubu karbondhidratlar olmasına karşın bunların içerdikleri protein fraksiyonlarının nicelikleri ve nitelikleri çeşitli ürünlerin üretiminde kaliteye etki eden temel ögeler olmaları nedeniyle özel bir öneme sahiptirler (Hill ve ark. 2008). Buğday tanesinin anatomik yapısı şekil 2.5’te verilmiştir.

Buğdayda depo proteinlerinin büyük bir kısmını gluten proteinleri oluşurmaktadır (toplam proteinin %80-85’i) (Shewry 2003). Tahıllarda bulunan gluten, buğdayın birleşik gliadin (prolamin) ve glutenin (glutelin) fraksiyonunun birleşmesi ile oluşmaktadır. Gluten proteinleri su veya tuzlu suda çözünmez nitelikte olup, monomerik gliadinler ve

polimerik gluteninler olmak üzere iki fraksiyondan oluşmaktadır. Bu iki fraksiyon tanede hemen hemen eşit oranlarda bulunmaktadır (Goesaert ve ark. 2005). Buğday gluteni, buğday nişastası üretiminde ortaya çıkan bir yan üründür. Yüksek molekül ağırlığı, yaygın apolar karakteri ve fraksiyonlarının çeşitliliği en önemli özellikleri arasındadır (Dursun ve Erkan 2009).



Şekil 2.5. Buğday tanesinin anatomik yapısı

Buğday unu içerisindeki gluten, uygun hidrasyon ve karışımla üç boyutlu bir protein ağı oluşturmaktadır. Ağ oluşumunun yanısıra, gıdadaki gluten işlevselliği, su bağlama ve viskozite oluşturma gibi özellikleri ile tekstürel özelliklerin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (El Khoury ve ark. 2018).

Gluten gıdalara ilave edildiğinde protein içeriğini artırırken aynı zamanda yağ ve su bağlama özelliği sayesinde çeşitli gıda sektörlerinde uygulama alanı bulmaktadır. Doğal peynirin yenme kalitesinde ve tekstür karakteristiğinde imitasyon peyniri hazırlamak için viskoelastik özelliği olan gluten kullanılabilir. Sodyum kazeinatlar imitasyon peynir ürünlerinde kullanılabilirle birlikte soya proteini ve glutenden yaklaşık %30 daha pahalı olmaktadır. Bu yüzden bu ürünlerin üretiminde sodyum kazeinat yerine gluten ve/veya soya proteini birlikte kullanılmaktadır (Day ve ark. 2006).

Akin ve Ozcan'ın (2017) yaptığı çalışmada bitkisel proteinli fermente içeceklerin duyu özellikleri incelendiğinde pirinç proteini içeren örnekler en düşük duyu özelliklere sahip bulunurken, buğday gluteni içeren örneklerin en yüksek duyu özelliklere sahip olduğu saptanmıştır.

2.2.2. Diyet lifleri

Diyet lifleri, bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenlerdir. Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların üretimi amacıyla süt ürünlerinde tahıllar, sebze, meyve ve çeşitli bitkisel katkıların kullanımı ile diyet lifi ile zenginleştirilmiş gıdalar üretilmektedir (Özcan ve ark. 2013, Sharma ve ark. 2016).

Bitki hücre duvarında bulunan lignin; kutin, mum, suberin gibi lignin türevleri; selüloz, hemiselüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri; inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler diyet lifi olarak tanımlanmaktadır. Diyet lifi, nişasta olmayan polisakkarit olarak da ifade edilmektedir. Ancak, sindirime dirençli nişasta bu tanımın dışında kalmaktadır (Guillon ve Champ 2000, Vasanthan ve ark. 2002).

Diyet lifleri, ince bağırsakta sindirilemeyip, kalın bağırsakta fermente olarak kısa zincirli yağ asitlerine (SCFA) dönüşen, sağlık için gerekli gıda bileşenleridir. Kandaki glikozun bağırsaktaki emilimini azaltarak vücuttaki insülin hormonunun miktarının ve serum kolesterolün düşürülmesi açısından etkiye bulunmaktadır (Guillon ve Champ 2000, Mälkki ve Virtanen 2001, Vasanthan ve ark. 2002).

Diyet lifleri, çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmez lifler olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedirler (Nelson 2001, Jalili ve ark. 2001, Ralapati ve La Course 2002, Ramulu ve Rao 2003, Rodriguez ve ark. 2006, Colin-Henrion ve ark. 2009). (Çizelge 2.6.). Çözünür diyet lifi, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadır. Bu lifler, içinde bulunduğu yapının viskozitesini artırarak, bağırsaktan geçişin yavaşlamasını, gastrit boşluklarının oluşumunun gecikmesini ve bağırsaklar tarafından glukoz ve sterol emiliminin azalmasını sağlamaktadırlar. Çözünmeyen lifler ise, gıdalara takviye amacıyla kullanılmakta ve ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblayabilmekte

ancak viskoz bir yapı oluşturmamaktadırlar (Charalampopoulos ve ark. 2002, Staffolo ve ark. 2004). Gıdalardaki diyet liflerinin yaklaşık %75'lik kısmını çözünmeyen lifler oluşturmaktadır (Dreher 2001, Figuerola ve ark. 2005).

Çizelge 2.6. Diyet liflerinin sınıflandırılması

Çözünür lifler	Bulunduğu gıdalar	Çözünmez lifler	Bulunduğu gıdalar
Pektin	Elma, ayva	Selüloz	Kepek
Gamlar	Reçine	Hemiselüloz	Tahıl ürünleri
β -glukan	Yulaf vb. tahıllar	Lignin	Buğday ürünleri
Müsilaj	Çeşitli bitkilerde		
Dirençli nişasta	Kuru baklagillerde		

Amerikan Diyetetik Derneği, sağlıklı yetişkinlerin günlük ideal olarak 25-30 g diyet lifi alımını önermektedir ve bu miktarın da 5-7 gramının suda çözünür lifler tarafından oluşması gerektiği belirtilmektedir (Marlett 2002, Dashti 2003).

Diyet liflerinin karbonhidrat emilimini ve tokluk serum glikoz düzeyini azaltmalarından dolayı diyabet hastalarının diyet lifi içeren gıdaları tüketmeleri önerilmektedir (Ou ve ark. 2001, Anderson ve ark. 2004). Diyet lifleri bu özellikleri ile diyabet, kalp hastalıkları, hipertansiyon, obezite, gastrointestinal sistem hastalıkları, kolesterol gibi birçok sağlık problemini önlemekte ya da azaltmaktadır (Villanueva-Suarez ve ark. 2003, Fernandez-Gines ve ark. 2004, Anderson ve ark. 2009, Rollins 2009).

Su tutma kapasitesi, herhangi bir dış kuvvet uygulanmaksızın (yer çekimi kuvveti ve atmosfer basıncı dışında) life bağlanan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Su tutma kapasitesi fazla olan diyet lifince zengin ürünler, gıdalarda sineresisin önlenmesinde, gıdaların viskozitesinin ve yapısının modifiye edilmesinde kullanılabilir (Boyacıoğlu ve Nilüfer 2003).

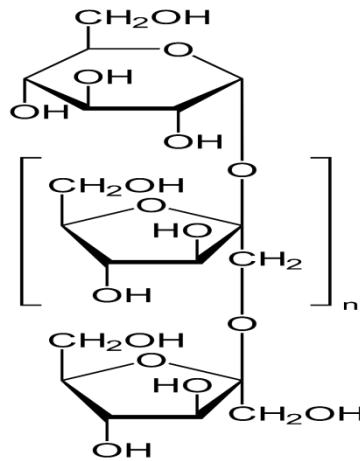
Peynir, yoğurt, puding, dondurma ve dondurulmuş tatlılar gibi süt ürünlerinde lif içeriği yüksek katkı maddeleri kullanım alanı bulmaktadır. Lif içeriği yüksek süt ürünleri

üretiminde, yağ ve kolesterol miktarı azaltılarak daha sağlıklı ürünler pazarlamak ve kalsiyumun yanı sıra sağlığı etkileyen yeni bileşenler kazandırmak yatmaktadır. Diyet lifleri süt ürünlerine temel olarak stabilizasyonu sağlama, kıvamı arttırma, sineresisi önleme, yağı ikame etme, kaloriyi azaltma, hacim artırma ve su fazının dokusal yapıda dağılım kalitesini geliştirerek kremamsı, düzgün kıvamlı, yağlılık hissi oluşturma ve prebiyotik amaçları ile ilave edilmektedir (Ramirez-Santiago ve ark. 2010, Kurtuldu ve Ozcan 2018).

Diyet lifleri karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddelere örnek olarak verilebilmektedir. Dekstrinler ve maltodekstrinler, β -glukan, inülin, oatrim, polidekstroz, polioller, nişasta ve modifiye nişasta en çok kullanılan karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddelerdir (Mistry 2001).

İnülin

İnülin doğada yaygın olarak bulunan bir karbonhidrat kaynağıdır. Fruktoz moleküllerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir polifruktandır. İnülindeki fruktoz birimleri β -(2-1) glikosidik bağıyla bağlanmaktadır. Hidrolize edilmiş inülinlerden polimerleşme derecesi 10'dan küçük oligomerler, yani fruktooligosakkaritler meydana gelmektedir (Roberfroid 2005). İnülinin kimyasal yapısı Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6. İnülinin kimyasal yapısı

Çeşitli meyve ve sebze kaynaklarından elde edilen inülin; suda çözünür diyet lifi fraksiyonu olarak sınıflandırılmıştır (Hond ve ark. 2000, Roberfroid ve Slavin 2000, Fagan ve ark. 2006). Genellikle hindiba köklerinin sıcak su ile ekstraksiyonunun ardından toz haline getirilmesiyle elde edilmektedir (Flamm ve ark. 2001, Franck 2002).

İnülin süt ürünlerinde, yağ ve şeker ikamesi olarak, tatlılığın güçlendirilmesi için, tekstür geliştirici olarak, köpük stabilizasyonunu sağlamak için, duyuşal özelliğın geliştirilmesi, prebiyotik özellik için ve diyet lifi olarak kullanılmaktadır (Özcan ve ark. 2018). Zincir uzunluğuna göre inülinin gıdalarda fonksiyonları Çizelge 2.7.'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Zincir uzunluğuna göre inülinin gıdalarda fonksiyonları

Polimerizasyon Derecesi (DP)	Düşük (3-10)	Orta (11-20)	Yüksek (>20)
Tekstür geliştirme özelliğı	Düşük	Orta	Yüksek
Çözünürlük (suda, 20°C)	%80	%15	%5
Tatlılık	Orta	Düşük	Yok
Uygulama alanları	Şeker ikamesi	Şeker ikamesi ve tekstür geliştirici	Yağ ikamesi ve tekstür geliştirici

Gıdalarda kullanılan inülin oranı arttıkça, ürünün tekstürü üzerindeki etkisi de artmaktadır. Yapılan bir çalışmada dondurma üretiminde kullanılan inülinin dondurmanın fiziko-kimyasal özelliklerini, tekstürünü ve duyuşal kalitelerini önemli derecede etkilediğı belirtilmektedir (Akin ve ark. 2007).

İnülinin süt proteinleriyle interaksiyonunun, süt ürünlerinin tekstürel özelliklerini etkileyebileceğı ifade edilmektedir (Donkor ve ark. 2007).

İnülin ince bağırsakta sindirilememekte, ancak kolonda laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmektedir. Bağırsakta bulunan yararlı bakterilerin gelişimini teşvik etmekte, kalsiyum ve magnezyum emilimini artırmakta, serum lipit ve kolesterol seviyesini düşürmektedir (Ohr 2004, Staffolo ve ark. 2004).

Birçok çalışma inülinin yağ ikame maddesi olarak kullanıldığını ifade etmektedir (Brennan ve ark. 2004, Bolenz ve ark. 2006, Moscatto ve ark. 2006, Flaczyk ve ark. 2009). İnülin özellikle süt ürünlerinden; dondurma (Karaca ve ark. 2009, Ismail ve ark. 2013), yoğurt (Guven ve ark. 2005, Brennan ve Tudorica 2008, Yi ve ark. 2010), tatlılar (Arcia ve ark. 2011), kefir (Glibowski ve Kowalska 2012), taze kaşar peynirlerinde (Koca ve Metin 2004) ve imitasyon peynirlerde (Hennelly ve ark. 2006) yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnülin yağ ikame maddesi olarak kullanıldığında, ağızda yağlılık hissi vermekte ve gıdanın tekstürünü iyileştirmektedir (Zimeri ve Kokini 2003).

Yağ ikame maddesi olarak kullanımının yanısıra düşük kalorili tatlandırıcı, tekstürü iyileştirici ve prebiyotik olarak probiyotik ürünlerde de kullanılmaktadır (Tungland ve Meyer 2002, O'Brein ve ark. 2003, Özcan ve ark. 2018).

Hennelly ve ark. (2005)'nin yaptığı bir çalışmada, yağ miktarlarını %23 ve %63 oranında azalttıkları imitasyon peynirlere inülin ilave edilmiştir. İnülin ilavesinin nem oranını azalttığını, buna bağlı olarak peynirlerde sertliğin azaldığını belirtmişlerdir. İnülin içeren peynirlerde yağ globüllerinin elektron mikroskopundaki görüntülerinin kontrol grubuna göre daha küçük görüldüğü (2-18µm) gözlenmiştir. Çalışmada, imitasyon peynirdeki yağın %63 azaltılarak yağın yerine inülin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

İnülin kullanılarak üretilen yağı azaltılmış imitasyon peynirlerde yapılan bir başka çalışmada, inülin ilavesinin tekstürel özellikleri iyileştirdiği tespit edilmiştir. Bu iyileştirmenin inülinin su tutma kabiliyetine bağlı olarak sertliğin azaltılmasını sağlaması ile gerçekleştiği belirtilmiştir (Hennelly ve ark. 2006).

Koca ve Metin (2004) yağı azaltılmış yarı sert taze kaşar peynirine inülin ilave ederek yağ oranını %70 azaltmışlar ve inülin ilavesinin taze kaşar peynirinin tekstürel ve duyuşal özelliklerini iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Juan ve ark. (2013), taze peynirlerin tekstürel özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, yağ oranının azaltılmasının peynirde sertlik, sakızimsılık, yapışkanlık özelliklerinin artmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. İnülin ilavesi ile tekstürel özelliklerin iyileştiği ve yağı azaltılmış taze peynirlerin tam yağlı peynirlere benzer tekstürel özelliklere sahip olmasını sağladığını tespit etmişlerdir.

Salem ve ark. (2007), inülinin Labne peynirinin özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. İnülin ilave edilerek üretilen Labne peynirlerinin taze ve depolama sonrasında en yüksek asetaldehit ve diasetil içeriklerine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Yağ ikamesi olarak inülin, β -glukan ve guar gam ilave edilen düşük yağlı süzme yoğurtların tekstürel özelliklerinin iyileştiği, sineresisin azaldığı ve duyu özelliklerinden toplam kabul edilebilirliğin geliştiğini, Brennan ve Tudorica (2008) yaptığı çalışmada belirtmiştir.

İNülin içeren düşük yağlı yoğurtlu dondurmalarda artan viskozite, diyet lifi ile miks bileşenlerinin etkileşimleri ile bağlantılıdır. İnülinin suyu bağlamasıyla miksın jel benzeri bir ağ oluşturması ile yapı meydana gelmektedir. Yapılan bir çalışmada yağı azaltılmış yoğurtlu dondurmalara %7-9 arası oranlarda inülin ilavesinin tekstürü iyileştirdiği gözlenirken, %5 oranında inülin ilavesinin gevşek bir yapı oluşturduğu belirtilmiştir (El-Nagar ve ark. 2002).

Schaller-Povolny ve Smith (2001), yağı azaltılmış dondurmaya ilave edilen inülinin su bağlama özelliği ve süt proteinleri ile etkileşimi sonucunda, süt proteinlerinin molekül ağırlığını artırarak viskoziteyi iyileştirdiğini, ürünün yapısını düzelttiğini ve yağlı ürüne benzer özellik oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Yağı azaltılmış krem peynirinde yapılan bir araştırmada, yağ ikame maddesi olarak ilave edilen inülin miktarı arttıkça nem içeriğinin azaldığı belirtilmiştir. Bunun sebebinin inülin ilavesinin peynirde su bağlama kapasitesinin artmasını sağlaması ve inülinin kazein matriksinin büzülmesine etkide bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Faedai ve ark. 2012).

β -glukan

Yağ ikame maddesi ve lif içeriği yüksek bileşenler içeren süt ürünleri üretiminin temelinde, yağ ve kolesterol miktarı azaltılarak daha sağlıklı ürünler üretmek ve gıda pazarına fonksiyonel yeni ürünler kazandırmak hedeflenmektedir. Bu bileşenler süt ürünlerine fonksiyonel ve terapötik özellikler kazandırmanın yanı sıra, temel olarak üründe stabilizasyonu sağlama, kıvamı artırma, sineresisi önleme, yağı oranını azaltma, hacim sağlama ve kaliteli teknolojik özellikleri artırma amaçları ile ilave edilmektedirler (Turner ve Lupton 2011).

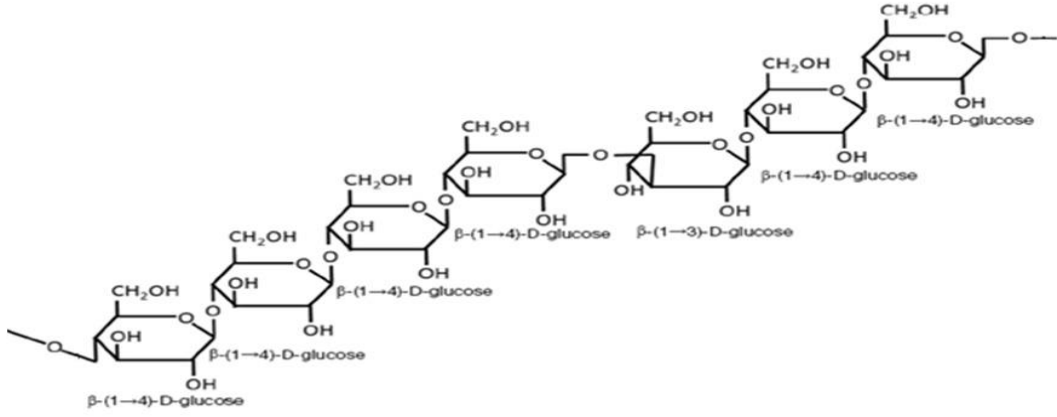
β -glukan; yaygın olarak yulaf ve arpa gibi tahıllarda, meyve ve sebzelerde bulunan nişasta yapısında olmayan, ince bağırsakta sindirilemeyen bir polisakkarittir (Izydorczyk ve ark. 2003, Buckeridge ve ark. 2004, Turner ve Lupton 2011).

Yapısal olarak glukan 4 ana grupta incelenebilmektedir. Bunlar:

- Yüksek molekül ağırlıklı β -(1-3),
- Düşük molekül ağırlıklı,
- Küçük molekül boyutlu,
- α -glukan (Laroche ve Michaud 2007, Ahmad ve ark. 2012)

β -glukan, β -(1 \rightarrow 3) ve β -(1 \rightarrow 4) bağlantılarından oluşan, bitkiler, maya, algler, bakteri ve mantarların hücre duvarlarının doğal bileşenleri olan, doğrusal glikoz zincirlerinden meydana gelmekte; bu bağlar rastgele ve tekrar eden bir biçimde düzenlenmemektedir (Şekil 2.7.) (Ozcan ve ark. 2017). Bununla birlikte, *Saccharomyces cerevisiae*'den elde edilen β -glukanın farklı bir bağ türü vardır; β -(1 \rightarrow 3) ve (1 \rightarrow 6) bağlarından oluşmaktadır (Gardiner 2004).

Hidrokolloid özellik gösteren bir bileşik olan β -glukan, diyet lifi özelliği taşımakta ve kandaki glikoz ve insülin seviyesini düşürme, diyabet semptomlarını azaltma, kalp damar hastalıkları riskini önleme ve serum kolesterol düzeyini kontrol etme gibi sağlık problemleri üzerine olumlu etkiler göstermektedir (Tsiapali ve ark. 2001, Queenan ve ark. 2007).



Şekil 2.7. Tahıl β-glukanının β-(1→3) ve β-(1→4) zincir yapısı

Çözünabilir diyet lifi açısından zengin yulaf ve arpadaki β-glukanın kan kolesterol seviyesi ve kalp ile ilgili hastalık riskini azalttığı belirtilmektedir (Tudorica ve ark. 2004). β-glukanın insanlar ve hayvanlar üzerinde toplam serum kolesterol ve LDL-kolesterolü düşürücü etkisinin olduğu pek çok araştırma tarafından da desteklenmektedir (Lyly ve ark. 2003, Skendi ve ark. 2003, Vasanthan ve Temelli 2008).

β-glukanlar, çeşitli fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı, jelleştirme, köpük oluşturma, stabilizasyon, emülsifikasyon, su bağlama ve koyulaştırma gibi fonksiyonları yerine getirebilmektedir. Bu özellikleri ile başta fermente süt ürünleri olmak üzere, sütlü tatlılar, dondurma ve çeşitli sosların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Dongowski ve ark. 2005, Worrasinchai ve ark. 2006) .

β-glukanın yapısal anlamda stabilize edici ve jelleştirici gibi fonksiyonel özelliklerinden yararlanılarak, süt ürünlerinin tekstürel ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (Ozcan ve ark. 2017).

Az yağlı Beyaz peynirde %0,7-1,4 oranlarında β-glukan kullanımıyla, tam yağlı Beyaz peynire benzer yapısal özellik sağlanmıştır (Volikakis ve ark. 2004).

Labne peynirinde yapılan bir çalışmada; arpa kaynaklı β-glukanın sütün koagülasyonu ve Labne peynirinin tekstürel ve reolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Reolojik ölçümler sonucu, β-glukan içeren sütün daha kısa sürede pıhtılaştığı, böylece Labne

Üretim veriminin arttırılabileceği ve reolojik özelliklerinin iyileştirilebileceği belirtilmiştir. Bu sonuçlar, β -glukan gibi hidrokolloidlerin, yağı azaltılmış süt ürünlerinin üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Tudorica ve ark. 2004).

Yağsız yoğurt üretiminde β -glukanın, gerek içerdiği diyet lif miktarı, gerekse yağsız yoğurtların fiziksel ve duyusal özelliklerine katkılar sağladığı aynı zamanda prebiyotik potansiyeli ile probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik ettiği belirtilmiştir (Kurtuldu ve Ozcan 2018).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Labne peyniri üretiminde kullanılan inek sütü Mustafakemalpaşa/Bursa çevre köylerinden toplanmış ve üretim Mustafakemalpaşa ilçesinde faaliyet gösteren MBH Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'ye ait üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir. Starter kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*), Clarici Sacco (İtalya) firmasından temin edilip, aktifleştirildikten sonra kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan katkı maddeleri, aşağıda belirtilen ticari firmalardan temin edilmiştir.

- Süt protein konsantratu (MPC) ve peyniraltı suyu protein konsantratu (WPC): Enka Süt ve Gıda Mamulleri San. ve Tic. A.Ş., Konya, Türkiye.
- Buğday gluteni (BG): ABP Gıda San., Ankara, Türkiye.
- Bezelye protein izolatu (BPI): Myprotein Firması, Manchester, UK.
- Soya protein izolatu (SPI): Smart Kimya Tic. Dan. Ltd. Şti. İzmir, Türkiye.
- İnülin (Yüksek performanslı inülin, polimerizasyon derecesi DP>23) (I): Artısan Gıda San. Tic. Ltd. Şti, İstanbul, Türkiye.
- β -glukan (C-trim %32, yulaf kaynaklı) (β g): Functional Foods Research Unit, National Center for Agricultural Utilization Research, IL/ USA

Yağ ikamesi olarak kullanılan protein ve diyet lifi katkılarına ait bileşim oranları Çizelge 3.1. ve 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Protein katkılarının protein ve nem oranları

Protein Katkıları	Protein Oranı (%)	Nem Oranı (%)
Süt protein konsantratu (MPC)	80,00	4,0-5,0
Peyniraltı suyu protein konsantratu (WPC)	35,00	4,0-5,0
Buğday gluteni (BG)	80,00	4,0-8,5
Bezelye protein izolatu (BPI)	84,10	5,10
Soya protein izolatu (SPI)	90,00	6,20

Çizelge 3.2. Diyet lifi katkılarına ait bileşim oranları

Diyet Lifi Katkıları	Kurumadde Oranı (%)	Kül (%)	Yağ (%)
İnülin (I)	99,50	0,20	-
β -glukan (BG)	-	4,80	2,30

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve Labne peyniri üretimi

Labne peyniri üretimi aşağıda belirtilen deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Çizelge 3.3.). Ön deneme üretimleri sırasında Labne peynirinin duysal ve tekstürel niteliklerini optimize etmek açısından farklı oranlarda protein (%0,5-5) ve diyet lifi (%0,5-3) ilavesi değerlendirilmiş ve belirlenen sonuçlara göre, hayvansal/bitkisel proteinler %2 ve diyet lifleri ise %0,8 oranında hammadde süte katılarak üretim gerçekleştirilmiştir.

Labne peyniri üretiminde birinci grup (Kontrol - LC18, LC12, LC6) peynirler sırasıyla tam yağlı (%18), yağı azaltılmış (%12) ve az yağlı (%6) inek sütünden, ikinci grup (Protein katkılı - LPP, LSK, LBG, LBP, LSP) ve üçüncü grup (Diyet lifi katkılı - LIN, L β G) peynirler ise yağı azaltılmış ve az yağlı inek sütlerinden üretilmiştir.

Peynir üretiminde inek sütleri son üründe %18, %12 ve %6 yağ oranlarına sahip olacak şekilde standardize edildikten sonra gruplara ayrılmıştır. Gruplara ayrılan sütlerden yağı azaltılmış (%12) ve az yağlı (%6) olan ikinci grup peynirlere; %2 oranında peyniraltı suyu protein konsantratu (WPC), süt protein konsantratu (MPC), buğday gluteni (BG), bezelye protein izolatu (BPI), soya protein izolatu (SPI), üçüncü grup peynirler hammadde sütleri %0,8 oranında inülin (I) ve β -glukan (β G) ilave edilerek üretilmiştir. Katkı maddeleri ilave edilen sütler ısıtma işlemi uygulandıktan sonra (85°C/5dk) starter kültür ilave edilecek sıcaklığa kadar (42°C) soğutulmuştur. Starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (%3) inoküle edildikten sonra sütün pıhtılaştırılması sağlanmış (pH 4,7'ye kadar), pıhtı oluştuktan sonra %0,5 oranında tuz ilave edilerek 85°C'de 5 dakika hızlı karıştırma ile pıhtı kırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben, polistiren kâselere sıcak dolum yapılmış ve $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün süre ile peynirler depolanmıştır. Üretilen Labne peynirleri depolamanın 0., 60. ve 120. günlerinde analiz edilmiştir. Çalışma üç paralelli ve iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme Deseni

Grup	Peynir Çeşidi Kodu	Katkı Maddesi	Yağ Oranı	Depolama Süresi (gün)		
				1	60	120
Kontrol Grubu	LC18	-	Tam yağlı %18			
	LC12	-	Yağı azaltılmış %12			
	LC6	-	Az yağlı %6			
Hayvansal/Süt Protein Katkılı Grup	LPP	Peyniraltı suyu protein konsantratu	%12 %6			
	LSK	Süt protein konsantratu	%12 %6			
Bitkisel Protein Katkılı Grup	LBG	Buğday gluteni	%12 %6			
	LBP	Bezelye protein izolatu	%12 %6			
	LSP	Soya protein izolatu	%12 %6			
Diyet Lifi Katkılı Grup	LIN	İnülin	%12 %6			
	L β G	β -glukan	%12 %6			

3.3. Labne Peynirlerine Uygulanan Analizler

3.3.1. Labne peyniri örneklerinde fiziko-kimyasal analizler

Kurumadde tayini

Önceden kurutma dolabında 105°C’de 1 saat tutularak kurutulan ve desikatörde bekletilerek soğutulan kurutma kaplarına, homojen hale getirilmiş Labne peyniri örneğinden yaklaşık 5 g tartılmış, 105°C’de sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutulması sonucunda kurumadde oranı gravimetrik olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemine iki tartım arasındaki fark 0,2 mg oluncaya kadar devam edilmiştir. Örneklerin kurumadde oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (AOAC 2000, 926.08).

Kurumadde (%)=[(Peynir kurumaddesinin ağırlığı (g)/Peynir örneğinin ağırlığı (g))]×100

Kül tayini

Belirli miktarda Labne peyniri örneği (1,5-2 g) porselen kroze konarak kül fırınında 550°C’de organik maddeler yanıcaya kadar yakılmıştır. Krozeler desikatörde soğutulduktan sonra % kül oranı aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir (Anonim 2015).

Kül (%)=[(Peynirin kül ağırlığı)/Peynir örneğinin ağırlığı] x 100

Titrasyon asitliği tayini

Labne peyniri örneğinden yaklaşık 20 g alınmış, 40°C sıcaklıktaki saf suyla havanda ezilip 250 mL’lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Balon işaretine kadar saf suyla tamamlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra buradan 10 mL (0,8 g peynir) alınıp üzerine %1’lik fenolftalein indikatöründen (%95’lik nötr alkolde %1’lik çözeltisi) 2–3 damla damlatılıp 0,1 N NaOH ile sabit açık pembe renk alıncaya dek titre edilmiş ve asitlik (%) miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (AOAC 2000, 920.124).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%LA)} = [(S \times N \times F \times 0,090)/\ddot{O}] \times 100$$

N= Titrasyonda kullanılan NaOH'in normalitesi

S = Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözelti miktarı (mL)

Ö = Titrasyonda kullanılan Labne peyniri miktarı

F= 0,1 N NaOH çözeltisinin faktör değeri

Tuz tayini

Tartılan 20 g Labne peyniri 40°C sıcaklıktaki su yardımıyla havanda iyice ezilmiş ve 250 mL'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Balon, bir süre soğumaya bırakıldıktan sonra çizgisine kadar oda sıcaklığındaki damıtık su ile tamamlanmış ve süzölmüştür. Süzöntüden 10 mL alınıp 1-2 damla %5'lik potasyum kromat indikatörü (K₂CrO₄) katılarak, 0,1N AgNO₃ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan gümüş nitrat çözeltisi miktarından peynirin tuz miktarı şöyle hesaplanmıştır (AOAC 2000, 935.43).

$$\text{Tuz oranı (\%)} = [(S \times N \times F \times 0,0585)/\ddot{O}] \times 100$$

N= Titrasyonda kullanılan AgNO₃'ın normalitesi

S = Titrasyonda kullanılan 0,1N AgNO₃ çözelti miktarı (mL)

Ö = Titrasyonda kullanılan Labne peyniri miktarı

F= 0,1N AgNO₃ çözeltisinin faktör değeri

Yağ tayini

Yağ oranı Gerber yöntemi ile belirlenmiştir. Bütirometre kadehçesine 3 g tartılan Labne peyniri örneği H₂SO₄ ile parçalanarak homojen hale getirilmiş, amil alkol ilave edilerek 1000 devir/dk hız ile 10 dakika santrifüj edilmiş ve %yağ oranı hesaplanmıştır (AOAC 2000, 933.05).

pH tayini

Peynirin pH değeri Nel 890 marka dijital pH - metre kullanılarak ölçülmüştür. Standart tampon çözeltiler ile (pH 4,01 ve pH 7,0) kalibre edildikten sonra, cihazın elektrodu örnek içerisine daldırılmıştır. Cihaz göstergesinde sabitlenen pH değeri okunarak kaydedilmiştir (AOAC 2000).

Toplam protein tayini

Labne peynirlerinin protein değerleri Kjeldahl yöntemi esas alınarak geliştirilmiş Kjeltec azot tayin düzeninden yararlanılarak saptanmıştır. Hazırlanan peynir örneğinden 1 g kadar tartılarak yakma tüpüne alınmış, üzerine özgül ağırlığı 1,84 olan %95-98'lik H₂SO₄'den 15 mL ilave edilmiş ve 6 g (K₂SO₄ + Cu₂SO₄+selenyum) karışık katalizör eklenerek yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Aynı kimyasallar, içinde Labne peyniri olmayan başka Kjelhdahl tüpüne şahit örnek olması amacıyla ilave edilmiştir. Sıcaklık kademeli olarak 380°C'ye yükseltilerek yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işleminin ardından soğutulan yakma tüpü içerisine 40 mL saf su ve 75 mL %40'luk NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. 300 mL hacimli erlen içerisine 50 mL %4'lük H₃BO₃ ile 1mL 1:1 oranında hazırlanmış bromkresol yeşili-metil kırmızısı karışık indikatörü karışımı ilave edilmiş ve yakma tüpü ile erlen damıtma düzeneğine yerleştirilerek damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Damıtma işlemi sonunda erlen alınarak 0,1 N H₂SO₄ ile açık pembe renge kadar titre edilmiştir. Harcanan miktar aşağıdaki formüle yerleştirilmiş ve % azot miktarı hesaplanmıştır. Belirlenen %azot miktarı 6,38 faktörü ile çarpılarak peynirlerin protein oranları hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\text{Toplam azot (\%)} = [(V_0 - V_s) \times 0,014 \times 100] / \ddot{O}$$

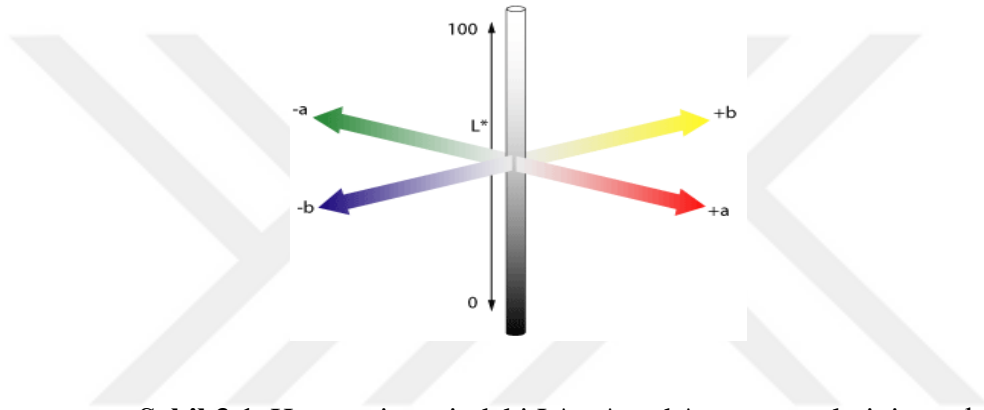
V_s = Şahit örnek için harcanan 0,1 N H₂SO₄ miktarı (mL)

V_0 = Labne peyniri için harcanan 0,1 N H₂SO₄ miktarı (mL)

\ddot{O} = Örnek ağırlığı (g)

Labne peyniri örneklerinde renk tayini

Labne peyniri örneklerinin renk (L^* , a^* , b^*) analizi, Minolta kromometresinde (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japonya) kalibrasyonu yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. L^* , a^* ve b^* değerlerini elde etmek için CIELab renk skalasında, L^* parametresi 0 ila 100 arasındaki değerlerde (parlaklık) siyahtan beyaza; a^* eksenini kırmızıdan ($+a^*$) yeşile ($-a^*$) ve b^* eksenini sarıdan ($+b^*$) maviye ($-b^*$) kadar olan bir değişim göstermiştir. Hunter sistemindeki renk parametrelerinin (L^* , a^* ve b^*) skalası Şekil 3.1.'de görülmektedir (Delikanli ve Ozcan 2017).



Şekil 3.1. Hunter sistemindeki L^* , a^* ve b^* parametrelerinin renk skalası

3.3.2. Labne peyniri örneklerinde amino asit tayini

Hazırlanacak örnek sayısına göre bir vialde belirli miktarda Reagent 3A ve Reagent 3B'den alınmış, bir cam şişeye konarak karıştırıp 3-5 sn vortekslenmiştir. Ayrıca vialde 100 μ L internal standart reagent 1 eklenerek vortekslenmiştir. 1,5 mL'lik şırınga ile örneğin tamamı 3-4 dakika içinde çekilmiştir. Sorbentte (SPE) örnek hapsolürken, vialde 200 μ L deiyonize su eklenmiş, tekrar şırıngaya çekilmiştir. Suyun tamamı çekilince şırınga ucundaki SPE ayrılarak şırınga da biriken sıvı kısım atılmıştır. En başta hazırlanan Reagent 3A ve Reagent 3B karışımından 200 μ L alınarak örnek vialine eklenmiştir. 0,6 mL'lik şırıngaya SPE eklenerek vialden örnek çekilmiştir. Ucunda SPE olan 0,6 mL'lik şırınga, vialden çıkarılmadan hızlı şekilde ileri itilerek içindeki karışımın vialde dolması sağlanmıştır. Daha sonra şırınganın ucundan SPE çıkarılarak Reagent 4'ten 50 μ L microdispenser (özel cam şırınga) ile alınmış ve vialde eklenmiştir. Örnek vortexte

3-5 sn karıştırılmış ve 3 dakika reaksiyon için beklenmiştir. Tekrar 3-5 sn vortekslenen örnek için yine 1 dakika beklenmiştir. Ardından microdispenser (özel cam şırınga) ile 100 µL Reagent 5'ten alınarak vial'e eklenmiştir. Vortekste çalkalanmış ve 1 dakika reaksiyon için beklenmiştir. Normal micropipetle 100 µL Reagent 6 alınarak vial'e konmuş ve 5 sn vortekslenmiştir. Vial'in içinde 2 farklı karışım gözlenmiştir. Üstteki tabakadan 100-150 µL alınmış ve insert vial'e örnek konmuştur. Insert vial, örnek şişesine konularak şişenin kapağı kapatılmıştır. Ototamplardan 2 µL numune alınmış ve gaz kromatografisine (Thermo GC Finnigan Trace GC Ultra) enjeksiyon yapılmıştır. 7 dakika içinde analiz sonuçlanarak kromatogram elde edilmiştir. Çalışmada, Zebron ZB-AAA 10 m x 0,25 mm kapılar GC kolon kullanılmıştır. Fırının başlangıç sıcaklığı 110°C'den 320°C sıcaklığa 30°C/dk. sıcaklık farkıyla arttırılmış ve bu sıcaklıkta 1 dakika tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.5 mL/dk.(60 kPa) 110°C) kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi 2 µL'dir. 320°C'de FID edektör kullanılmıştır. Pik alanları 3 tekerrürlü enjeksiyon sonucunda hesaplanmıştır (Akin ve Ozcan 2017).

3.3.3. Labne peyniri örneklerinde organik asit tayini

Organik asitlerin belirlenmesinde Bevilacqua ve Califano (1989) ve Canbulat ve Ozcan (2015)'in belirlediği yöntem modifiye edilerek Dionex Marka ICS 3000 Model sıvı kromatografi cihazı (ICS -VWD model UV detektörü), kolon olarak spesifik organik asit kolonu (Acclaim 4x250 mm organik asit kolonu) kullanılmıştır.

Örneklerde bulunan organik asitlerin (malik, laktik, asetik, sitrik, propiyonik, bütirik) ekstraksiyonu için, homojenize edilmiş Labne peyniri örneğinden 5 g alınarak 50 mL'lik falkon tüpüne aktarılmış ve içerisine 25 mL deiyonize saf su ilave edilmiştir. Karışım vorteksle 1 dakika iyice karıştırılmış ve santrifüj cihazında 4000 rpm de 10 dakika süre santrifüjlenmiştir. Üstte kalan kısım önce Whatman No:1 süzgeç kâğıdından daha sonra 0,45 µm lik membran filtreden geçirilerek HPLC cihazına enjekte edilecek saflığa getirilmiştir. Cihaz şartları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Cihaz şartları:

Mobil Faz: 100 mM Na₂SO₄, pH 2.65'a MSA ile ayarlanmış

Akış Hızı: 0,60 mL/dk.

Sıcaklık: 30 °C

Dedeksiyon: 210 nm

Enjeksiyon Hacmi: 5 µL

Organik asit standartları SUPELCO (USA) organik asit kitlerinden (malik, laktik, asetik, sitrik, propiyonik, bütirik asit) sulu çözeltiler içerisinde hazırlanmıştır. Organik asit miktarı belirleme dış standart metoduna göre yapılmış, lineer regresyon ile standart eğriler belirlenmiştir. Önce kromatografide alıkonma süreleri tespit edilen organik asitlerin standart çözeltileri örneklere ilave edilerek piklerin identifikasyonu sağlanmıştır. Ayrıca Labne peyniri örneklerine belirli oranda organik asit ilavesi yapılarak geri kazanım oranları hesaplanmıştır.

3.3.4. Labne peyniri örneklerinde tekstürel analizler

Labne peyniri örneklerinin tekstürel özellikleri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan, Texture Analyser TA-XT Plus cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

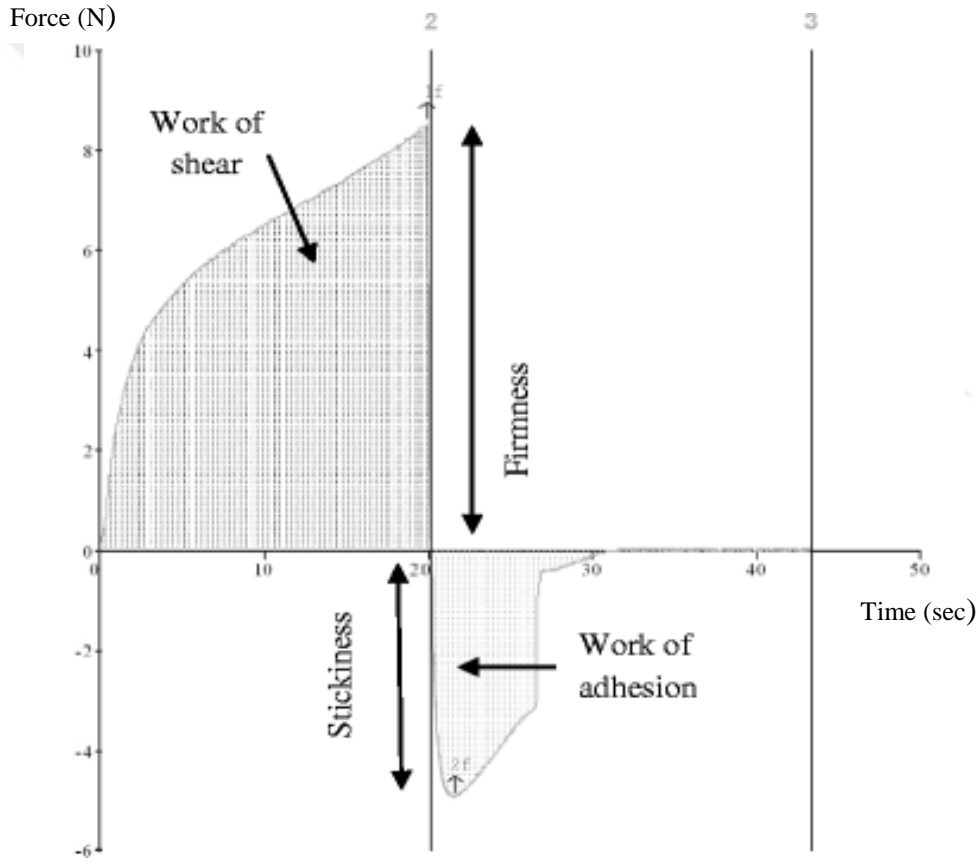
Labne peyniri örnekleri 5 cm derinliğindeki polistren kaplarda +4°C'de muhafaza edilmiş ve 20°C'de analiz edilmiştir. Analizde baskılama işlemi 2 mm.s⁻¹ crosshead hızında 1,2 cm çapındaki probun (spreadability rig) Labne peyniri örneğine daldırılıp 23 mm derinliğe ulaşması ile sağlanmıştır. Tekstür profil analiz tekniğine göre elde edilen kuvvet-zaman grafiklerden Labne peyniri örneklerinin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelerin hesaplanması Texture Analyser TA-XT Plus'ın yazılımı doğrultusunda yapılmıştır. Labne peynirinde tekstürel özellikler aşağıdaki parametreler ile ifade edilmiştir (Şekil 3.2.):

Firmness (sıkılık) (N); probun örnek içerisine penetresyonu sırasında oluşturduğu pik kuvvetidir.

Work of shear (kesilebilirlik) (N.s); probun penetresyonu gerçekleştirmesi için gereken enerji miktarıdır ve kesme işi olarak da adlandırılmaktadır.

Stickiness (yapışkanlık) (N); probun geri çekilmesi sırasında oluşan maksimum negatif tepe kuvvetidir. Dil ve damak tarafından algılanabilecek bir duygu olarak tanımlanan yarı katı gıda maddelerinin önemli bir duyusal niteliğidir.

Work of adhesion (dış yapışkanlık) (N.s); ürün yüzeyi ve probun yüzeyi arasındaki çekici kuvveti aşmak için gerekli iş olarak tanımlanmaktadır. Probu çıkarılması için gerekli negatif pik kuvvet enerjisi alanı olarak da ifade edilmektedir. Gıda maddesinin yüzeyi ile temas ettiği yüzey (diş, dil, damak veya prob) arasındaki çekim kuvvetini yenmek için gerekli iş olarak tanımlanmaktadır (Giri ve ark. 2014).



Şekil 3.2. Tekstür parametrelerinin grafiksel açılımı

3.3.5. Labne peyniri örneklerinde mikroyapı analizleri

Labne peynirlerine ait mikroyapı analizi Hussein ve Shalaby (2014)'ün belirlediği yöntem modifiye edilerek Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik laboratuvarında, taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscopy, SEM) ile gerçekleştirilmiştir.

Örnek hazırlama işleminde, Labne peynirleri 2 mm kalınlığına inceltilmiş ve 40°C'de suyu uçurulmuştur. Kuruyan örnekler %0,1'lik Nile Blue A (Sigma Aldrich kimyasal firması, Almanya) çözeltisi içerisinde 10 dakika bekletilmiş, fazla çözelti uzaklaştırıldıktan sonra palladium ile kaplanmıştır. Labne peynirinin protein ve yağ bileşimine ait mikroyapı görüntüleri (taramalı elektron mikroskobu-SEM, Carl Zeiss marka, LSM310 konfokal lazer) 488-633 nm aralığında 500-5000 kez yakınlaştırma yapılarak incelenmiştir.

3.3.6. Labne peyniri örneklerinde duyuusal analizler

Labne peynirlerine ait duyuusal özelliklerin belirlenmesinde Fenelon ve Guinee (2000) ve Adhikari ve ark. (2001) tarafından belirtilen duyuusal değerlendirme skalası modifiye edilerek değerlendirme yapılmıştır. Peynir örneklerinin duyuusal özelliklerinin saptanması için 8-12 kişilik bir panelist grup oluşturulmuş ve “Yapı ve Tekstür”, “Görünüş”, “Tat”, “Koku”, “Renk” ve “Aroma” özellikleri ile “Toplam Kabul Edilebilirlik” 5 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca panelistler peynirin kalite özellikleri ile ilgili yabancı aroma ve yapı dışı unsurlar (ekşi tat, fermente tat, pişmiş tat, buruk tat, yabancı tat, acı, tatlı, mayamsı, küflü, ransit tat, kremamsı tat, sütsü tat, metalik tat, tebeşirimsi tat, parlaklık, matlık, sıkı yapı, yapının üniform olup olmaması, serum ayrılması, jelimsi yapı, uzayan yapı, yapışkanlık, parçalı/dalgalı renk, koyu, beyaz, krem beyaz, sarımsı renk, doğal olmayan aroma, asetaldehit aroması, karakteristik tat ve aromada, istenmeyen aroma varlığı) ile ilgili ayrıntıları da derecelendirme tablosunda belirtmişlerdir.

3.3.7. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanarak Labne peyniri örneklerindeki ürün çeşitleri ve depolama süresi boyunca fiziko-kimyasal, tekstürel ve duysal özelliklerinde meydana gelen farklılıklar belirlenmiş ve buna bağlı olarak da varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Alınan ortalamalar arasındaki önemli düzeyde görülen farkların karşılaştırılması ise LSD testi ile gerçekleştirilmiştir ($p<0,05$, $p<0,01$).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Protein Katkıları ile Zenginleştirilen Yağı Azaltılmış Labne Peynirlerinin Özellikleri

4.1.1. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin fiziko-kimyasal özellikleri

Peynir, fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile karmaşık bir matrikse sahip bir süt ürünüdür. Peynirlerde temel anlamda, glikoliz, lipoliz ve proteoliz en önemli biyokimyasal değişiklikler olarak meydana gelmekte ve olgunlaşma boyunca devam etmektedir (McSweeney ve Sousa 2000). Peynirde pıhtı oluşumunda etkili asitlik gelişimi sütün jelleşmesi ile başlamakta, peynirin olgunlaşması ve depolaması boyunca da devam etmektedir. Laktozun hidrolizasyonu sonucunda oluşan laktik asit, asetik asit, formik asit, bütirik asit, serbest yağ asitleri, proteoliz sonucu oluşan serbest amino asitler peynirde asitliği oluşturmaktadır. Süt yağının hidrolize olması ile açığa çıkan yağ asitlerinin düzeyi de titrasyon asitliği değerlerinde farklılığa sebep olmaktadır (Sousa ve ark. 2001, Qian ve Reinneccius 2002, Singh ve ark. 2003).

Peynirlerin üretimi, olgunlaşması ve depolama süresi üzerinde etkili olan pH değeri, kalite üzerinde de önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Serbest bazik bileşikler ve nötral tampon maddeler, proteine bağlı asidik ve bazik gruplar ile serbest organik asitler peynirde pH üzerine etkili olan bileşenlerdir (McSweeney 2004, Kurdal ve ark. 2019).

Labne peynirlerine ait pH değerleri ve titrasyon asitliği (%) oranları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ortalama pH değerleri incelendiğinde en yüksek değer 4,80 ile depolamanın 120. gününde, en düşük değer 4,71 ile depolamanın 1. ve 60. gününde belirlenmiştir. Ortalama titrasyon asitliği oranları incelendiğinde en yüksek değer %1,13 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer %0,87 ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır.

Peynirin besin değerinin kapsamını oluşturmasının yanısıra, duyuşsal ve yapışsal özelliklerini de etkileyen kurumadde peynirin raf ömrünü belirleyen bir faktördür.

Peynirde kurumaddenin büyük bir bölümünü protein, yağ, tuz, mineral maddeler, az miktarda da laktoz ve diğer bileşenler oluşturmaktadır (Chandan ve Kapoor 2011) .

Peynirlerde kül oranı ise, sütten ve tuzdan gelen mineral maddeler ile şekillenmektedir (O'Connor ve O'Brien 2000).

Labne peynirlerine ait kurumadde ve kül oranları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ortalama kurumadde oranları incelendiğinde en yüksek değer %28,89 ile depolamanın 120. gününde, en düşük değer %27,93 ile depolamanın 60. gününde belirlenmiştir. Ortalama kül oranları incelendiğinde en yüksek değer %1,28 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer %1,13 ile depolamanın 60. gününde saptanmıştır.

Tuz, genellikle koruyucu olarak ve gıdanın lezzetini arttırmak için ürünlerde kullanılmaktadır. Peynirlerde ise mikroorganizma gelişimini, enzim aktivitesini ve sineresisi (peyniraltı suyunun ayrılması) etkilemektedir (Guinee ve Fox 2004, Doyle ve Glass 2010). Tuz oranının azalmasının tekstürü olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Møller ve ark. 2013). Ortalama tuz oranları incelendiğinde en yüksek %0,79 ile depolamanın 60. gününde, en düşük değer %0,71 ile depolamanın 1. ve 120. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Krem benzeri peynirlerin üretiminde kullanılan tuz, peynirde tat üzerine etkisinin yanısıra tekstür üzerine de etki göstermektedir. Tuz oranının artmasının, proteinlerin kümeleşmesi üzerindeki etkisinden dolayı krem peynirde sertliği arttırdığı Cheftel ve ark. (1985) tarafından bildirilmiştir.

Sütte asitlik artışı ya da peynir mayası ilave edildikten sonra meydana gelen jelleşme, süt proteinlerindeki reaksiyon sonucunda peynir üretiminde oluşan temel mekanizmadır (O'Kane ve ark. 2004). Ortalama protein oranları incelendiğinde en yüksek değer %9,21 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer %8,00 ile depolamanın 60. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri

Labne Peyniri Çeşidi	pH			Titrasyon Asitliği (%)			Kurumadde (%)			Kül (%)			Tuz (%)			Protein (%)			Yağ (%)		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	4,67	4,66	4,66	0,67	0,89	0,55	28,53	27,28	29,85	0,86	0,82	0,74	0,48	0,49	0,44	6,54	6,71	6,29	18,00	18,00	18,00
LC12	4,52	4,52	4,52	0,98	0,92	0,84	28,12	26,34	26,67	1,09	0,97	0,98	0,49	0,79	0,67	7,61	6,40	5,88	12,00	12,00	12,00
LC6	5,02	5,02	5,02	1,00	1,00	0,89	27,63	26,42	29,34	1,43	1,26	1,15	0,60	0,87	0,79	8,29	7,38	7,09	6,00	6,00	6,00
LPP12	4,38	4,38	4,38	1,09	0,89	0,98	25,77	26,95	26,25	1,23	1,17	1,06	0,81	0,79	0,59	7,56	4,38	5,17	12,00	12,00	12,00
LPP6	4,96	4,96	4,96	1,26	1,11	1,05	31,70	31,02	31,81	1,51	1,44	1,47	0,62	0,90	0,78	12,06	5,10	4,84	6,00	6,00	6,00
LSK12	4,42	4,42	4,42	1,04	1,00	1,22	29,06	25,21	26,44	1,01	0,97	1,36	0,87	0,96	0,75	8,11	9,58	10,34	12,00	12,00	12,00
LSK6	4,78	4,78	4,78	1,68	1,41	1,00	30,60	31,53	31,14	1,44	1,21	0,76	0,63	0,87	0,81	11,21	11,55	12,04	6,00	6,00	6,00
LBG12	4,49	4,49	4,49	0,92	0,82	0,89	23,70	25,65	24,78	0,94	0,96	0,87	0,88	0,71	0,80	8,40	7,34	10,43	12,00	12,00	12,00
LBG6	5,07	5,07	5,07	1,14	1,12	0,93	31,40	30,92	30,79	1,82	1,31	1,17	0,64	0,92	0,99	10,99	10,76	13,16	6,00	6,00	6,00
LBP12	4,44	4,44	4,88	1,09	0,91	0,56	25,72	24,92	28,49	1,01	0,94	0,94	0,89	0,66	0,61	7,59	9,23	7,11	12,00	12,00	12,00
LBP6	5,06	5,06	4,90	1,53	1,06	0,80	30,06	29,82	31,26	1,80	1,26	1,40	0,77	0,94	0,70	10,33	13,11	7,80	6,00	6,00	6,00
LSP12	4,38	4,38	4,79	1,15	0,75	0,70	26,06	26,60	26,15	1,08	1,08	1,14	0,96	0,66	0,58	8,68	7,08	9,80	12,00	12,00	12,00
LSP6	5,04	5,04	5,47	1,15	1,23	0,94	30,42	30,40	32,65	1,44	1,34	1,75	0,56	0,78	0,80	12,32	5,42	8,18	6,00	6,00	6,00
Min	4,38	4,38	4,38	0,67	0,75	0,55	23,70	24,92	24,78	0,86	0,82	0,74	0,48	0,49	0,44	6,54	4,38	4,84	6,00	6,00	6,00
Max	5,07	5,07	5,47	1,68	1,41	1,22	31,70	31,53	32,65	1,82	1,44	1,75	0,96	0,96	0,99	12,32	13,11	13,16	18,00	18,00	18,00
Ort	4,71	4,71	4,80	1,13	1,01	0,87	28,37	27,93	28,89	1,28	1,13	1,14	0,71	0,79	0,71	9,21	8,00	8,32	9,69	9,69	9,69

Peynirde yağ, lezzet oluşumu ve diğer duyuşsal özellikler açısından en önemli faktörlerinden biridir. Peynirde yağ oranının azaltılması acılık, istenmeyen renk oluşumu, yapı bozukluğu gibi duyuşsal kusurlara ve tekstürel özelliklerin değişmesine neden olmaktadır (Romeih ve ark. 2002). Yağ oranının azaltılmasının peynir tekstürü üzerine olumsuz etkileri olduğu araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Guinee ve ark. 2000, Gwartney ve ark. 2002). Labne peynirlerine ait yağ oranları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ortalama yağ oranları incelendiğinde 1., 60. ve 120. günlerde %9,69 oranı ile değişkenlik olmadığı gözlenmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin titrasyon asitliği oranları ve pH değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Labne peynirlerinde en yüksek pH oranı 5,18 ile LBG6 örneğinde, en düşük pH oranı ise 4,38 ile LPP12 örneğinde saptanmıştır. Örnekler arasında oluşan bu farklılıkta, üretimde kullanılan katkı maddelerinin bileşimi ve içerdikleri fermente edilebilir karbonhidrat miktarları ve katılan starter kültür aktivitesi ile asitlik gelişiminin değişik zaman ve düzeyde olmasının etkili olduğu düşünölmektedir (Çizelge 4.2).

Süt ürünleri üretiminde kullanılan katkı maddelerinin bileşimi ve özelliklerinin, ürünün fermantasyonu sırasında önemli bir etkiye sahip olduğu ve pH'daki değişimlerin de kullanılan katkı maddelerinin tamponlama kapasitesine bağlı olduğu belirtilmektedir (Salaün ve ark. 2004). Benzer şekilde süt bazlı katkılı örneklerde, laktik asit oranındaki değişimlerin ise, kullanılan katkı maddesinin laktoz seviyesine bağlı olarak meydana geldiği belirtilmiştir (Zare ve ark. 2012).

Labne peyniri örneklerinin titrasyon asitliği oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, Labne peynirlerinde en yüksek titrasyon asitliği oranı %1,36 ile süt proteini katkılı LSK6 örneğinde, en düşük titrasyon asitliği oranı ise %0,70 ile LC18 örneğinde bulunmuştur.

Süt proteini konsantratu, sütün ultrafiltrasyon ve diafiltrasyonu ile üretilmekte, ardından evaporasyon ve sprey kurutma işleme tabi tutulmaktadır. Elde edilen konsantrat protein

açısından yüksektir ve süt yağsız kurummaddesine alternatif olarak gıdalarda özellikle süt ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Alvarez ve ark. 2005). Süt tozlarına benzer şekilde, süt proteini konsantratları, süt aroması oluşturmak, ürünün protein içeriğini arttırmak ve ağızda doygunluk hissini arttırmak için çeşitli içeceklerde ve gıdalarda kullanılmaktadır (Kelly 2009). Ayrıca süt protein konsantratlarının protein içeriği yağsız süt tozundan daha yüksek olduğundan, daha iyi bir fonksiyonel bileşime sahip olmakta ve üründe teknolojik özellikleri geliştirmektedir (Augustin ve Margetts 2003).

Mozarella peynirinde yapılan bir çalışmada, %1 oranında süt proteini konsantratu ilavesinin asitliğin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Hamad ve ark. 2017).

Karademir-Şanlı (2006) ısıtma işlemi ile denatürasyon sonucu serum proteinlerinin daha fazla su tutması ve buna bağlı olarak ortamı starter kültür faaliyetine daha uygun hale getirmesinin bir sonucu olarak yüksek su oranının pıhtıda daha fazla laktoz kalmasına neden olduğunu ve asitliğin de daha fazla geliştiğini belirtmişlerdir.

Yağ oranı azaltılan peynirlerde birçok araştırmacı (Rudan ve ark. 1999, Fenelon ve ark. 2000, Fenelon ve Guinee 2000, Kahyaoğlu ve Kaya 2003) tarafından da saptandığı gibi tam yağlı peynirlere kıyasla daha yüksek oranda protein bulunmaktadır. Artan protein düzeyi ise asitliğin yüksek olmasına neden olmaktadır.

Labne peyniri örneklerinin pH oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek pH oranı 4,80 ile 120. günde, en düşük pH oranı ise 4,71 ile 1. ve 60. günde saptanmıştır. Labne peynirlerinin pH değerleri depolama süresi sonunda az bir artış göstermiştir. Depolamanın sonunda pH'da meydana gelen bu artışın, fermantasyondan sonra Labne peynirlerinin pastörize edilmesine bağlı olarak laktik asit gelişiminin engellenmesinden ve proteinlerin amfoter özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Rajbhandari ve Kindstedt (2005), peynirlerde pH değerine, peynir matriksindeki laktik asit ve kalsiyum miktarının etkili olduğunu belirtmektedirler. Labne peyniri örneklerinin titrasyon asitliği oranlarının depolama süresine ait LSD testi

sonuçları incelendiğinde en yüksek titrasyon asitliği oranı %1,13 ile 1. günde, en düşük titrasyon asitliği oranı ise %0,87 ile 120. günde saptanmıştır.

Tamime ve Robinson (2007) yaptıkları çalışmada, yoğurda protein içeriği yüksek katkı maddelerinin ilave edilmesinin tamponlayıcı etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Laktik asit bakterileri gıdaların içeriğinde bulunan fermente edilebilir şeker oranına bağlı olarak laktik asit oluşturmaktadırlar. Üretimde laktik asit üretimini destekleyen katkı maddelerinin kullanımı fermantasyon sırasında pH'daki düşüşü de sınırlayarak tamponlama özelliği göstermektedir.

Olgunlaşma sırasında laktik asidin başka ürünlere parçalanması ve/veya alkali azotlu bileşiklerin oluşumuyla peynir pH'sının arttığı Koca ve Metin (2004) tarafından da bildirilmektedir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin kurumadde değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Labne peyniri örneklerinin kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, Labne peynirlerinde en yüksek kurumadde oranı %31,51 ile peyniraltı suyu proteini içeren LPP6 örneğinde saptanmıştır. Peyniraltı suyu protein konsantratinin (WPC) süt ürünlerinde kullanılması, gıdalarda duyuşal ve tekstürel özelliklerin ve kalitenin korunabilmesi için alternatif bir katkı maddesi olmaktadır. WPC, teknolojik özelliklerinin yanısıra yüksek oranda aktif protein içermesi nedeniyle besinsel açıdan da zengin bir yağ ikame maddesidir (Delikanli ve Ozcan 2014, Solowiej ve ark. 2014).

Labne peynirlerinde en düşük kurumadde oranı ise %24,71 ile LBP12 örneğinde bulunmuştur. Kurumadde oranlarındaki bu farklılığın, katılan proteinlerin bileşimi, mikroorganizmaların ve enzimlerin faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.2. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	pH	Titrasyon Asitliği	Kurumadde	Kül	Tuz	Protein	Yağ
LC18	9	4,66 ^f	0,70 ^h	28,55 ^c	0,81 ^g	0,47 ^g	6,59 ⁱ	18,00 ^a
LC12	9	4,52 ^h	0,91 ^{ef}	27,04 ^{de}	1,01 ^{de}	0,65 ^f	6,57 ⁱ	12,00 ^b
LC6	9	5,02 ^c	0,96 ^{de}	27,80 ^{cd}	1,28 ^b	0,75 ^c	7,63 ^g	6,00 ^c
LPP12	9	4,38 ⁱ	0,99 ^d	26,32 ^e	1,15 ^c	0,73 ^{de}	5,76 ^j	12,00 ^b
LPP6	9	4,96 ^d	1,14 ^b	31,51 ^a	1,47 ^a	0,76 ^c	7,34 ^h	6,00 ^c
LSK12	9	4,42 ⁱ	1,09 ^{bc}	26,91 ^e	1,12 ^c	0,86 ^a	9,30 ^d	12,00 ^b
LSK6	9	4,78 ^e	1,36 ^a	31,09 ^{ab}	1,14 ^c	0,77 ^c	11,59 ^b	6,00 ^c
LBG12	9	4,52 ^h	0,86 ^{fg}	26,27 ^e	1,10 ^{cd}	0,73 ^d	8,61 ^e	12,00 ^b
LBG6	9	5,18 ^a	1,11 ^{bc}	31,15 ^{ab}	1,51 ^a	0,71 ^e	10,40 ^c	6,00 ^c
LBP12	9	4,49 ^h	0,88 ^{fg}	24,71 ^f	0,92 ^f	0,79 ^b	9,38 ^d	12,00 ^b
LBP6	9	5,07 ^b	1,07 ^c	31,04 ^{ab}	1,43 ^a	0,85 ^a	12,41 ^a	6,00 ^c
LSP12	9	4,59 ^g	0,85 ^g	26,38 ^e	0,96 ^{ef}	0,71 ^e	7,19 ^h	12,00 ^b
LSP6	9	5,01 ^c	1,13 ^b	30,38 ^b	1,49 ^a	0,80 ^b	7,83 ^f	6,00 ^c
Depolama Süresi (gün) (D)								
1	39	4,71 ^b	1,13 ^a	28,37 ^b	1,28 ^a	0,71 ^b	9,21 ^a	9,44
60	39	4,71 ^b	1,01 ^b	27,93 ^c	1,13 ^b	0,79 ^a	7,99 ^c	9,43
120	39	4,80 ^a	0,87 ^c	28,89 ^a	1,14 ^b	0,71 ^b	8,31 ^b	9,44
ANOVA								
Labne Peyniri Çeşidi (L)		**	**	**	**	**	**	ns
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**	**	**	ns
LxD		**	**	**	**	**	**	ns

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ns: önemsiz.

Labne peyniri örneklerinin kurumadde oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek kurumadde oranı %28,89 ile 120. günde, en düşük kurumadde oranı ise %27,93 ile 60. günde saptanmıştır (Çizelge 4.2.). Labne peynirlerinin depolama süresince kurumadde oranlarındaki farklılığın, serum ayrılmasına bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Süt ürünlerinde nem oranının sineresis ile yakından bağlantısı bulunduğunu Vargas ve ark. (2008) keçi sütü ve inek sütü kullanarak ürettikleri yoğurtta depolama boyunca yaptıkları analizler sonucunda belirlemişlerdir.

Akin ve Ozcan (2017), 21 günlük depolama boyunca kontrol grubuyla bitkisel proteinli fermente süt içecekleri karşılaştırdıklarında bitkisel proteinlerin su tutma kapasitelerinin düşük olmasına bağlı olarak serum ayrılmasının yüksek çıktığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, buğday gluteni ve bezelye protein izolatu örneklerinde ise serum ayrılması diğer protein katkılarına göre daha düşük olarak saptanmıştır.

Kül oranlarındaki varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin kül oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Labne peyniri örneklerinin kül oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Labne peynirlerinde en yüksek kül oranları buğday gluteni içeren LBG6 (%1,51), soya proteini içeren LSP6 (%1,49), peyniraltı suyu proteini içeren LPP6 (%1,47) ve bezelye proteini içeren LBP6 (%1,43) örneklerinde saptanmıştır. En düşük kül oranı ise %0,81 ile LC18 örneğinde bulunmuştur. Tahıllar; iyi bir protein, mineral, B grubu vitaminler ve diyet lifi kaynağı olması ile gıdaların geliştirilmesinde kullanılan önemli bir katkıdır (Boye ve ark. 2010, Kumar ve ark. 2011). Labne peynirlerinde kül oranlarındaki bu farklılığın toplam kurumadde ve tuz oranlarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Labne peyniri örneklerinin kül oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek kül oranı %1,28 ile 1. günde, en düşük kül oranı ise % 1,13 ile 60. günde ve %1,14 ile 120. günde saptanmıştır (Çizelge 4.2.). Bulut-Solak (2013) eritme peynirlerinde yaptığı bir çalışmada, peynirdeki %kül oranının üretimde kullanılan

katkıların bileşimine, peynirin su oranına, peynirdeki NaCl oranına ve kurumadde oranına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin tuz oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde Labne peynirlerinde en yüksek tuz oranı %0,86 ile LSK12 ve %0,85 ile LBP6 örneklerinde saptanmıştır. En düşük tuz oranı ise %0,47 ile LC18 örneğinde bulunmuştur. Tuz oranlarındaki bu farklılığın üretim teknolojisine bağlı olarak ikinci pastörizasyondan sonra peynir örneklerinden suyun uzaklaşmasına bağlı olarak kurumadde ve nem oranlarındaki değişimden kaynaklandığı düşünülebilir. Depolama boyunca tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek tuz oranı %0,79 ile 60. günde, en düşük tuz oranı ise %0,71 ile 1. ve 120. günde saptanmıştır (Çizelge 4.2.).

Agarwal ve ark. (2006), tuz konsantrasyonunun artmasının peynirden daha fazla nem atılmasına sebep olduğunu, bunun da peynirdeki kalsiyum ve diğer mineral konsantrasyonlarının azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Fermente ürünlerde oluşan jel yapısı; protein miktarı, pH, kalsiyum konsantrasyonu ve sıcaklıktan büyük oranda etkilenmektedir. Peynirlere yağsız süt tozu, süt protein konsantratları, kazein gibi süt proteini içeren katkıların ilave edilmesi ile peynirlerin fiziko-kimyasal, reolojik özelliklerinin değiştiği belirtilmektedir (Guinee 2002, Delikanli ve Özcan 2017).

Proteinlerin ayrıca, peynir randımanı ve aroması üzerine de olumlu katkıları bulunmaktadır (McSweeney ve Sousa 2000, Guinee 2002, Singh ve ark. 2003, Upadhyay ve ark. 2004, Hassan ve ark. 2013). Protein konsantrasyonu ve çeşidi ve dehidrasyon özelliklerinin asit ve peynir mayası ile koagüle edilmiş süt proteini jellerinin mikroyapısı üzerine büyük oranda etkisi bulunduğu belirtilmektedir (Özdemir ve Özcan 2019).

Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin protein oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Labne peynirlerinde en yüksek protein oranı %12,41 ile

bezelye proteini içeren LBP6 örneğinde saptanmıştır. En düşük protein oranı ise %5,76 ile LPP12 örneklerinde bulunmuştur. Protein oranlarındaki bu farklılığın kullanılan katkı maddesinin içeriğinde bulunan protein oranları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Maninder ve ark. (2007), Aluko ve ark. (2009) ve Barac ve ark. (2010) bezelye (*Pisum sativum L.*) protein ürünlerinin etkili fonksiyonel katkıları olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Bezelye proteinleri, sedimentasyon katsayısına göre legümin ve visilin olmak üzere iki fraksiyon halinde sınıflandırılmaktadır. Bu proteinlerin gıdalarda kullanımının teknolojik anlamda olumlu etkiler gösterdiği amino asit bileşimi, yapısı ve bu proteinlerin işlevselliği bakımından da önemli farkların olduğu O’Kane ve ark. (2004) ve Boye ve ark. (2010) tarafından da belirtilmiştir.

Genel olarak, proteinlerin tekno-fonksiyonel özellikleri, iç ve dış faktörler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. İç faktörler; amino asit kompozisyonu, şekli, büyüklüğü, hidrofobik / hidrofilik oranı olarak belirtilmektedir. Dış faktörler ise pH, iyonik kuvvet, sıcaklık, konformasyon, ekstraksiyon yöntemi, hidrofobik ve hidrofilik özelliklerdir. Bu faktörlerin yanısıra, proteinlerin konsantrat ve izolatları şeklinde bulunuşu da, gıda sistemlerinde uygulanabilirlik açısından önem taşımaktadır (Bonner 2007).

Proteoliz sonucunda peynir matriksinin değişmesi, peptid ve amino asitlerin açığa çıkması sonucu lezzetin gelişmesi ile tekstürel özelliklerin değişimi sağlanmaktadır. Pıhtılaştırıcı ilavesine ilave olarak, laktik asit bakterileri de proteolize önemli katkıda bulunmaktadır (Wick ve ark. 2004).

Protein oranlarındaki varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin protein oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Labne peyniri örneklerinin protein oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek protein oranı %9,21 ile 1. günde, en düşük protein oranı ise %7,99 ile 60. günde saptanmıştır (Çizelge 4.2.)

Peynirin yağ miktarı peynirin aroması, fiziksel, tekstürel özellikleri ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini direkt olarak etkileyen parametrelerdendir. Buna bağlı olarak peynirin tat ve aromasına katkıda bulunan parçalanma ürünleri de yağ oranına göre farklılık göstermektedir (McSweeney ve Sousa 2000). Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Labne peynirlerinde en yüksek yağ oranı %18,00 ile LC18 örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük yağ oranı ise %6 yağ içeren Labne peyniri örneklerinde bulunmuştur. Yağ oranlarındaki bu farklılık Labne peynirlerine uygulanan standardizasyon işlemi sırasında farklı yağ oranlarına sahip sütlerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Yağ oranlarındaki varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde Labne peyniri örneklerinin yağ oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları Labne peynirlerinin yağ oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,01$) (Çizelge 4.2).

4.1.2. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin renk özellikleri

Renk analizinde Labne peyniri örneklerinin, beyazlık /siyahlık (L), kırmızılık/ yeşillik (a) ve sarılık/mavilik (b) değerleri belirlenmiştir. Labne peynirlerine ait L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Ortalama L* oranları incelendiğinde en yüksek değer 77,42 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer 60,75 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir. Ortalama a* değerleri incelendiğinde en yüksek değer 3,48 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer 2,62 ile depolamanın 120. gününde, ortalama b* değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer 12,73 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer 9,74 ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır (Çizelge 4.3.).

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin renk değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Labne peyniri örneklerinin renk (L*, a*, b*) değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde Labne peynirlerinde en yüksek L* değerleri 75,62 ile LC12, 74,99 ile LC18, 74,94 ile LPP12 örneklerinde, en yüksek a* değerleri 3,88 ile LPP12, 3,75 ile LC12, 3,68 ile LC18 örneklerinde, en yüksek

b* değeri 13,14 ile LC6 örneğinde saptanmıştır. En düşük L* değeri 65,54 ile LBG6 örneğinde, en düşük a* değeri 1,82 ile LBP12 örneğinde, en düşük b* değeri 10,08 ile LBG12 ve 10,32 LBP12 örneklerinde bulunmuştur.

Shand ve ark. (2007) bezelye protein izolatlarının fiziko-kimyasal özelliklerini incelediklerinde, bezelye proteininin gıdalarda kullanımının daha sarımsı bir renk oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Juan ve ark. (2013), yağı azaltarak ürettikleri taze peynirlerde yaptıkları renk analizinde, az yağlı peynirlerin, tam yağlı peynirlere göre daha düşük parlaklık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

En yüksek L* değerinin kontrol grubunda bulunmasının, kullanılan katkı maddelerinin Labne peynirinde parlaklığı azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Labne peyniri örneklerinin renk değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek L* değeri 77,41, a* değeri -3,48, b* değeri 12,73 ile 1. günde bulunurken en düşük L* değeri 60,88, a* değeri -2,64, b* değeri 9,80 ile 120. günde saptanmıştır (Çizelge 4.4.).

Youssef ve ark. (2015) yumuşak beyaz peynirde yaptıkları bir çalışmada, 30 günlük depolama ve olgunlaşma periyodunun sonunda L* ve a* değerlerinin taze peynirlerin sonuçlarına göre daha düşük değerlere sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca renk (L*, a*, b*) değerleri

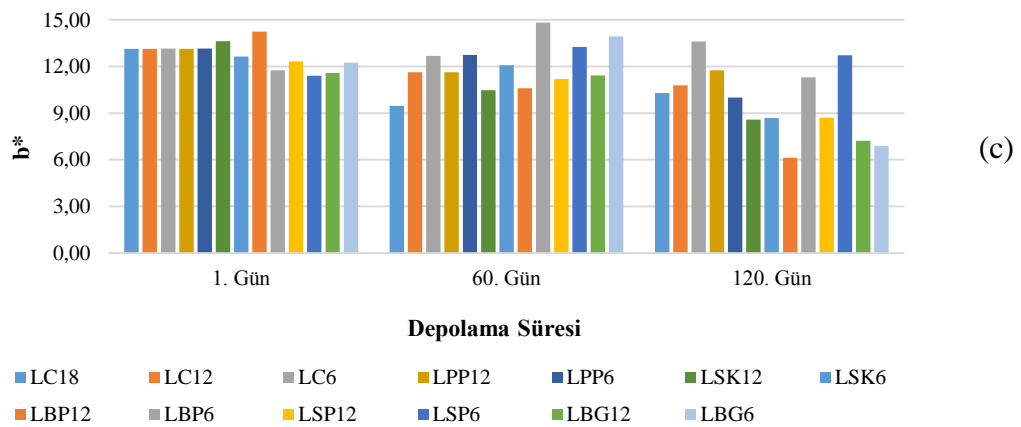
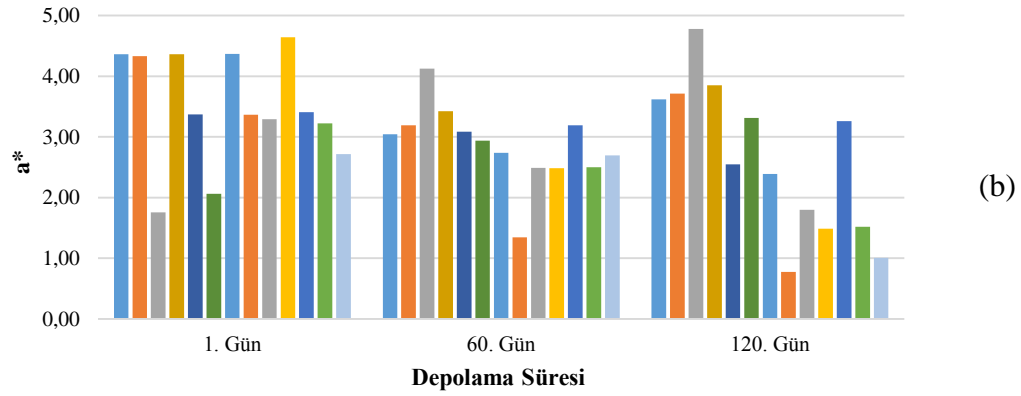
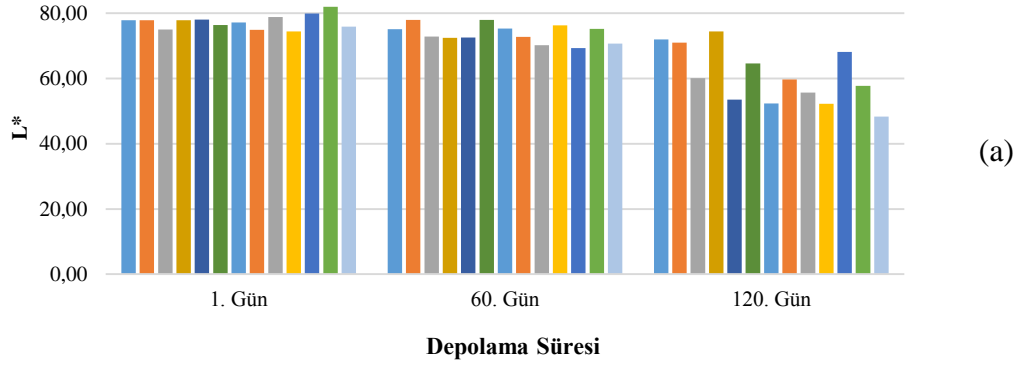
Labne Peyniri									
Çeşidi	L*			a*			b*		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	77,89	75,13	71,96	-4,36	-3,04	-3,62	13,14	9,47	10,28
LC12	77,89	78,00	70,98	-4,33	-3,19	-3,71	13,14	11,62	10,78
LC6	75,00	72,85	60,07	-1,76	-4,12	-4,78	13,15	12,67	13,61
LPP12	77,89	72,46	74,47	-4,36	-3,42	-3,85	13,14	11,63	11,74
LPP6	78,07	72,61	53,49	-3,37	-3,09	-2,55	13,15	12,74	10,00
LSK12	76,37	78,00	64,67	-2,06	-2,94	-3,31	13,63	10,48	8,58
LSK6	77,22	75,28	52,35	-4,37	-2,74	-2,39	12,64	12,08	8,67
LBG12	74,97	72,72	59,72	-3,36	-1,34	-0,77	14,25	10,59	6,13
LBG6	78,81	70,24	55,68	-3,29	-2,49	-1,80	11,76	14,82	11,30
LBP12	74,44	76,30	52,21	-4,64	-2,48	-1,49	12,33	11,20	8,71
LBP6	79,97	69,34	68,18	-3,41	-3,19	-3,26	11,39	13,24	12,71
LSP12	81,99	75,19	57,70	-3,22	-2,50	-1,52	11,58	11,42	7,23
LSP6	75,90	70,75	48,28	-2,72	-2,69	-1,01	12,24	13,93	6,90
Minimum	74,44	69,34	48,28	-1,76	-1,34	-0,77	11,39	9,47	6,13
Maksimum	81,99	78,00	74,47	-4,64	-4,12	-4,78	14,25	14,82	13,61
Ortalama	77,42	73,76	60,75	-3,48	-2,86	-2,62	12,73	11,99	9,74

Çizelge 4.4. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca L*, a*, b* değerlerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	L*	a*	b*
LC18	9	74,99 ^a	-3,68 ^a	10,96 ^c
LC12	9	75,62 ^a	-3,75 ^a	11,85 ^b
LC6	9	69,31 ^c	-3,55 ^{ab}	13,14 ^a
LPP12	9	74,94 ^a	-3,88 ^a	12,17 ^{ab}
LPP6	9	68,06 ^c	-3,00 ^{cde}	11,96 ^b
LSK12	9	73,01 ^{ab}	-2,77 ^{ef}	10,90 ^c
LSK6	9	68,28 ^c	-3,16 ^{cd}	11,13 ^{bc}
LBG12	9	71,63 ^b	-2,41 ^g	10,08 ^d
LBG6	9	65,54 ^d	-2,21 ^g	11,29 ^b
LBP12	9	69,14 ^c	-1,82 ^h	10,32 ^d
LBP6	9	68,24 ^c	-2,53 ^{fg}	12,63 ^{ab}
LSP12	9	67,65 ^{cd}	-2,87 ^{def}	10,74 ^c
LSP6	9	72,50 ^b	-3,29 ^{bc}	12,45 ^{ab}
Depolama Süresi (gün) (D)				
1	39	77,41 ^a	-3,48 ^a	12,73 ^a
60	39	73,76 ^b	-2,87 ^b	11,99 ^b
120	39	60,88 ^c	-2,64 ^c	9,80 ^c
ANOVA				
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**
LxD		**	**	**

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Şekil 4.1.'de Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca L*, a* ve b* değerleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca a) L*, b) a* ve c) b* değerleri

4.1.3. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin amino asit değerleri

Süt, beslenme açısından büyük öneme sahip esansiyel amino asitleri bitkisel proteinlere göre daha fazla miktarda ve yeterli oranda içeren biyolojik değeri yüksek bir gıda maddesidir. Bu esansiyel amino asitler ise insan metabolizmasında ve kas protein sentezinde önemli role sahip bileşenlerdir (Wolfe 2002, Layman 2003, Etzel 2004, Haug ve ark. 2007).

Proteinler, yapıtaşları olan amino asitlerden oluşmaktadır. Amino asitler biyolojik önemlerine göre esansiyel olan ve esansiyel olmayan amino asitler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Esansiyel amino asitler; lizin, lösin, izolösin, metionin, treonin, triptofan, fenilalanin, valindir. Esansiyel olmayan amino asitler ise alanin, glisin, arjinin, aspartik asit, sistein, sistin, glutamik asit, histidin, prolin, serin, trozin, glutamin şeklinde sınıflandırılmaktadır (Auton ve ark. 2008, Coultate 2009).

Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin amino asit içeriklerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde sırasıyla prolin, lösin, metionin, lizin ve treonin Labne peyniri örneklerinde en çok rastlanan amino asitler olarak tespit edilmiştir. **Prolin (Pro)**, yapısında amino grubu (-NH) ve bir halkalı yapı içeren amino asittir. Prolin, halkalı yapısı nedeniyle proteinin yapısal fleksibilitesini azaltmaktadır. **Lösin (Leu)**, dallı yan zincirli amino asittir ve büyük yan zincirleri, diğerlerinden farklı şekilleriyle protein yapıları içinde hidrofobik etkileşimi kolaylaştırmada önemlidir. **Metiyonin (Met)**, kükürt ve aynı zamanda metil grubu içeren amino asittir. **Lizin (Lys)**, alifatik zincirde ε-pozisyonunda ikinci bir amino grubu içeren amino asittir. **Treonin (Thr)**, metil grubuna hidroksil grubu bağlanmış amino asittir. Tioprolin, aminoadipik asit ve aminopimelik asit ise, bazı Labne peyniri örneklerinde saptanmıştır

Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinde amino asit değerlerinin LSD testi sonuçları incelendiğinde, alanin, valin, lösin, izolösin, treonin, prolin, metionin, aminoadipik asit, lizin, fenilalanin, triptofan ve hidroksprolin seviyelerinin en fazla miktarda süt protein konsantratu içeren Labne peyniri örneklerinde tespit edildiği

görülmüştür. Aspartik asit ve glutamin seviyeleri ise en fazla soya protein izolatu içeren örneklerde bulunurken, tirozin ve glisin seviyeleri ise kontrol örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.5.). Labne peynirlerinin bileşimindeki protein çeşidi ve bunların bileşimindeki amino asit içeriklerine göre toplam amino asit değerleri ve amino asitlerin herbirinin oranları peynirlerde farklı bulunmuştur.

Yoğurt ile ilgili yapılan çeşitli araştırmalarda, süt proteinleri içeren yoğurtlarda starter kültür aktivitesi ile peptid ve amino asit miktarının etkilendiği belirtilmiştir (Sodini ve ark. 2006, Lucas ve ark. 2004, Zare ve ark. 2012).

Üç zincirli amino asitlerden lösin, valin ve izolösin, protein sentezinde enerji substratı olarak metabolik görevler üstlenirken, alanin ve glutamin sentezi için öncü maddeler ve kas protein sentezi modölatörleri olarak da çeşitli metabolik tepkimeleri desteklemektedirler (Anthony ve ark. 2001).

Kükürtlü amino asitler ve metabolitleri sağlık açısından büyük öneme sahiptirler. Metionin, protein sentezini başlatmaya yardımcı olan önemli bir amino asittir. Sistein, vücut tarafından metioninden oluşturulabilen bir amino asittir. Sistin ise, sisteinin oksidasyonu sonucu meydana gelmekte ve proteinleri birarada tutma görevi üstlenmektedir (Grimble 2006).

Karaciğer ve tiroid bezinin işleyişi ve osteoporoz üzerinde etkisi olan metiyonin, süt protein konsantratu içeren örneklerde en yüksek miktarda bulunmuştur. Esansiyel olmayan amino asitlerin en yüksek içeriği, kardiyovasküler hastalıklara karşı etki gösteren glutamin, soya proteini ve bezelye proteini içeren örneklerde yüksek olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin amino asit değerlerine ait LSD testi sonuçları

Amino asit (g/kg)	Labne Peyniri Çeşidi												
	LC18	LC12	LC6	LPP12	LPP6	LSK12	LSK6	LBG12	LBG6	LSP12	LSP6	LBP12	LBP6
Valin	82,61 ^d	76,60 ^f	113,32 ^b	14,64 ^m	45,90 ^h	138,64 ^a	110,52 ^c	24,47 ^l	26,44 ^k	80,43 ^e	39,63 ⁱ	35,42 ^j	58,08 ^g
Lösin	119,12 ^d	118,33 ^d	173,74 ^b	23,01 ^l	68,76 ^f	197,70 ^a	147,62 ^c	39,34 ^h	40,12 ^h	117,36 ^d	66,74 ^f	56,51 ^g	88,52 ^e
İzolösin	55,93 ^d	51,43 ^e	79,07 ^b	11,55 ^l	32,12 ^g	93,40 ^a	76,89 ^c	17,52 ^k	19,21 ^j	56,87 ^d	28,09 ^h	24,42 ⁱ	40,92 ^f
Treonin	75,99 ^d	69,17 ^e	100,52 ^b	9,44 ^m	44,36 ^g	122,89 ^a	88,93 ^c	17,90 ^l	26,27 ^k	66,69 ^f	36,52 ⁱ	30,26 ^j	38,47 ^h
Metionin	98,29 ^c	86,11 ^d	148,38 ^b	20,12 ^k	80,02 ^f	156,61 ^a	147,91 ^b	39,14 ^j	41,33 ⁱ	82,52 ^e	61,92 ^h	64,56 ^g	86,94 ^d
Fenilalanin	<LOD	48,65 ^e	64,95 ^c	9,29 ^k	31,36 ^g	83,25 ^a	70,83 ^b	18,11 ^j	19,70 ⁱ	54,45 ^d	32,08 ^g	26,21 ^h	43,15 ^f
Lisin	82,36 ^d	39,33 ^e	116,98 ^b	<LOD	28,92 ^g	92,22 ^c	124,90 ^a	11,72 ^k	13,85 ^j	25,31 ^h	31,36 ^f	23,49 ⁱ	26,63 ^h
Alanin	47,90 ^d	47,39 ^d	72,62 ^b	8,17 ^l	27,88 ^h	78,62 ^a	57,59 ^c	15,83 ^k	16,90 ^j	46,33 ^e	29,20 ^g	23,69 ⁱ	36,76 ^f
Serin	8,07 ^f	10,07 ^c	11,63 ^b	7,85 ^g	9,44 ^d	5,71 ^j	7,39 ^h	7,11 ⁱ	8,76 ^e	12,21 ^a	10,26 ^c	7,08 ⁱ	9,40 ^d
Glisin	20,11 ^f	21,34 ^e	37,60 ^a	3,50 ^j	11,47 ⁱ	32,74 ^b	24,22 ^c	6,38 ^k	8,17 ^j	23,49 ^d	14,15 ^h	11,32 ⁱ	18,12 ^g
Prolin	122,60 ^d	113,61 ^f	152,93 ^c	21,73 ^k	69,85 ^g	199,85 ^a	166,09 ^b	38,54 ^j	45,72 ⁱ	116,24 ^e	63,40 ^h	70,51 ^g	68,51 ^g
Tioprolin	<LOD	6,49 ^d	8,83 ^b	<LOD	<LOD	8,06 ^c	11,35 ^a	<LOD	<LOD	4,14 ^f	<LOD	2,55 ^g	4,67 ^e
Aspartat	9,58 ^k	25,43 ^e	27,30 ^d	21,81 ^{gh}	22,34 ^{fg}	22,75 ^f	29,70 ^c	20,20 ⁱ	21,70 ^h	35,73 ^a	19,27 ^j	29,46 ^c	31,64 ^b
Hidroksiprolin	26,78 ^e	28,41 ^d	38,78 ^b	5,43 ^k	16,57 ^g	43,60 ^a	16,57 ^g	8,89 ^j	9,15 ^j	26,49 ^e	15,63 ^h	11,97 ⁱ	17,24 ^f
Aminoadipik asit	<LOD	22,83 ^b	8,83 ^d	<LOD	19,81 ^c	33,84 ^a	<LOD	<LOD	<LOD	20,07 ^e	<LOD	<LOD	<LOD
Aminopimelik asit	<LOD	8,02 ^d	9,41 ^b	<LOD	<LOD	8,79 ^c	13,82 ^a	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	3,33 ^f	4,64 ^e
Glutamin	38,88 ^e	38,16 ^e	42,73 ^c	33,73 ^f	38,56 ^e	32,24 ^g	40,71 ^d	31,22 ^h	33,94 ^f	52,15 ^a	30,08 ⁱ	41,27 ^d	43,90 ^b
Tirozin	39,90 ^d	39,32 ^d	66,23 ^a	4,77 ^j	21,42 ^f	63,24 ^b	48,62 ^c	9,62 ⁱ	10,29 ⁱ	33,44 ^e	19,60 ^g	17,62 ^h	22,19 ^f
Esansiyel A.A. Toplam	514,3	489,62	796,96	88,05	331,44	884,71	767,6	168,2	186,92	483,63	296,34	260,87	382,71
Esansiyel olmayan A.A. Toplam	313,82	361,07	476,89	106,99	237,34	529,44	416,06	137,79	154,63	370,29	201,59	218,8	257,07
Toplam	828,12	850,69	1273,85	195,04	568,78	1414,15	1183,66	305,99	341,55	853,92	497,93	479,67	639,78
ANOVA													
Labne peyniri çeşidi (L)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir, <LOD: Tespit limitinin altında.

4.1.4. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin tekstürel özellikleri

Tekstür, protein matrisi içinde bulunan yağ globülleri ve kazein konsantrasyonundan etkilenen reolojik, yapısal ve duyuşal özellikleri ifade etmektedir. Üretim parametrelerinin standardizasyonu, ürün kalitesinin belirlenmesi ve mikroyapının daha iyi anlaşılabilmesi açısından gıdaların tekstürel açısından değerlendirilmesi oldukça önemlidir (Dabour ve ark. 2006).

Gıdalarda tekstür, gıdanın sahip olduğu mikroyapı bileşenleri ile bu bileşenlerin birbiriyle olan ilişkisinden etkilenmektedir. Üretim ve depolama boyunca biyokimyasal değişime uğrayan peynirin bileşenlerinin incelenmesi, ürün geliştirme ve çeşitlendirme açısından oldukça önem taşımaktadır (Awad 2006, Everett ve Auty 2008).

Krem benzeri peynirler yüksek yağ içeriğine sahip ve sürülebilir yapıda olduklarından tüketiciler tarafından tercih edilen peynir çeşitleridir. Bu peynirler, hem elastik hem de viskoz yapısı olan viskoelastik gıdalardır. Krem peynirlerin sürülebilirliği ve kremli yapısı, duyuşal ve tekno-fonksiyonel açıdan önem taşımaktadır (Richardson-Harman ve ark. 2000).

Tüm peynirlerde bulunan kazein, yağ ve su peynirlerin tekstürel ve reolojik özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Lucey ve ark. 2003, Pappa ve ark. 2007). Peynirin tekstürünü etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar: üretim değişikliği, peynirin bileşimi ve depolama sırasında meydana gelen biyokimyasal değişikliklerdir. Peynir tekstürü, aynı çeşit peynirde bile, süt yağı ve süt yağsız kurumadde bileşiminin farklılığına, üretim yöntemlerine ve saklama koşullarındaki değişimlerine bağlı olarak farklı özellik taşıyabilmektedir (McSweeney 2004). Örneğin, Metzger ve ark. (2001), kalsiyum oranının yüksek olmasının peynirin sertliğinin artmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Labne peynirlerine ait tekstür değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir Ortalama en yüksek değerler sıklık için 245,47 N, kesilebilirlik için 273,62 N.s., yapışkanlık için -100,88 N., dış yapışkanlık için -47,72 N.s. ile depolamanın 1. gününde, en düşük değerler incelendiğinde ise sıklık değerleri 54,88 N., kesilebilirlik değerleri 52,19 N.s., yapışkanlık

değeri -23,44 N., dış yapışkanlık değeri -11,43 N.s. ile depolamanın 120. gününde, belirlenmiştir.

Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin tekstürel değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7.). Labne peynirlerinde en yüksek sıklık değeri (218,88 N.), en yüksek kesilebilirlik değeri (226,92 N.s.) ve en yüksek yapışkanlık değeri (-83,25 N.) LPP12 örneğinde, en yüksek dış yapışkanlık değeri LBG6 (-45,10 N.s.) ve LPP12 (-44,04 N.s.) örneklerinde tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, sıcaklığın etkisiyle peyniraltı suyu proteinlerinin denatürasyonu ve şeffaf bir yapı kazanması, daha sonra protein agregasyonunun oluşmasıyla viskozite artışının sağlandığı ve jel oluşumunun meydana geldiği belirtilmiştir (Britten ve Giroux 2001).

Labne peynirlerinde en düşük sıklık değeri LSP6 (80,99N.) ve LBP12(73,30 N.) örneklerinde, en düşük kesilebilirlik (76,38 N.s.), en düşük yapışkanlık (-28,68 N.) ile LBP12 örneğinde, en düşük dış yapışkanlık ise LC18 (-11,52 N.s.) örneğinde bulunmuştur.

Bu çalışmada, tekstürel özellik açısından bezelye proteini daha düşük jel özellikleri vermiştir (Çizelge 4.7.). Bezelye proteinleri ve ürünleri diğer baklagil proteinleri gibi pH çözünürlüğüne bağlı olarak gıdalarda farklı etkiler göstermektedir (Tömösközi ve ark. 2001, Barac ve ark. 2015). Bezelye proteinlerinin ısı işlem görmesi sonucu pH'nın da etkisiyle proteinlerde kümeleşme meydana gelmektedir (Yan ve ark. 2012). Barac ve ark. (2010, 2015), bu durumun bezelye izolatının protein bileşimine bağlı olduğunu ve izolatın işlenmesi sırasındaki izoelektrik çöktürme sırasındaki değişimin ve izolatların belirli bir pH'da çözündürülmesi sırasında oluşan komplekslerin de yapıyı etkilediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.6. Protein katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca tekstürel değerleri

Labne Peyniri Çeşidi	Sıklık (N)			Kesilebilirlik (N.s)			Yapışkanlık (N)			Dış Yapışkanlık (N.s)		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	168,91	29,64	117,57	176,49	21,85	117,72	-61,1	-9,6	-34,34	-24,36	-3,00	-7,20
LC12	203,3	42,92	136,83	226,33	42,22	127,41	-79,17	-14,31	-52,97	-33,16	-4,92	-20,27
LC6	334,56	53,75	83,98	354,68	47,76	89,51	-82,14	-13,02	-29,25	-31,62	-5,51	-15,55
LPP12	527,69	58,35	70,61	547,79	59,14	73,83	-197,84	-21,32	-30,59	-106,64	-12,39	-13,10
LPP6	234,94	103,63	13,32	281,62	114,45	8,09	-96,72	-35,89	-6,74	-73,93	-20,70	-3,47
LSK12	208,01	52,4	44,57	227,34	51,73	46,72	-107,28	-20,87	-22,67	-40,40	-11,13	-11,83
LSK6	338,10	98,89	17,69	397,98	92,79	10,29	-142,42	-28,49	-9,39	-74,26	-15,64	-1,67
LBG12	40,12	114,62	65,16	37,39	121,51	70,24	-19,62	-34,38	-32,05	-11,08	-15,03	-15,85
LBG6	302,53	218,43	21,67	342,87	217,58	13,68	-105,49	-59,71	-11,34	-40,43	-18,16	-6,31
LBP12	191,36	261,43	24,03	230,12	285,09	16,94	-97,92	-122,47	-10,42	-45,04	-44,64	-6,18
LBP6	70,49	158,48	13,99	84,08	196,42	4,36	-34,41	-94,12	-8,32	-21,25	-55,35	-3,15
LSP12	349,23	38,7	46,46	383,31	33,83	47,16	-149,31	-19,27	-22,24	-48,21	-13,5	-14,49
LSP6	221,85	121,91	57,47	267,05	146,67	52,47	-138,04	-65,85	-34,38	-69,98	-35,83	-29,48
Minimum	40,12	29,64	13,32	37,39	21,85	4,36	-19,62	-9,60	-6,74	-11,08	-3,00	-1,67
Maksimum	527,69	261,43	136,83	547,79	285,09	127,41	-197,84	-122,47	-52,97	-106,64	-55,35	-29,48
Ortalama	245,47	104,09	54,88	273,62	110,08	52,19	-100,88	-41,48	-23,44	-47,72	-19,68	-11,43

Çizelge 4.7. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	Sıklık	Kesilebilirlik	Yapışkanlık	Dış Yapışkanlık
LC18	9	105,37 ^{bc}	105,35 ^d	-35,014 ^{bc}	-11,52 ^c
LC12	9	127,68 ^{bc}	131,99 ^c	-48,82 ^{abc}	-19,45 ^{bc}
LC6	9	157,43 ^{abc}	163,98 ^b	-41,47 ^{abc}	-17,56 ^{bc}
LPP12	9	218,88 ^a	226,92 ^a	-83,25 ^a	-44,04 ^a
LPP6	9	117,30 ^{bc}	134,72 ^c	-46,45 ^{abc}	-32,70 ^{ab}
LSK12	9	101,66 ^{bc}	108,60 ^d	-50,27 ^{abc}	-21,12 ^{bc}
LSK6	9	151,56 ^{abc}	167,02 ^b	-53,95 ^{abc}	-30,52 ^{abc}
LBG12	9	144,80 ^{abc}	154,77 ^b	-63,60 ^{abc}	-25,40 ^{abc}
LBG6	9	133,74 ^{abc}	155,39 ^b	-79,42 ^a	-45,10 ^a
LBP12	9	73,30 ^c	76,38 ^f	-28,68 ^c	-13,99 ^{bc}
LBP6	9	180,88 ^{ab}	191,38 ^b	-58,85 ^{abc}	-21,63 ^{bc}
LSP12	9	158,94 ^{abc}	177,38 ^b	-76,94 ^{ab}	-31,96 ^{ab}
LSP6	9	80,987 ^c	94,96 ^c	-45,62 ^{abc}	-26,58 ^{abc}
Depolama Süresi (gün) (D)					
1	39	245,47 ^a	273,62 ^a	-100,88 ^a	-47,72 ^a
60	39	104,09 ^b	110,08 ^b	-41,48 ^b	-19,68 ^b
120	39	54,87 ^c	52,19 ^c	-23,44 ^b	-11,43 ^b
ANOVA					
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	*	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**
LxD		**	**	**	**

(*) p<0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Bezelye proteininin jelleşmesi sıcaklığa bağlıdır ve temel olarak protein denatürasyon derecesinden etkilenmektedir. Denatürasyon derecesi düşükse, daha güçlü bir jel oluşmaktadır. Protein konsantrasyonu da jelleşme özelliklerinde önemli bir rol oynamaktadır. Daha yüksek konsantrasyonlarda genellikle daha güçlü jeller oluşmaktadır. Isıtma ve soğutma oranları da bezelye proteininin jelleşme özelliklerini etkileyen küçük faktörlerdendir. Yüksek ısıtma ve soğutma oranları, jel esnekliği üzerinde zayıflama etkisine neden olmaktadır.

Protein ilavesi ile yapılan benzer çalışmalarda, legümin oranı azaldıkça jel sertliğinin arttığı belirtilmiştir. Bulgularının aksine, O'Kane ve ark. (2005) ve O'Kane ve ark. (2004) hem visilinin hem de legüminin jel oluşturabileceğini ve jel oluşumu üzerine etkisinin çeşide özgü ve disülfid bağları ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

O'Kane ve ark. (2004) ve Shand ve ark. (2007) bezelye ve soya proteini izolatlarının jelleşme özelliklerini karşılaştırmışlar ve bezelye proteini izolatlarının soya proteini izolatlarından daha fazla yapılandırılmamış jel oluşturduklarını ve dolayısıyla jelleşme özelliklerinin soya kadar iyi olmadığı sonucuna varmışlardır. Nunes ve ark. (2006) bezelye proteinini, jelleşmiş bir sebze tatlısında süt ve yumurta proteinlerinin bir ikamesi olarak inceleyerek bezelye proteinlerinin bir gıda ürünü olarak yüksek oranda uygulanabilir iyi yapıda jel ürettiğini ifade etmişlerdir.

Labne peyniri örneklerinin tekstürel değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek sıklık değeri (245,47 N.), kesilebilirlik değeri (273,62 N.s.), yapışkanlık değeri (-100,88 N.), dış yapışkanlık değeri (-47,72 N.s.) 1. günde bulunurken, en düşük sıklık değeri (54,87 N.), kesilebilirlik değeri (52,19 N.s.), yapışkanlık değeri (-23,44 N.), dış yapışkanlık değeri (-11,43 N.s.) ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır (Çizelge 4.7.).

Lobato-Calleros ve ark. (2001), yağ ikamelerinin kullanılmasının, kazein zincirleri ve yağ ikameleri arasındaki etkileşime neden olduğunu ve tam yağlı süt jellerinden daha iyi tekstür oluşturduğunu belirtmişlerdir.

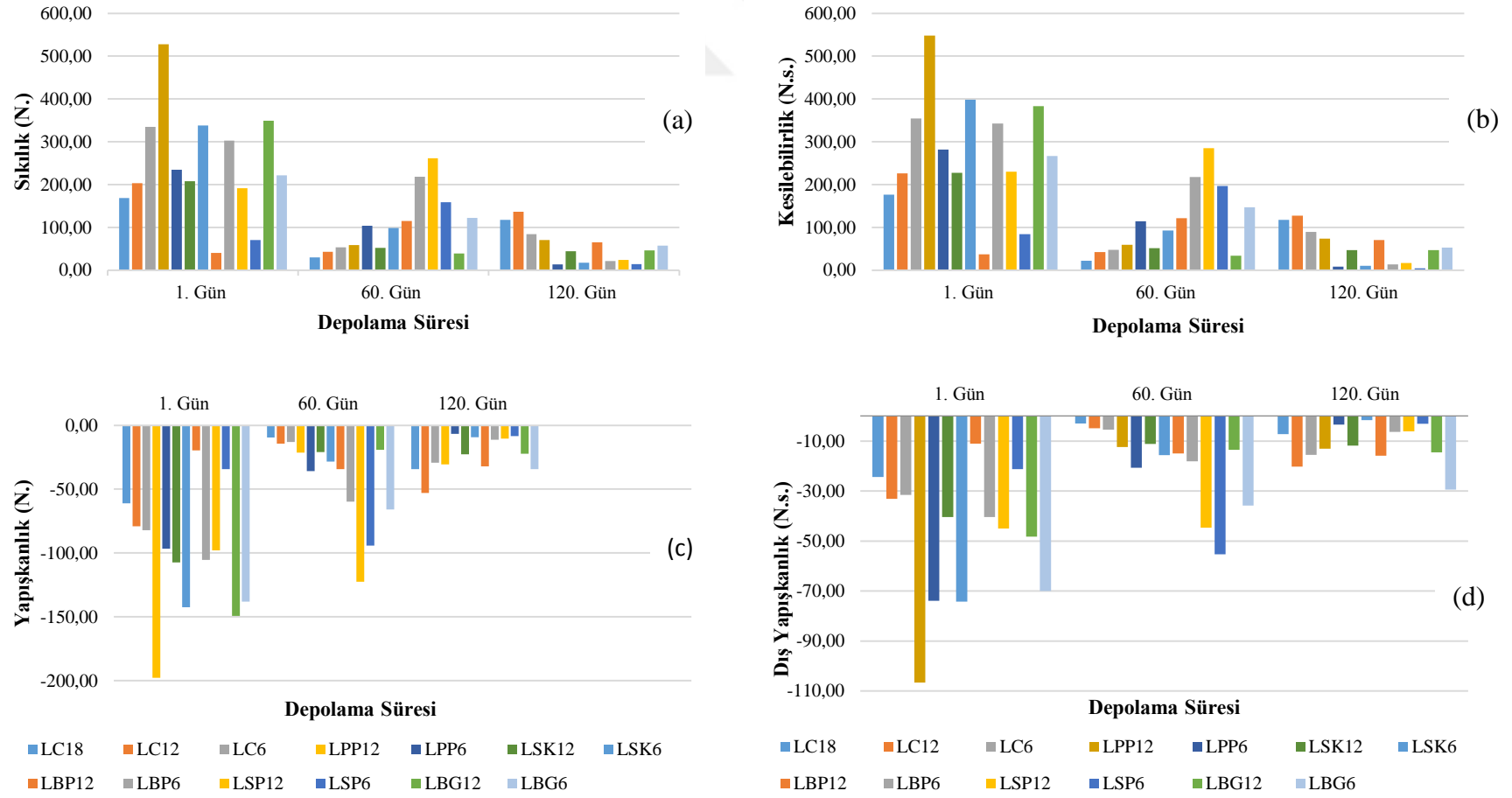
Labne peynirleri üzerine yapılan bu çalışmada, peyniraltı suyu proteinlerinin tekstürel özellikleri geliştirdiği görülmüştür (Çizelge 4.7.). Peyniraltı suyu proteinleri ve konsantratları süt ürünlerinde çözünürlük, jelleşme, emülsifikasyon, yağ ikamesi ve su bağlama gibi fonksiyonel özellikleri nedeniyle önemli ölçüde kullanılmaktadır (Delikanlı ve Ozcan 2014).

Sołowiej (2007) ve Sołowiej ve ark. (2010), peyniraltı suyu proteinlerinin eritme peynirine ilave edilmesinin kazenin bu proteinlerle yer değiştirmesinin bir sonucu olarak peynirin sertliğinin artmasına, su bağlama kapasitesinin azalmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Gunasekaran ve Ak (2002), peynirin sıklığının, fiziko-kimyasal özellikleri, kurumadde/yağ oranını, peynirin makro yapısını, pıhtıdaki granüllerin heterojenliğini, etkilediğini bildirmişlerdir. Peyniraltı suyu protein konsantratının peynirin tekstürünü iyileştirdiği ve yapışkanlığı artırdığı Britten ve Giroux (2001) tarafından da açıklanmıştır.

Proteinler, gıdaların yapısını oluşturmada temel bir unsur olarak işlev görmektedir. Karaca ve ark. (2009), yağı azaltılmış peynirlere inülin, mikropartiküle protein ve maltodekstrin gibi yağ ikame maddeleri ilave edildiğinde tekstürel özelliklerin iyileştiğini belirtmişlerdir. Johnson ve ark. (2009), peyniraltı suyu protein konsantratının viskoziteyi iyileştirdiğini ve yapışkanlık değerini artırdığını açıklamışlardır. Britten ve Giroux (2001), peyniraltı suyu proteinlerinin sıcaklığın etkisiyle denatürasyonuna bağlı olarak, protein agregasyonu ve jel oluşumunun viskoziteyi arttırdığını bildirmişlerdir.

Peyniraltı suyu proteinleri, peynir üretiminde emülgatör olarak da görev yapmaktadırlar ve jel oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri ile peynir üretiminde kullanımı da reolojik özelliklerin iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Dees 2002, Solowiej 2007). Şekil 4.2.'de Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca sıklık, kesilebilirlik, yapışkanlık, dış yapışkanlık değerleri verilmiştir.



Şekil 4.2. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca a) sıklık, b) kesilebilirlik, c) yapışkanlık, d) dış yapışkanlık değerleri

Kaminarides ve Stachtiaris (2000) Kasseri peyniri üretiminde peyniraltı suyu proteini kullanımının peynirde sertliğinin azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Peynirlerde sertliğin, formülasyonda kullanılan proteinin türüne, peynirin protein miktarına, pH'ya, nem içeriğine bağlı olarak değiştiği düşünüldüğünde, peynir üretiminde peyniraltı suyu proteini kullanımının kazein çapraz bağlarına etki ettiği söylenebilir.

4.1.5. Protein katkıları ile zenginleştirilen yağlı azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri

Süt ürünlerinin istenilen tekstürel ve duyuşsal özelliklerde üretilebilmesi açısından mikroyapısının belirlenmesi oldukça önemlidir (Laverse ve ark. 2011).

Kazein misellerinin mikroyapıları incelendiğinde küçük gözenekli süngerimsi bir yapı görülmekte iken, yağlı ürünlerde yağ globüllerinin boyutu gözenek yapısının görüntüsünü engellemektedir (De Kruif ve ark. 2012). Yoğurt, peynir gibi fermente süt ürünlerinin mikroyapısı tüketici açısından büyük önem taşımaktadır. Sütün fermantasyonu sırasında oluşan jel ağının mikroyapısı, jelin bileşimi ve biyokimyasal özelliklerinin etkisi ile oluşmaktadır. Süt ürünlerinin tekstürel özellikleri ise sıcaklık ve işlem parametreleri sonucunda belirlenmektedir (Lee ve Lucey 2010, Skytte ve ark. 2015, Özdemir ve Özcan 2019).

Gıdaların mikroyapısının belirlenmesi, gıda bileşenlerinin boyutsal düzenlenmesi, interaksiyonlarının anlaşılması ve fiziksel özellikleri ile ilgili bilgi vermektedir. Jel, dispers bir sistem içerisinde en az iki bileşenden oluşan bir yapı olarak ifade edilmektedir. Jel yapısının içerisinde bulunan proteinlerin boyutu, şekli ve konsantrasyonu jelin mikroyapısı ve reolojik özellikleri üzerine etki etmektedir (Rybak 2014).

Gıda jelleri, protein konsantrasyonu, su miktarı, iyonik güç, zaman ve sıcaklığın yanı sıra pH ve gıda sistemindeki diğer bileşenlerin etkileşimleri sonucu oluşmaktadır (Raikos ve ark. 2007). Isıl işlem ve denatürasyon sonucunda baklagil proteinleri de jel oluşturabilmektedir. Oluşan jel ise, denatürasyondan ve ısıl işlemten sonra, proteinlerin

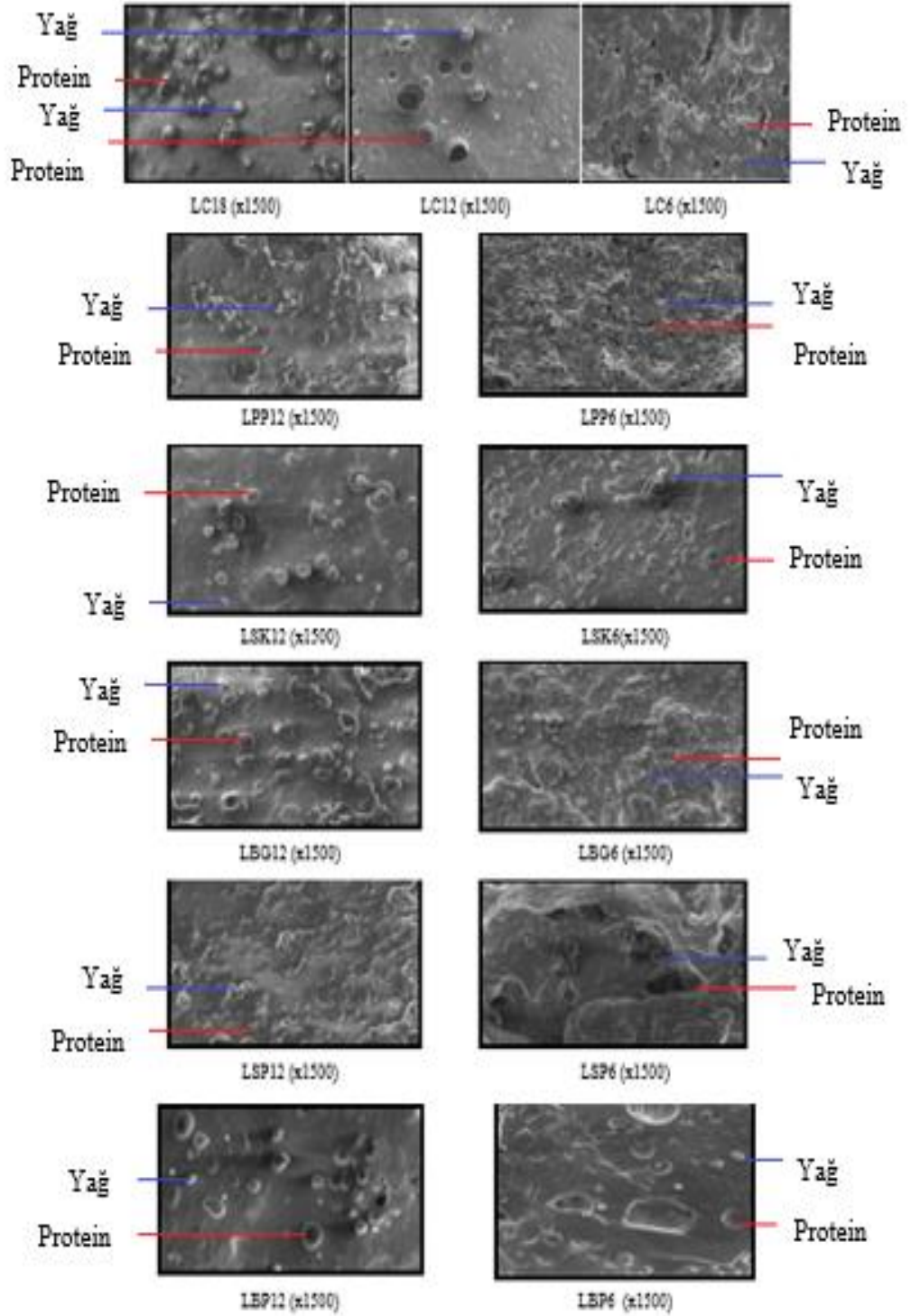
biraraya gelip diğ er proteinlerle etkileş ime girmesi ile şek illenmektedir (Belitz ve ark. 2009).

Torres ve ark. (2011), yağ ikame maddelerinin kullanımının, yoğ urt jelinin mikroyapısı, tekstürü ve duyuş al özelliklerini farklı düzeylerde etkilediğini bildirmektedirler. Çalışmada sü tte bulunan protein ağ ının ve yağ ın yapısal değ iş iklikleri konfokal lazer tarama mikroskobunda incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda, peyniraltı suyu protein konsantratu kullanarak ü retilen Labne peynirinde, protein/yağ partikül ağ ının oluş umundaki ana değ iş ikliklerin gö rselleştirilmesi, tekstür ve duyuş al değ erlendirmedeki farklılıkların yanı sıra işleme ve depolamadan sonra meydana gelen su kaybı da belirlenmiştir.

Labne peynirlerinin mikroyapısı, taramalı elektron mikroskobunda (SEM) görüntünün 1500 kat büyütülmesi ile elde edilen bir mikrograf şeklinde sunulmuştur (Ş ekil 4.3.). Labne peyniri örneklerine ait SEM görüntüleri incelendiğinde kontrol örneğ i ile protein içeren örnekler arasında yapısal olarak belirgin farklılıklar olduğu görölmektedir.

Elde edilen görüntüler incelendiğinde, %6 ve %12 yağ lı LPP örneklerinin protein matriksinin homojenliğ inin, diğ er Labne peynirlerinin homojenliğ inden daha iyi olduğu ve daha iyi bir yapı özelliğ i gösterdiğ i görölmüştür. %6 yağ lı kontrol grubu Labne peynirinde ayrıca serum boş lukları daha fazla tespit edilmiştir (Ş ekil 4.3.).

Peyniraltı suyu proteinlerinin besin değ erini artırmasının yanı sıra pürüzsüz ve kremsi bir doku oluşturarak tekstürü de iyileştirdiğ i araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Huginin 2009, Salvatore ve ark. 2014). Peyniraltı suyu proteinleri ilave edilen yoğ urtlarda kazein miselleri, küçük aralıklı boş luklara bağ lanmıştır. Protein ağ ının lifli görünümü, misel yüzeyindeki peyniraltı suyu proteinlerinin eklenmesi ile şek illenmektedir (Sandoval-Castilla ve ark. 2004).



Şekil 4.3. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait mikroyapı sonuçları

4.1.6. Protein katkıları ile zenginleştirilen yağı azaltılmış Labne peynirlerinin duyusal özellikleri

Gıdalarda kullanılan proteinler arasında bitki proteinleri (soya, buğday, pirinç, mısır ve diğer bitki kaynakları), süt proteinleri (kazeinler, kazeinatlar, peyniraltı suyu proteinleri ve süt proteini konsantratları vb.), yumurta proteinleri (yumurta akı ve yumurta sarısı proteinleri), et proteinleri ve balık proteinleri sayılmaktadır. Her bir protein tipi farklı fonksiyonel ve duyusal özellikler göstermekte ve farklı gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Owusu-Apente 2004).

Peynirin içerdiği yağ, peynirin tat, aroması ile reolojisini etkilemektedir. Peynirin yağı azaltıldığında yapısında kuruma, sertlik, yapışkanlık ve tat-aroma eksikliği görüldüğü belirtilmiştir (Küçüköner ve Hague 2003, Ognean ve ark. 2006).

Labne peynirlerinin duyusal özelliklerine ait değerler Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Ortalama görünüş değerleri incelendiğinde en yüksek değer 4,66 ile depolamanın 60. gününde, en düşük değer 3,89 ile depolamanın 120. gününde belirlenirken, yapı ve tekstür değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer 4,50 ile depolamanın 60. gününde en düşük değer 3,67 ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır. Koku değerleri incelendiğinde en yüksek değer depolamanın 1. gününde en düşük değer depolamanın 120. gününde bulunurken ortalama renk değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer depolamanın 1. ve 60. günlerinde, en düşük değer depolamanın 120. gününde tespit edilmiştir. Aroma değerleri açısından en yüksek değer 4,25 ile depolamanın 60. gününde en düşük değer 3,65 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir. Tat değerlerinde ise en yüksek değer depolamanın 60. gününde, en düşük değer depolamanın 120. gününde bulunurken toplam kabul edilebilirlik değerleri ise en yüksek değer 4,30 ile depolamanın 60. gününde, en düşük değer 3,52 ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır.

Labne peynirlerinde duyusal özellikler incelendiğinde genel anlamda en iyi duyusal sonuçlar depolamanın 60. gününde gözlenirken, depolamanın 120. gününde bütün duyusal parametrelerin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.8.).

Peynirin görünüş ve renk özellikleri tüketici açısından kabul edilebilirlik için önem taşımaktadır. Peynirin opak olması protein kümelerinin peynir matrisi içerisindeki yerine bağlı olarak değişmektedir. Yağ oranı azaldığında, ışığın yansıtılması da azalmakta ve peynir daha az opak görünmektedir. Peynirin yağ oranının azaltılması ve kalsiyum/protein oranının düşmesi, daha yumuşak ve nemli peynir oluşumuna sebep olmakta, aynı zamanda opaklık kaybına da neden olmaktadır (Pastorino ve ark. 2002).

Peynirin beğenilen özellikleri, peynirin görünüş, aroma ve tekstürüne bağlı olmakta ve bu parametreler de peynirin mikrobiyolojik, biyokimyasal ve teknolojik parametreleri tarafından oluşmaktadır (Fenelon ve Guinee 2000, Adhikari ve ark. 2001).



Çizelge 4.8. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal değerleri

Labne Peyniri Çeşidi	Görünüş			Yapı ve Tekstür			Koku			Renk			Aroma			Tat			Toplam Kabul Edilebilirlik						
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120				
LC18	5,00	4,83	5,00	4,67	4,73	4,90	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	
LC12	4,83	4,83	5,00	4,60	4,83	5,00	5,00	5,00	5,00	4,83	5,00	5,00	4,60	4,93	5,00	4,60	4,83	5,00	4,50	5,00	5,00	4,50	5,00	5,00	
LC6	4,00	4,17	3,00	3,90	4,00	2,50	4,83	4,50	4,25	4,83	4,37	3,75	4,07	4,10	3,00	3,73	4,37	2,25	3,90	4,30	2,60	4,30	2,60	2,60	
LPP12	4,83	4,77	4,75	4,73	4,83	4,65	5,00	4,67	4,75	5,00	4,83	4,75	4,10	4,93	4,00	4,27	4,83	4,15	4,37	4,77	4,25	4,77	4,25	4,25	
LPP6	4,83	4,93	2,00	4,73	4,93	2,00	5,00	4,67	3,75	5,00	4,83	3,00	3,43	4,30	3,40	3,93	4,33	2,50	4,43	4,33	2,60	4,33	2,60	2,60	
LSK12	4,83	5,00	4,25	4,77	4,67	4,10	5,00	4,60	4,25	5,00	4,93	4,35	4,00	4,17	3,75	4,33	4,17	3,60	4,53	4,20	3,50	4,20	3,50	3,50	
LSK6	4,83	5,00	3,00	4,77	4,43	3,00	5,00	4,67	3,75	5,00	5,00	3,00	4,00	4,37	2,90	4,33	4,33	2,50	4,53	4,43	2,60	4,43	2,60	2,60	
LBG12	4,67	4,77	4,35	4,23	4,23	4,25	4,33	4,17	3,50	4,33	4,43	4,25	3,67	4,20	3,50	3,40	4,27	3,25	3,67	4,33	3,50	4,33	3,50	3,50	
LBG6	4,00	4,00	3,00	4,10	3,90	2,00	4,33	4,40	3,50	4,33	4,00	3,30	3,77	3,33	2,75	3,10	3,23	2,75	3,67	3,27	2,85	3,27	2,85	2,85	
LBP12	4,33	4,50	4,25	4,17	4,57	4,00	4,67	4,67	4,00	5,00	4,83	4,25	4,27	4,50	4,00	4,27	4,50	4,00	4,37	4,50	4,00	4,37	4,50	4,00	
LBP6	3,67	4,27	3,75	3,67	4,43	3,75	4,33	4,50	3,75	3,50	4,43	3,55	3,83	3,67	3,00	3,33	3,60	3,00	3,33	3,93	3,10	3,33	3,93	3,10	
LSP12	4,33	4,83	4,75	4,00	4,30	4,50	4,33	4,83	4,50	4,83	5,00	4,40	4,10	4,00	4,10	3,77	4,07	3,65	4,27	4,07	3,75	4,07	3,75	3,75	
LSP6	3,83	4,67	3,50	4,30	4,60	3,00	4,33	4,83	3,25	4,00	4,03	3,10	3,17	3,70	3,00	3,33	3,87	3,00	3,60	3,77	3,00	3,60	3,77	3,00	
Minimum	3,67	4,00	2,00	3,67	3,90	2,00	4,33	4,17	3,25	3,50	4,00	3,00	3,17	3,33	2,75	3,10	3,23	2,25	3,33	3,27	2,60	3,33	3,27	2,60	
Maksimum	5,00	5,00	5,00	4,77	4,93	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00	4,67	5,00	5,00
Ortalama	4,46	4,66	3,89	4,36	4,50	3,67	4,71	4,65	4,10	4,67	4,67	3,98	3,97	4,25	3,65	3,93	4,26	3,43	4,14	4,30	3,52	4,30	4,30	3,52	

Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin duyuşal özelliklerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin duyuşal değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Labne peynirlerinde en yüksek görünüş değerleri LC18 ve LC12 örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük değeri ise 3,67 ile LBP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin görünüş değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek görünüş değeri 60. günde (4,66) ve 1. günde (4,46), en düşük görünüş değeri ise 3,89 ile 120. günde saptanmıştır.

Labne peynirlerinde en yüksek yapı ve tekstür değerleri LC12, LC18, LPP12 ve LSK12 örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük yapı ve tekstür değeri ise 3,33 ile LBP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin yapı ve tekstür değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek yapı ve tekstür değeri 4,50 ile 60. günde ve 4,36 ile 1. günde, en düşük yapı ve tekstür değeri ise 3,67 ile 120. günde saptanmıştır.

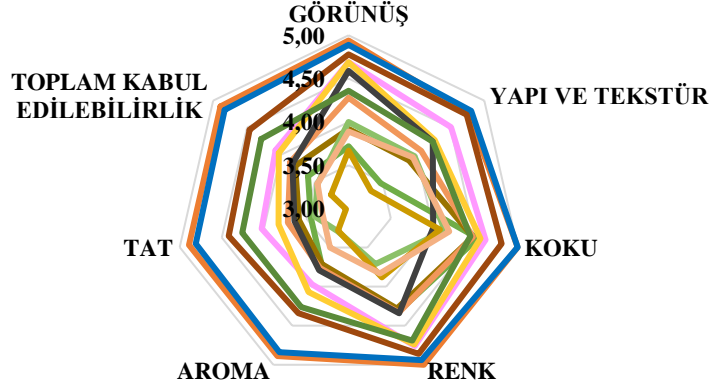
Labne peynirlerinde en yüksek koku değerleri LC18 ve LC12 örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük koku değeri ise 4,00 ile LBP12 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin koku değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek koku değeri 1. ve 60. günde, en düşük koku değeri ise 120. günde saptanmıştır.

Labne peynirlerinde en yüksek renk değeri LC18, LC12, LPP12, LSK12 ve LBG12 örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük renk değeri ise 3,83 ile LSP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin renk değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek renk değeri 4,67 ile 1. ve 60. günde, en düşük renk değeri ise 3,98 ile 120. günde saptanmıştır. Şekil 4.4.'te Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyuşal değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.9. Protein katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal değerlerine ait LSD testi sonuçları

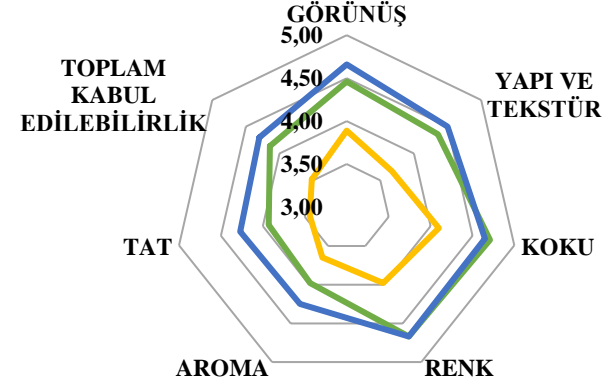
Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	Görünüş	Yapı ve Tekstür	Koku	Renk	Aroma	Tat	Toplam Kabul Edilebilirlik
LC18	9	4,94 ^a	4,77 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	4,89 ^a	4,89 ^a	4,89 ^a
LC12	9	4,89 ^a	4,81 ^a	5,00 ^a	4,94 ^a	4,84 ^a	4,81 ^{ab}	4,83 ^{ab}
LC6	9	3,72 ^{de}	3,47 ^{de}	4,53 ^{abcd}	4,32 ^{bc}	3,72 ^{bcd}	3,45 ^{efg}	3,60 ^{efg}
LPP12	9	4,78 ^{ab}	4,74 ^a	4,81 ^{ab}	4,86 ^a	4,34 ^{ab}	4,42 ^{abc}	4,46 ^{abc}
LPP6	9	3,92 ^{cde}	3,89 ^{cde}	4,47 ^{bcd}	4,28 ^c	3,71 ^{bcd}	3,59 ^{efg}	3,79 ^{defg}
LSK12	9	4,69 ^{ab}	4,51 ^{ab}	4,62 ^{abc}	4,76 ^a	3,97 ^{bcd}	4,03 ^{cde}	4,08 ^{cde}
LSK6	9	4,28 ^{bcd}	4,07 ^{bc}	4,47 ^{bcd}	4,33 ^{bc}	3,76 ^{bcd}	3,72 ^{def}	3,86 ^{def}
LBG12	9	4,69 ^{ab}	4,27 ^{abc}	4,56 ^{abcd}	4,74 ^a	4,07 ^{bc}	3,83 ^{cdef}	4,03 ^{cde}
LBG6	9	4,00 ^{cde}	3,97 ^{bcd}	4,14 ^{cde}	3,71 ^d	3,29 ^{de}	3,40 ^{fg}	3,46 ^{fg}
LBP12	9	4,59 ^{ab}	4,24 ^{abc}	4,00 ^e	4,34 ^{bc}	3,79 ^{bcd}	3,64 ^{ef}	3,83 ^{def}
LBP6	9	3,67 ^e	3,33 ^e	4,08 ^{de}	3,88 ^d	3,28 ^e	3,03 ^g	3,26 ^g
LSP12	9	4,36 ^{abc}	4,24 ^{abc}	4,44 ^{bcd}	4,69 ^{ab}	4,26 ^{ab}	4,26 ^{bcd}	4,29 ^{bcd}
LSP6	9	3,89 ^{cde}	3,95 ^{bcd}	4,19 ^{cde}	3,83 ^d	3,50 ^{cde}	3,31 ^{fg}	3,46 ^{fg}
Depolama Süresi (gün) (D)								
1	39	4,46 ^a	4,36 ^a	4,71 ^a	4,67 ^a	3,98 ^{ab}	3,93 ^b	4,14 ^a
60	39	4,66 ^a	4,50 ^a	4,65 ^a	4,67 ^a	4,25 ^a	4,27 ^a	4,30 ^a
120	39	3,89 ^b	3,67 ^b	4,10 ^b	3,98 ^b	3,65 ^b	3,44 ^c	3,52 ^b
ANOVA								
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**	**	**	**
LxD		**	**	*	**	ns	**	**

(*) p<0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ns: önemsiz.



LC18 LC12 LC6 LPP12 LPP6
 LSK12 LSK6 LBG12 LBG6 LBP12
 LBP6 LSP12 LSP6

(a)



1. Gün 60. Gün 120. Gün

(b)

Şekil 4.4. Protein katkılı Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyu değerlerinde meydana gelen değişim a) örnekler arası, b) dönemler arası

Labne peynirlerinde en yüksek aroma değeri LC18 ve LC12 örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük aroma değeri ise 3,28 ile LBP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin aroma değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek aroma değeri 1. ve 60. günde, en düşük aroma değeri ise 120. günde saptanmıştır.

Labne peynirlerinde en yüksek tat değeri LC18 örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük tat değeri ise LBP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin tat değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek tat değeri 60. günde, en düşük tat değeri ise 3,44 ile 120. günde saptanmıştır.

Labne peynirlerinde en yüksek toplam kabul edilebilirlik değeri LC18 örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük toplam kabul edilebilirlik değeri ise 3,26 ile LBP6 örneğinde bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin toplam kabul edilebilirlik değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek toplam kabul edilebilirlik değeri 1. ve 60. günde, en düşük toplam kabul edilebilirlik değeri ise 3,52 ile 120. günde saptanmıştır.

Genel olarak, süt protein konsantratu içeren Labne peynirlerinin (LSK12, LSK6) daha parlak bir görünüme sahip olduğu belirtilmiştir. %6 yağ içeren buğday gluteni (LBG6) ve soya protein izolatu (LSP6) içeren örneklerin daha sarımsı bir renge sahip olduğu görülürken bezelye protein izolatu (LBP6) içeren örneklerin mat grimsi bir görünümde olduğu ve kumlu yapısının bulunduğu ifade edilmiştir.

Çalışmada panelistler tarafından, süt protein konsantratu içeren Labne peynirlerinde fermente bir tat ve koku hissedilirken buğday gluteni içeren örneklerde buğday kokusu hissedildiği belirtilmiştir.

4.2. Diyet Lifi Katkıları ile Zenginleştirilen Yağı Azaltılmış Labne Peynirlerinin Özellikleri

4.2.1. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin fiziko-kimyasal özellikleri

Diyet lifleri genel olarak gastrointestinal sistemin (GI) üst kısmında hidrolize olmayan bileşenler olarak ifade edilmektedir. GI sisteme ulaştıklarında ise, kısmen ya da tamamen fermente olabilen bu karbonhidratlar 1,5-2 kcal/g kalori değerine sahiptirler. Lipit metabolizması ve minerallerin biyolojik olarak kullanılabilirliği üzerinde çeşitli sistemik fizyolojik etkilere sahip olan liflerin gıdalara ilave edilmesiyle, kolon kanseri ve kalp-damar hastalıkları riskinin azaltılabileceği belirtilmiştir (Roberfroid 2002, Anderson ve ark. 2009, Mudgil ve Barak 2013, Scholz-Ahrens ve ark. 2016).

Diyet lifi katkılı Labne peynirlerine ait pH değerleri ve titrasyon asitliği oranları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Ortalama pH değerleri incelendiğinde en yüksek değer 4,87 ile depolamanın 120. gününde en düşük değer 4,70 ile depolamanın 1. ve 60. gününde belirlenmiştir. Ortalama titrasyon asitliği oranları açısından en yüksek değer %0,82 ile depolamanın 60. gününde, en düşük değer %0,70 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir.

Labne peynirlerine ait kurumadde ve kül oranları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Ortalama kurumadde oranları incelendiğinde en yüksek değer %29,18 ile depolamanın 120. gününde en düşük değer depolamanın 60. gününde belirlenmiştir. Ortalama kül oranları incelendiğinde en yüksek değer %1,24 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer %1,06 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir.

Labne peynirlerine ait ortalama tuz oranları incelendiğinde en yüksek %0,73 ile depolamanın 120. gününde en düşük değer %0,67 ile depolamanın 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.10.). Ortalama protein oranları incelendiğinde ise en yüksek değer %8,44 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer %5,78 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.10.). Ortalama yağ oranları incelendiğinde (%10,29) değişkenlik olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.10.).

Labne peynirinde pH değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi açısından istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,01;0,05$), pH değerlerinde belirgin bir değişim ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.11). Joshi ve ark. (2004a,b) yağı azaltılmış peynirlerde düşük asit oluşturan kültür kullanımı ve düşük sıcaklık uygulamasıyla daha az asitleşmenin meydana geldiğini ve nem oranı yüksek bir pıhtı oluştuğunu belirtmişlerdir.

Labne peyniri örneklerinin pH değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek değer 4,92 ile depolamanın 120. gününde bulunmuştur. Bu sonucun, depolamanın ilerleyen günlerinde kısmen de olsa proteoliz ürünlerine bağlı olarak süt proteinlerinin amfoter özelliklerinden dolayı tamponlama yetenekleri ile ilgili olarak pH değerinin etkilenmesinden ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin titrasyon asitliği oranları $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Labne peynirlerinde en yüksek titrasyon asitliği oranı %0,96 ile LC6 örneğinde, en düşük titrasyon asitliği oranı ise %0,53 ile LIN6 örneğinde bulunmuştur.

Giri ve ark. (2017), eritme peynirinde yaptıkları bir çalışmada, peynire ilave edilen inülin seviyesi %0'dan %8 oranına artış gösterdiğinde, titrasyon asitliğinin % 0,98'den %0,59'a düştüğünü belirtmişlerdir.

Karış peynirinde yapılan bir çalışmada, peynire inülin ilavesinin titrasyon asitliğini düşürdüğü gözlenmiş ve bu durumun inülinin, peynirin asitliğini stabilize edici özellik göstermesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Alnemr ve ark. 2013).

Labne peyniri örneklerinin titrasyon asitliği oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek titrasyon asitliği oranı %0,82 ile depolamanın 60. gününde, en düşük titrasyon asitliği oranı ise fermantasyon olayının devam etmemesi ve süt proteinlerinin amfoter özelliğine bağlı olarak ve %0,70 ile depolamanın 120. gününde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özellikleri

Labne Peyniri Çeşidi	pH			Titrasyon Asitliği (%)			Kurumadde (%)			Kül (%)			Tuz (%)			Protein (%)			Yağ (%)		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120
	LC18	4,67	4,66	4,66	0,67	0,89	0,55	28,53	27,28	29,85	0,86	0,82	0,74	0,48	0,49	0,44	6,54	6,71	6,29	18,00	18,00
LC12	4,52	4,52	4,52	0,98	0,92	0,84	28,12	26,34	26,67	1,09	0,97	0,98	0,48	0,79	0,67	7,61	6,40	5,88	12,00	12,00	12,00
LC6	5,02	5,02	5,02	1,00	1,00	0,89	27,63	26,42	29,34	1,43	1,26	1,15	0,60	0,87	0,79	8,29	7,38	7,09	6,00	6,00	6,00
LİN12	4,46	4,46	5,15	0,72	0,77	0,67	22,08	26,09	27,12	1,08	1,00	0,79	0,90	0,55	0,77	4,60	6,00	7,15	12,00	12,00	12,00
LİN6	4,75	4,75	5,22	0,36	0,77	0,46	29,98	29,20	32,79	1,52	1,45	1,30	0,82	0,79	0,82	10,98	5,48	4,58	6,00	6,00	6,00
LβG12	4,44	4,44	4,48	0,64	0,78	0,72	28,30	25,17	26,55	1,08	1,05	1,00	0,85	0,65	0,75	9,63	5,11	4,14	12,00	12,00	12,00
LβG6	5,01	5,01	5,05	0,86	0,58	0,78	30,60	30,30	31,95	1,65	1,46	1,44	0,56	0,81	0,87	11,42	10,14	5,30	6,00	6,00	6,00
Minimum	4,44	4,44	4,48	0,36	0,58	0,46	22,08	25,17	26,55	0,86	0,82	0,74	0,48	0,49	0,44	4,60	5,11	4,14	6,00	6,00	6,00
Maksimum	5,02	5,02	5,22	1,00	1,00	0,89	30,60	30,30	32,79	1,65	1,46	1,44	0,90	0,87	0,87	11,42	10,14	7,15	18,00	18,00	18,00
Ortalama	4,70	4,70	4,87	0,75	0,82	0,70	27,89	27,26	29,18	1,24	1,14	1,06	0,67	0,71	0,73	8,44	6,75	5,78	10,29	10,29	10,29

Çizelge 4.11. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca fiziko-kimyasal özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	pH	Titrasyon Asitliği (%)	Kurumadde (%)	Kül (%)	Tuz (%)	Protein (%)	Yağ (%)
LC18	9	4,68 ^a	0,70 ^c	28,55 ^b	0,81 ^e	0,47 ^d	6,59 ^d	18,00 ^a
LC12	9	4,54 ^a	0,91 ^b	27,04 ^{cd}	1,01 ^d	0,65 ^c	6,57 ^d	12,00 ^b
LC6	9	5,03 ^a	0,96 ^a	27,80 ^{bc}	1,29 ^c	0,75 ^b	7,63 ^b	6,00 ^c
LIN12	9	4,46 ^a	0,72 ^c	25,10 ^e	0,96 ^d	0,74 ^b	5,92 ^f	12,00 ^b
LIN6	9	4,78 ^a	0,53 ^d	30,66 ^a	1,42 ^b	0,81 ^a	7,01 ^c	6,00 ^c
LβG12	9	4,43 ^a	0,71 ^c	26,68 ^d	1,04 ^d	0,75 ^b	6,29 ^e	12,00 ^b
LβG6	9	5,04 ^a	0,74 ^c	30,95 ^a	1,52 ^a	0,75 ^b	8,95 ^a	6,00 ^c
Depolama Süresi (gün) (D)								
1	39	4,67 ^b	0,75 ^b	27,89 ^b	1,24 ^a	0,67 ^c	8,47 ^a	9,44 ^a
60	39	4,67 ^b	0,82 ^a	27,26 ^b	1,14 ^b	0,71 ^b	6,75 ^b	9,43 ^a
120	39	4,92 ^a	0,70 ^c	29,18 ^a	1,06 ^c	0,73 ^a	5,78 ^c	9,43 ^a
ANOVA								
Labne peyniri çeşidi (L)		ns	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**	**	**	**
LxD		**	**	**	**	**	**	**

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir, ns: önemsiz.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin kurumadde oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Labne peyniri örneklerinin kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, Labne peynirlerinde en yüksek kurumadde oranı düşük yağlı (%6) Labne peyniri (%30,95 ile LβG6 ve %30,66 ile LIN6) örneklerinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük kurumadde oranı ise %25,10 ile LIN12 örneğinde bulunmuştur.

Fadaei ve ark. (2012), düşük yağlı krem peynirlerde inülin ilavesinin nem oranını önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Eritme peynirinde yapılan bir çalışmada, inülin ilavesinin nem oranını önemli derecede (%58,2-55,6) düşürdüğü belirtilmiştir (Giri ve ark. 2017).

Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca kurumadde oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek oran %29,18 ile depolamanın 120. gününde tespit edilmiştir.

Labne peynirlerinin varyans analiz sonuçları değerlendirildiğinde kül oranları ve tuz oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Labne peyniri örneklerinin kül oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, Labne peynirlerinde en yüksek kül oranı %1,52 ile LβG6 örneğinde saptanmıştır. Labne örneklerinde en düşük kül oranı ise %0,81 ile LC18 örneğinde bulunmuştur.

Depolama boyunca LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek oran %1,24 ile depolamanın 1. gününde, en düşük oran ise %1,06 ile depolamanın 120. gününde tespit edilmiştir.

Labne peyniri örneklerinin tuz oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, Labne peynirlerinde en yüksek tuz oranı %0,81 ile LIN6 örneğinde saptanmıştır. Depolama boyunca LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek değer %0,73 ile depolamanın 120. gününde, en düşük oran ise %0,67 ile depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin protein oranları arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Protein oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, en yüksek protein oranı %8,95 ile LβG6 örneğinde tespit edilirken en düşük protein oranı ise %5,92 ile LIN12 örneğinde bulunmuştur. β-glukan, az yağlı peynirlerde yağ ikame maddesi olarak tam yağlı peynirlere benzer pıhtı yapısı oluşturması için kullanılmaktadır. β-glukanın protein ve yağ ile etkileşime girerek peynirlerin tekstürel ve reolojik özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Ningtyas ve ark. 2018).

Depolama boyunca protein oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek değer %8,47 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer az da olsa protein oranının proteinin parçalanması ve oranının düşmesine bağlı olarak %5,78 ile depolamanın 120. gününde saptanmıştır.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin yağ oranları arasındaki farklılık peynir çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken depolama süresine bağlı olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11). Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin yağ oranlarına ait LSD testi sonuçları incelendiğinde Labne peynirlerinde en yüksek yağ oranı beklenildiği gibi tam yağlı kontrol grubu olarak %18,00 ile LC18 örneğinde saptanırken en düşük yağ oranı ise %6 yağ içeren örneklerde belirlenmiştir.

4.2.2. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin renk özellikleri

Gıdaların rengi, tüketicilerin lezzet algılarını etkileyen en önemli duyuşsal parametrelerden biri olarak bilinmektedir. Yağı azaltılmış peynirlerde aroma eksikliği ile birlikte renkte de saydamlaşmalar oluşarak olumsuzlukların meydana gelebileceği belirtilmektedir (Young ve ark. 2004, Yates ve Drake 2007).

Labne peynirlerine ait L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Ortalama L^* oranları incelendiğinde en yüksek değer 75,78 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer

ise 55,80 ile depolamanın 120. gününde, belirlenmiştir. Ortalama a^* değerleri incelendiğinde en yüksek değer -3,85 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer -2,82 ile depolamanın 120. gününde, ortalama b^* değerleri açısından ise en yüksek değer 13,23 ile depolamanın 1. gününde, en düşük değer 9,33 ile depolamanın 120. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.12.).

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin renk (L^* , a^* , b^*) değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin renk (L^* , a^* , b^*) değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.13.'te verilmiştir. Labne peynirlerinde en yüksek L^* değerleri LC18 ve LC12 örneklerinde bulunmuştur. Bunu inülin içeren örnekler izlemiştir. Genel olarak, yağ ikamesi içermeyen ve inülin içeren peynirler daha parlak olarak değerlendirilmiştir.

Kurtuldu ve Ozcan (2018), yaptıkları çalışmada kontrol grubu örneklerin β -glukan içeren örneklere göre L^* değerlerini daha yüksek bulduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, en yüksek a^* değerleri ise LIN6, LC12, L β G6, LC18 ve LC6 örneklerinde, en yüksek b^* değeri 13,14 ile LC6 örneğinde saptanmıştır. Yeşil rengi ifade eden yüksek negatif a^* değeri β -glukan içeren Labne peynirlerinde bulunurken, sarı rengi ifade eden b^* değerinin ise β -glukan ve inülin içeren Labne peynirlerinde yüksek olduğu belirtilmiştir. β -glukan maddesinin sarı-yeşil renkte olması, β -glukan içeren Labne peynirlerinin a^* değerleri üzerine etkili olmuştur. Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin renk değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde, L^* (parlaklık), a^* (kırmızı/yeşil) ve b^* (sarı/mavi) renk değerleri peynirlerde depolama boyunca azalmıştır (Çizelge 4.13).

Yağ ikamesi olarak diyet lifi kullanılan yağı azaltılmış peynirlerin L^* değerleri daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin, ışığın süt yağı globülleri tarafından yansıtılmasına bağlı olarak, yağ oranı azaldıkça yansımanın azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Lobato-Calleros ve ark. 2006, Wadhvani 2011). İnülinin, ışığın daha fazla yansımını sağlayarak peynirin opaklığına katkıda bulunduğu Juan ve ark. (2013) tarafından ifade edilmektedir.

Çizelge 4.12. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerine ait depolama boyunca renk (L*, a*, b*) değerleri

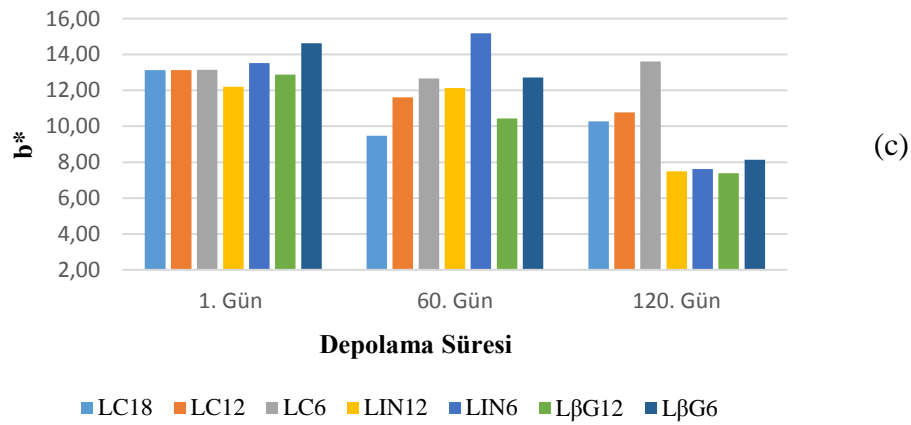
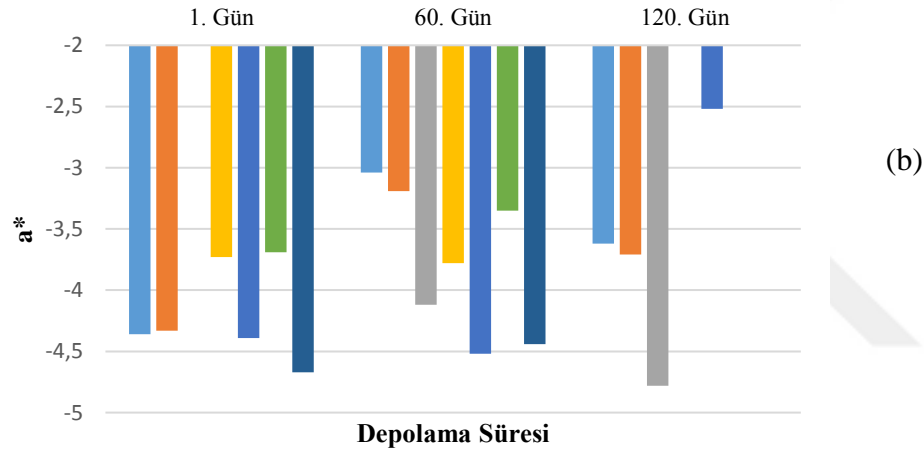
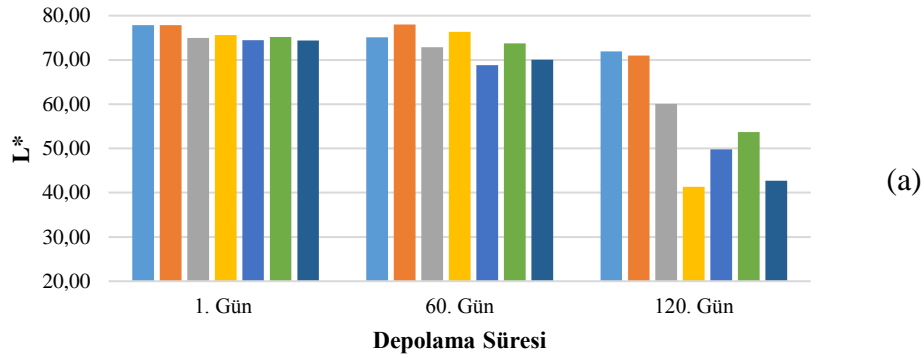
Labne Peyniri Çeşidi	L*			a*			b*		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	77,89	75,13	71,96	-4,36	-3,04	-3,62	13,14	9,47	10,28
LC12	77,89	78,00	70,98	-4,33	-3,19	-3,71	13,14	11,62	10,78
LC6	75,00	72,85	60,07	-1,76	-4,12	-4,78	13,15	12,67	13,61
LIN12	75,63	76,33	41,33	-3,73	-3,78	-1,46	12,20	12,13	7,49
LIN6	74,45	68,82	49,79	-4,39	-4,52	-2,52	13,52	15,18	7,62
LβG12	75,17	73,70	53,70	-3,69	-3,35	-1,68	12,87	10,44	7,38
LβG6	74,40	70,05	42,74	-4,67	-4,44	-1,99	14,62	12,72	8,13
Minimum	74,40	68,82	41,33	-1,76	-3,04	-1,46	12,20	9,47	7,38
Maksimum	77,89	78,00	71,96	-4,67	-4,52	-4,78	14,62	15,18	13,61
Ortalama	75,78	73,55	55,80	-3,85	-3,78	-2,82	13,23	12,03	9,33

Çizelge 4.13. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca L*, a*, b* değerlerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi (L)	N	L*	a*	b*
LC18	9	77,99 ^a	-3,68 ^a	10,92 ^{bcd}
LC12	9	75,62 ^a	-3,75 ^a	11,85 ^{abc}
LC6	9	69,31 ^b	-3,55 ^a	13,14 ^a
LIN12	9	64,430 ^{bc}	-2,99 ^b	10,61 ^{cd}
LIN6	9	64,35 ^{bc}	-3,81 ^a	12,11 ^{ab}
LβG12	9	67,52 ^{bc}	-2,91 ^b	10,23 ^d
LβG6	9	62,69 ^c	-3,70 ^a	11,82 ^{abc}
Depolama Süresi (gün) (D)				
1	39	75,77 ^a	-3,85 ^a	13,23 ^a
60	39	73,56 ^a	-3,78 ^a	12,03 ^b
120	39	55,79 ^b	-2,82 ^b	9,33 ^c
ANOVA				
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**
LxD		**	**	**

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir.

Şekil 4.5.'te Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca L^* (a), a^* (b), b^* (c) değerleri verilmiştir.



Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca kontrol grubu ile diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinde a) L^* , b) a^* ve c) b^* değerleri

4.2.3. Diyet lifi katkılı Labne peynirinin organik asit değerleri

Fermente süt ürünlerinde fermentasyon sırasında oluşan organik asitler, ürünün dokusal ve duyuşal özelliklerinde önemli rol oynamaktadırlar (Adhikari ve ark. 2002, Canbulat ve Ozcan 2015).

Sütte bulunan laktozun laktik asit bakterileri ile hidrolizi sonucu organik asitler meydana gelmektedir (Costa ve ark. 2013). Sütün fermentasyonu sonucu oluşan organik asitlerin miktarları, bakteriyel metabolizmaya bağlı olarak laktik asit bakterilerinin tür ve suŐları ve inkübasyon süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Chick ve ark. 2001, Urbienne ve Leskauskaite 2006).

Laktozun hidrolizasyonu sonucu en çok laktik asit oluşmaktadır. Oluşan laktik asit, temel fermentasyon bileŐięi olup, diğer organik asitlerle birlikte ürüne koruyucu özellik de kazandırmaktadır (Adhikari ve ark. 2001, Tormo ve Izco 2004, Tamime ve Robinson 2007).

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin organik asit değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge 4.14). Labne peynirlerinin organik asit değerlerine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek malik asit (8489,30 mg/g) LIN6 rneğinde, en yüksek sitrik asit (6372,70 mg/g) LIN6 ve LβG6 rneğinde bulunmuştur. En yüksek laktik asit (18128,00 mg/g), propiyonik asit (13365,00 mg/g) ve bütirik asit (385,00 mg/g) değerleri ise LC6 rneğinde saptanmıştır. Asetik asit değerleri incelendiğinde ise, en yüksek değer LβG6 (41538,00 mg/g) rneğinde tespit edilmiştir.

Starter kültür kullanılarak üretilen süt ürünlerinde yapılan çalışmalar sonucunda, süt ürününde bulunan organik asit çeşitlerinin bakteri metabolizmasının (laktik, asetik, propiyonik, piruvik ve formik asitlerin), sütün biyokimyasal metabolizmasının (sitrik, orotik ve ürik asitlerin) veya yağ hidrolizinin (bütirik asit) sonucu olarak oluştuğunu belirtilmiştir (Tormo ve Izco 2004).

Starter kültürler genel olarak homofermantatif olmasına rağmen ürünün depolanması sırasında düşük miktarlarda asetik asit, formik asit ve etanol de oluşturabilmektedir. Asetik asit miktarının yüksek olması ise laktozun *Bifidobacterium* türleri gibi heterofermantatif bakteriler tarafından metabolizasyonu sonucu oluşmaktadır (Adhikari ve ark. 2001, Chramostova ve ark. 2014, Donkor ve ark. 2007).

Genel olarak, klasik yoğurt starter kültürleri sitrik asidi katabolize edememektedir. Bununla birlikte, sitrik asit bazı *Lactococcus* türleri tarafından da metabolize edilebilmektedir (Venica ve ark. 2014).

Laktik, propiyonik ve bütirik asit gibi organik asitlerin ortalama konsantrasyonu en yüksek % 6 yağ içeren kontrol grubu Labne peynirlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Bütirik asit konsantrasyonu süt, yoğurt ve diğer probiyotik süt ürünlerinin kalite kontrolü üzerinde olumlu etkide bulunmaktadır (Venica ve ark. 2014).

%6 yağlı inülin içeren Labne peynirlerinde malik ve bütirik asit miktarı yüksek bulunmuştur. Asetik, sitrik, propiyonik ve malik asitler ise β -glukan ilave edilmiş %6 yağlı Labne peynirlerinde yüksek bulunmuştur.

Yağ ikamesi olarak ilave edilen inülin ve β -glukanın organik asit profili üzerine önemli bir etkisi bulunmazken, laktik kültürlerin çözünür diyet liflerini metabolize edebildiği saptanmıştır. İnülin ve β -glukan gibi prebiyotiklerin peynirlere ilave edilerek, laktik kültürlerin aktivitesini ve canlılığının arttırılabileceği Chen ve ark. (2010) tarafından belirtilmiştir.

Çizelge 4.14. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peyniri örneklerinin organik asit değerlerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri		Organik Asitler (mg/g)					
		Malik Asit	Laktik Asit	Asetik Asit	Sitrik Asit	Propiyonik Asit	Bütirik Asit
Çeşidi	N						
LC18	9	3675,70 ^e	13566,00 ^e	9842,00 ^f	3173,80 ^c	2868,00 ^d	233,64 ^d
LC12	9	5534,80 ^c	16903,00 ^b	16242,00 ^d	4249,10 ^b	4431,00 ^c	251,51 ^d
LC6	9	6704,50 ^b	18128,00 ^a	33819,00 ^b	<LOD	13365,00 ^a	385,00 ^a
LIN12	9	4578,00 ^d	12539,00 ^f	12772,00 ^e	3904,20 ^{bc}	3149,00 ^d	284,47 ^c
LIN6	9	8489,30 ^a	14347,00 ^d	26301,00 ^c	6372,70 ^a	10609,00 ^b	346,81 ^b
LβG12	9	4612,90 ^d	14977,00 ^c	13154,00 ^e	4211,60 ^b	3050,00 ^d	224,22 ^d
LβG6	9	6580,50 ^b	8107,00 ^g	41538,00 ^a	6372,70 ^a	10399,00 ^b	292,66 ^c
ANOVA							
Labne peyniri çeşidi		**	**	**	**	**	**
(L)							

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir. LOD: Tespit limitinin altında

4.2.4. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin tekstürel özellikleri

Tekstür, protein ağı ya da yağ fraksiyonu gibi mikro ve makro yapıların etkileşimi ile oluşan bir sistemdir. Viskoelastik tekstürel özellik taşıyan peynirde tekstür profil analizleri (TPA) kullanılarak peynirlerin dayanıklılığı ile ilgili etkili bilgiler edinilebilmektedir (Benedito ve ark. 2000, Messens ve ark. 2000).

Hidrokolloid içerikli diyet lifleri genellikle yağı azaltılmış gıdalarda yağ ikame maddesi olarak kullanılmaktadır. Yağ ikame maddesi ile üretilen ürünlerin, normal yağlı ürünlere benzer tekstürel ve duyuşsal özellikler gösterdiği saptanmıştır. İkame bileşenler arasındaki etkileşimler ise, emülsiyon sisteminin özelliklerini ve ürünün viskoelastik özelliklerini yani reolojisini etkilemektedir (Zulkurnain ve ark. 2008, Foegeding ve ark. 2010).

Labne peynirlerine ait tekstürel değerler Çizelge 4.15.'te verilmiştir. Ortalama sıklık değerleri incelendiğinde, en yüksek değer 148,27 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer 38,66 ile depolamanın 60. gününde tespit edilmiştir. Kesilebilirlik değeri incelendiğinde, en yüksek değer 156,64 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer 34,04 ile depolamanın 60. gününde saptanmıştır. Yapışkanlık değeri incelendiğinde, en yüksek değer -55,00 ile depolamanın 60. gününde, en düşük değer -13,80 ile depolamanın 1. gününde bulunmuştur. Dış yapışkanlık değeri incelendiğinde, en yüksek değer ise -23,74 ile depolamanın 1. gününde en düşük değer -6,76 ile depolamanın 60. gününde tespit edilmiştir.

Denemeyi oluşturan Labne peyniri örneklerinin tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, Labne peynirlerinin tekstürel değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.15. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca tekstürel özellikleri

Labne Peyniri Çeşidi	Sıklık (N)			Kesilebilirlik (N.s)			Yapışkanlık (N)			Dış Yapışkanlık (N.s)		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	168,91	29,64	117,57	176,49	21,85	117,72	-61,10	-9,60	-34,34	-24,36	-3,00	-7,20
LC12	203,30	42,92	136,83	226,33	42,22	127,41	-79,17	-14,31	-52,97	-33,16	-4,92	-20,27
LC6	334,56	53,75	83,98	354,68	47,76	89,51	-82,14	-13,02	-29,25	-31,62	-5,51	-15,55
LIN12	162,89	79,92	108,44	197,06	82,97	140,17	-60,54	-24,72	-28,51	-27,59	-10,28	-10,81
LIN6	28,70	23,73	122,00	21,35	15,90	170,25	-14,08	-11,38	-46,93	-8,33	-5,20	-35,13
LβG12	62,64	17,66	55,85	37,00	6,72	54,33	-45,30	-10,40	-24,15	-9,09	-7,63	-14,53
LβG6	76,91	23,01	100,09	83,58	20,80	112,85	-42,64	-13,14	-45,73	-32,05	-10,80	-32,07
Minimum	28,70	17,66	55,85	21,35	6,72	54,33	-82,14	-24,72	-52,97	-33,16	-10,80	-35,13
Maksimum	334,56	79,92	136,83	354,68	82,97	170,25	-14,08	-9,60	-24,15	-8,33	-3,00	-7,20
Ortalama	148,27	38,66	103,54	156,64	34,03	116,03	-55,00	-13,80	-37,41	-23,74	-6,76	-19,37

Labne peynirlerinde en yüksek sıklık değeri (334,56 N.) ve kesilebilirlik değeri (354,68 N.s.) LC6 örneğinde saptanırken, inülin içeren Labne peynirlerinin (LIN12) β -glukan içerenlere göre daha belirgin bir jel yapısı gösterdikleri saptanmıştır (Çizelge 4.16.). Bununla birlikte genel olarak yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerleri ise inülin ve β -glukan katkılı ve kontrol Labne peynirlerinde benzer bulunmuştur.

Meyer ve ark. (2011), inülinin yağ ikamesi olarak kullanımının süt ürünlerindeki etkisini araştırmışlardır. İnülinin diğer bileşenlerle etkileşiminin, yağ oranındaki farklılık, karbonhidratların türü ve konsantrasyonuna bağlı olarak süt ürünlerinin reolojik ve tekstürel özellikleri üzerine etkide bulunduğunu belirtmişlerdir.

Keceli ve ark. (2006) ve Zisu ve Shah (2005), peynir sütünün asitliğine bağlı olarak kalsiyum miktarındaki azalmanın peynirlerde eriyebilirlik özelliklerine olumsuz etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Kalsiyum, peynir matriksindeki proteinlerin etkileşimlerini kontrol eden önemli bir faktördür. Kalsiyum miktarının azalması, proteinin hidrasyonunu arttırmaktadır. Peynirdeki kazeine bağlı kalsiyum miktarını azaltmak, yağı azaltılmış peynirlerin sertlik özelliklerinin iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Peynirdeki kalsiyum miktarının azalması yapının yumuşamasına, elastikiyet ve viskozitenin azalmasına sebep olurken, eriyebilirliği ve esnekliği artırarak mikroyapı üzerine etkide bulunmaktadır (Ge ve ark. 2002, Pastorino ve ark. 2003, Joshi ve ark. 2004a,b).

Çizelge 4.16 incelendiğinde kontrol grubu örneklerinin yüksek sıklık, yapışkanlık ve kesme gerilimi özellikleri taşıdığı görülmüştür. Tekstürel özelliklerdeki değişim, aynı zamanda yağ oranının yüksek olmasından da kaynaklanmaktadır. %12 yağlı inülin katkılı Labne peynirleri genel olarak sıkı bir yapıya sahipken %6 yağlı inülin katkılı örneklerde daha düşük tekstürel özellikler tespit edilmiştir. Dış yapışkanlık değerleri %6 yağ içeren β -glukan katkılı örneklerde yüksek bulunmuştur. β -glukan katkılı Labne peynirlerinde %6 yağlı örneklerin tekstürel özellikleri ise %12 yağlı örneklerden daha yüksek bulunmuştur. %12 yağlı inülin katkılı Labne peynirlerinin tekstürel değerleri %12 yağlı β -glukan katkılı örneklere göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Volikakis ve ark. (2004), az yağlı Beyaz peynirlerin tekstürel özelliklerinin yulaf kaynaklı β -glukan ilavesi ile iyileştiğini belirtmişlerdir. Tudorica ve ark. (2004), süt ürünlerinin üretiminde kullanılan β -glukanın yağ ve kazein ile oluşturduğu ağ yapısının reolojik ve tekstürel özellikleri artırdığını ifade etmişlerdir.

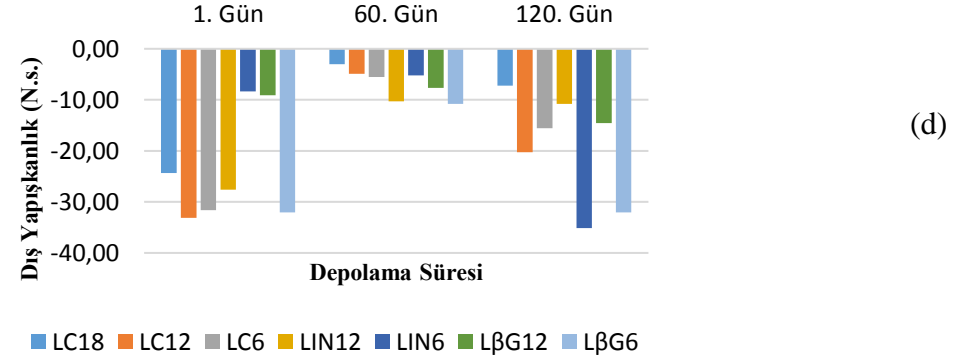
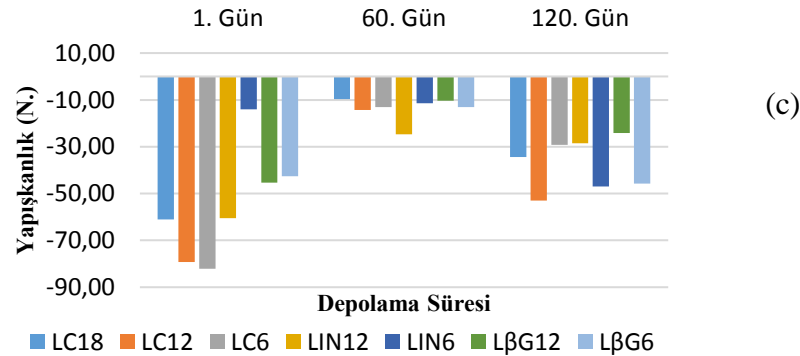
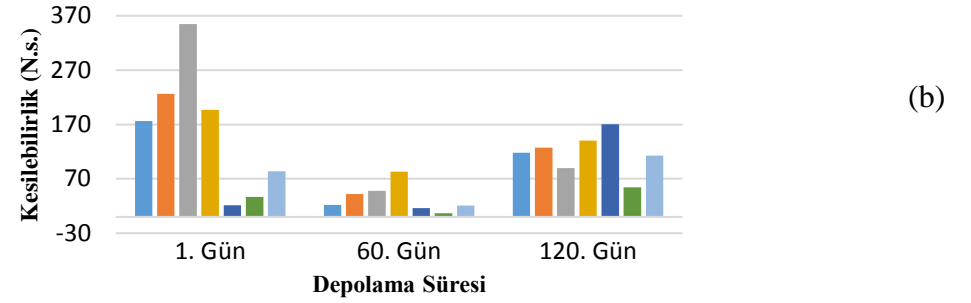
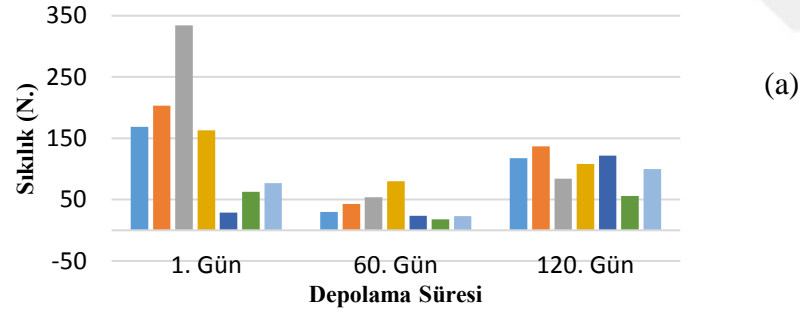
Tekstür, yağ oranı değişimlerinden etkilenmektedir (Mistry 2001, Banks 2004, Yates ve Drake 2008). Gwartney ve ark. (2002) yağsız peynirlerin çigneme, sertlik, kırılabilirlik ve esneklik ile karakterize olduğunu bildirmiştir. Brown ve ark. (2003) ile Yates ve Drake (2007) bu bulguları doğrulamışlardır.

Çizelge 4.16. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca tekstürel özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri Çeşidi					
(L)	N	Sıklık	Kesilebilirlik	Yapışkanlık	Dış Yapışkanlık
LC18	9	168,91 ^{bc}	176,49 ^{bc}	-35,01 ^{ab}	-11,52 ^b
LC12	9	203,30 ^b	226,33 ^b	-48,82 ^a	-19,45 ^{ab}
LC6	9	334,56 ^a	354,68 ^a	-41,47 ^{ab}	-17,56 ^{ab}
LIN12	9	162,89 ^{bc}	197,06 ^{bc}	-37,92 ^{ab}	-16,22 ^{ab}
LIN6	9	28,7 ^d	21,35 ^d	-24,13 ^b	-17,03 ^{ab}
L β G12	9	60,82 ^{cd}	39,86 ^d	-26,62 ^{ab}	-10,42 ^b
L β G6	9	76,91 ^{cd}	83,58 ^{cd}	-33,83 ^{ab}	-24,97 ^a
Depolama Süresi (gün) (D)					
1	33	162,65 ^a	183,701 ^a	-70,71 ^c	-37,02 ^b
60	33	47,46 ^c	44,899 ^c	-19,10 ^a	-10,92 ^a
120	33	100,06 ^b	116,172 ^b	-40,96 ^b	-21,93 ^a
ANOVA					
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**
LxD		**	**	ns	*

(*) p<0,05 düzeyinde önemli (**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir; ns: önemsiz

Az yağlı peynirler daha sert ve esnek yapı gösterirken, daha düşük dış yapışkanlık ve iç yapışkanlık sergilemektedir. Tam yağlı peynirlerin ise güçlü bir pürüzsüzlük ve eriyebilirlik özellik göstermesi ile karakterize edildiği belirtilmiştir (Brown ve ark. 2003, Yates ve Drake 2007). Şekil 4.6.'da Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca sıklık, kesilebilirlik, yapışkanlık, dış yapışkanlık değerleri verilmiştir.



Şekil 4.6. Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca a) sıklık, b) kesilebilirlik, c) yapışkanlık, d) dış yapışkanlık değerleri

Labne peyniri örneklerinin tekstürel değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek sıklık değeri (162,65) ve kesilebilirlik değeri (183,70) ile depolamanın 1. gününde saptanmıştır. Yapışkanlık değeri ve dış yapışkanlık değerleri ise depolama boyunca artmıştır (Çizelge 4.16.).

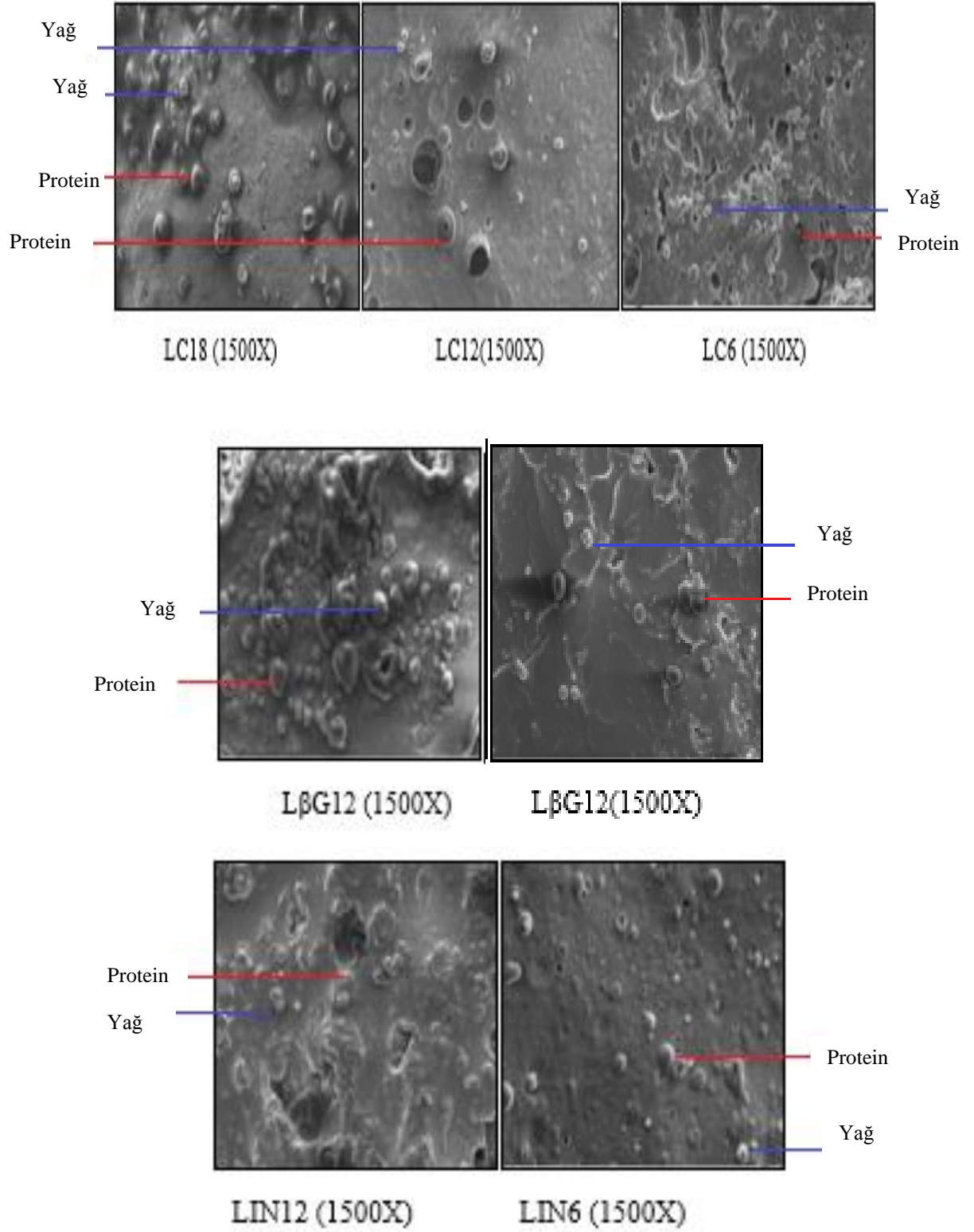
Yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış gıdalarda kullanımının tekstürel ve duyuşal özellikleri geliştirdiği bildirilmektedir. Yağsız sütte bulunan kazeinin yağ ikame maddeleri ile etkileşimi, tam yağlı sütlerden elde edilen pıhtı yapısından farklı yapıların oluşmasını sağlamaktadır (Lobato-Calleros ve ark. 2001).

4.2.5. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri

Yağı azaltılmış peynirlerin genellikle yüksek nem ve düşük tuz içeriğinden dolayı zayıf yapı, lezzet ve fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Mistry 2001). Az yağlı peynirlerin protein ağırlıklı mikroyapısına bağlı olarak daha sert, kauçuksu, kırılabilir, çığnenebilir özellik gösterirken, daha az yapışkan, eriyebilir ve pürüzsüz özelliklere sahip oldukları belirtilmiştir (Gwartney ve ark. 2002).

Az yağlı peynirlerde, yağ oranının az olması nedeniyle protein matriksinin içine daha az yağ globülü girmekte ve oluşan yeni globüller genellikle tam yağlı peynirlerinkinden daha küçük olmaktadır. Yağ içeriği azaldıkça, protein matriksi daha sıkı hale gelmekte ve peynir dokusu daha sakızimsı bir yapı kazanmaktadır (Aryana ve Haque 2001, Romeih ve ark. 2002).

İnülin ilave edilen %12 ve %6 yağlı Labne peynirlerinin (LIN12 ve LIN6) mikroyapıları incelendiğinde kontrol grubu peynire (LC18) benzer bir yapıda olduğu görülmektedir. İnülin ve β -glukan katkısı ilave edilmiş Labne peynirleri incelendiğinde, %12 yağ içeren örneklerin mikroyapısında yağ globülleri daha belirgin şekilde görülürken, %6 yağlı örneklerde proteinler daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin mikroyapı özellikleri

İnülinin, lifli yapısı nedeniyle protein agregatlarının arasına girdiği, bu örneklerde su fazının bulunduğu boşlukların sayısının azaldığı ve çaplarının küçüldüğü düşünülmektedir. Lif konsantrasyonundaki artışa paralel olarak daha yoğun bir protein ağının oluştuğu tespit edilmiş ve bu durumun sonucu olarak jel sıklığının arttığı gözlenmiştir. Soukoulis ve ark. (2009), balkabağı lifi içeren yoğurtlarda jel yapısının daha sıkı olduğunu belirtmiş, bu durumun lifin yapısında bulunan pektinin süt proteinleriyle etkileşime girmiş olmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Sandoval-Castilla ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada, yoğurt örneklerinde yağ küreciklerinin genellikle protein ağına gömülmüş olarak görüldüğünü belirtmişlerdir. Yağı azaltılmış olan örneklerde protein ağının yoğunluğu daha düşüktür. Daha küçük kazein misel agregatlarının oluşmasının bir sonucu olarak daha boşluklu bir yapı gözlenmektedir. Yağı azaltılmış üründe yağ ikame maddeleri kazein miselleri ile etkileşime girerek kimyasal yapıya etki etmekte ve mikroyapıyı değiştirebilmektedir

İnülin ilave edilerek üretilen yoğurtların kontrol grubu yoğurtlara göre mikroyapılarındaki farklılığın, inülinin su bağlayıcı özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Franck (2002), inülinin, su fazında çözünmeyen yapıda olması ile iyi bir jel ağı oluşturduğunu bildirmektedir.

Kip ve ark. (2006), inülinin, fermantasyon sırasında protein ile birleşerek agregat oluşturduğunu ve yapıyı iyileştirdiğini belirtmiştir. Yoğurtta yapılan bir çalışmada, yoğurtların mikroyapısı incelenmiş ve kullanılan inülin konsantrasyonuna bağlı olarak, inülin ve süt protein ağı arasındaki etkileşimlerden dolayı miktara bağlı olarak yapının az oranda etkilendiği Guggisberg ve ark. (2009) tarafından belirtilmiştir. Ancak, Crispin-Isidro ve ark. (2015) farklı konsantrasyonlarda inülinin az yağlı yoğurtların mikroyapılarını etkilediğini belirtirken, inülin ilave edilen örneklerin kontrol örneğinden farklı protein ağına sahip olduğunu ve bu örneklerde jelleşmiş ikincil yapıların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Ramirez-Santiago ve ark. (2010) ile Espirito-Santo ve ark. (2013) diyet lifi içeren yoğurt örneklerinde kazein jelinin daha sıkı bir yapıda olduğunu ve aynı zamanda lif içeren bu

örneklerin yoğun bir protein ağına sahip olmalarından dolayı sinerezisin de daha az düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

McCann ve ark (2011), havuç tozu kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerinde havuç lifi ve partiküllerinin protein agregatları içeresine lokalize olduğunu, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında daha az sayıda boşlukların bulunduğunu, daha yoğun ve sıkı jel yapısının oluştuğunu bildirmişlerdir.

4.2.6. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirlerinin duyu özellikleri

Karbonhidrat kaynaklı yağ ikameleri, yağlılık ve kayganlık hissi gibi fonksiyonel özellik sağlamaları nedeniyle peynirlerde kullanılan diyet lifi bileşenlerindedir (Romeih ve ark. 2002, Drake 2008). Yağ, ağızda dolgunluk hissi vermekte, bu nedenle az yağlı peynirlerde duyu özellikler ve karakteristik lezzet daha düşük olmaktadır (Mistry 2001, Metzger ve Kapoor 2007, Yates ve Drake 2007). Düşük yağlı peynirlerin yağ, protein, nem ve tuz içeriği dengesindeki değişiklikler, süt yağında oluşan lezzet bileşimindeki değişime sebep olmakla birlikte lipoliz ve proteoliz sonucu oluşan bileşimler de azalmaktadır (Fenelon ve ark. 2000).

Labne peynirlerine ait duyu değerler Çizelge 4.17.'de verilmiştir, Ortalama görünüş, yapı ve tekstür incelendiğinde en yüksek değerler 120. gününde en düşük değerler depolamanın 1. gününde belirlenmiştir, Koku ve toplam kabul edilebilirlik değerleri depolama sonunda artarken, aroma ve renk değerleri ise azalmıştır. Labne peyniri örneklerinin duyu özelliklerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Labne peynirlerinin duyu değerleri arasındaki farklılık peynir çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Labne peynirlerinde en yüksek görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk ve aroma değerleri değerleri kontrol ve inülin içeren %12 yağlı LIN12 örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.18.). Labne peynirlerinde en yüksek tat değerleri kontrol örnekleri ile %12 yağ içeren inülin ve β -glukan katkılı örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.18.). Şekil 4.8.'de Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyu değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.17. Diyet lifi katkılı yağ azaltılmış Labne peynirinin depolama boyunca duyuşal özellikleri

Labne Peyniri Çeşidi	Görünüş			Yapı ve Tekstür			Koku			Renk			Tat			Aroma			Toplam Kabul Edilebilirlik		
	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120	1	60	120
LC18	4,50	4,75	5,00	4,25	4,68	4,90	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,75	4,88	5,00	4,75	4,80	5,00	4,75	4,88	5,00
LC12	4,63	4,88	5,00	4,45	4,88	5,00	4,75	4,88	5,00	4,88	5,00	5,00	4,63	4,80	5,00	4,70	4,63	5,00	4,63	4,80	5,00
LC6	3,75	3,88	3,00	3,68	3,75	2,50	4,63	4,38	4,30	4,38	4,28	3,80	3,93	3,98	2,60	3,80	4,15	2,30	3,93	3,98	2,60
LIN12	4,63	4,38	4,00	4,13	4,75	3,80	4,50	4,75	4,40	4,88	4,83	4,50	3,73	4,63	4,30	4,05	4,80	4,30	3,73	4,63	4,30
LIN6	2,83	3,08	4,80	3,00	3,10	4,80	4,67	4,43	4,40	3,83	3,47	4,50	3,17	3,33	3,90	3,33	3,03	3,80	3,17	3,33	3,90
LβG12	3,88	3,58	4,70	3,55	3,17	4,70	3,75	4,33	4,40	4,88	4,93	4,70	3,50	3,73	4,00	3,63	3,25	3,50	3,50	3,73	4,00
LβG6	2,88	4,08	4,20	2,70	3,80	4,20	3,75	4,13	4,30	4,88	4,00	3,70	3,17	3,88	3,50	3,50	3,58	3,30	3,17	3,88	3,50
Minimum	2,83	3,08	3,00	2,70	3,10	2,50	3,75	4,13	4,30	3,83	3,47	3,70	3,17	3,33	2,60	3,33	3,03	2,30	3,17	3,33	2,60
Maksimum	4,63	4,88	5,00	4,45	4,88	5,00	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,75	4,88	5,00	4,75	4,80	5,00	4,75	4,88	5,00
Ortalama	3,87	4,09	4,39	3,68	4,02	4,27	4,40	4,56	4,54	4,68	4,50	4,46	3,84	4,18	4,04	3,97	4,03	3,89	3,84	4,18	4,04

Çizelge 4.18. Diyet lifi katkılı yağı azaltılmış Labne peynirlerinin depolama boyunca duyuşal özelliklerine ait LSD testi sonuçları

Labne Peyniri		Yapı ve						Toplam Kabul
Çeşidi	N	Görünüş	Tekstür	Koku	Renk	Aroma	Tat	Edilebilirlik
LC18	9	4,63 ^a	4,25 ^a	4,88 ^a	5,13 ^a	4,75 ^a	4,88 ^a	4,83 ^a
LC12	9	4,63 ^a	4,45 ^a	4,75 ^a	4,88 ^a	4,70 ^{ab}	4,70 ^{ab}	4,63 ^{ab}
LC6	9	3,75 ^{ab}	3,68 ^{abc}	4,63 ^a	4,38 ^{ab}	4,05 ^{abc}	3,80 ^{abc}	3,93 ^{abc}
LIN12	9	4,63 ^a	4,13 ^{ab}	4,50 ^{ab}	4,88 ^a	3,55 ^{bcd}	4,05 ^{abc}	3,73 ^{abc}
LIN6	9	2,38 ^b	2,50 ^c	4,25 ^{ab}	4,13 ^b	2,75 ^d	2,75 ^c	2,88 ^c
LßG12	9	3,88 ^{ab}	3,55 ^{abc}	3,75 ^b	4,88 ^a	3,20 ^{cd}	3,63 ^{abc}	3,50 ^{bc}
LßG6	9	2,88 ^{ab}	2,70 ^{bc}	3,75 ^b	4,88 ^a	3,20 ^{cd}	3,25 ^{bc}	2,88 ^c
Depolama Süresi (gün) (D)								
1	33	4,03 ^b	3,78 ^b	4,59 ^a	4,76 ^a	3,82 ^b	3,88 ^b	3,83 ^b
60	33	4,26 ^{ab}	4,27 ^a	4,68 ^a	4,47 ^b	4,29 ^a	4,30 ^a	4,39 ^a
120	33	4,49 ^a	4,41 ^a	4,60 ^a	4,50 ^b	4,27 ^a	3,95 ^{ab}	4,10 ^{ab}
ANOVA								
Labne peyniri çeşidi (L)		**	**	**	**	**	**	**
Depolama Süresi (D)		**	**	**	**	**	**	**
LxD		**	**	ns	ns	**	**	**

(**) p<0,01 düzeyinde önemli, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir, ns: önemsiz.

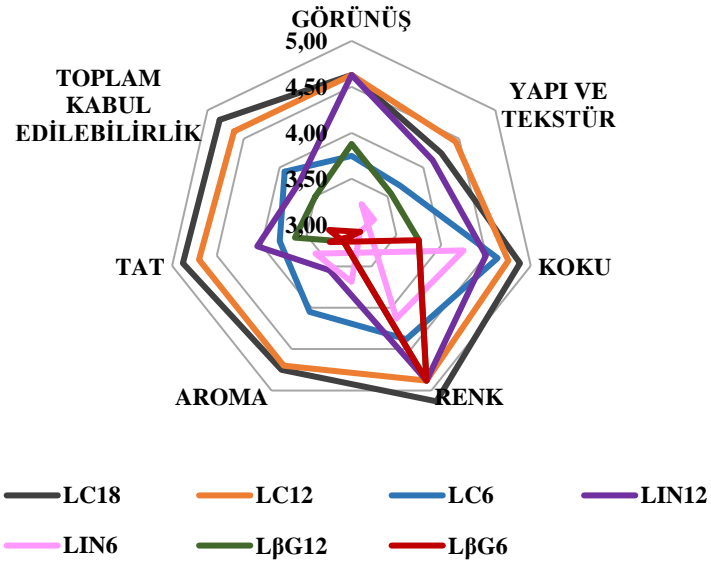
Toplam kabul edilebilirlik özellikleri Labne peyniri örnekleri arasında $P < 0,01$ oranında önemli bulunmuştur. Labne peynirlerinde en yüksek toplam kabul edilebilirlik değerleri kontrol örneklerinde ve inülin içeren %12 yağlı LIN12 örneğinde saptanmıştır. Bu süredeki en düşük toplam kabul edilebilirlik değeri ise 2,88 ile LIN6 ve LβG6 örneklerinde bulunmuştur (Çizelge 4.18.). Peynirlerin yağ oranları ve peynirlere diyet lifli yağ ikame maddesi ilave edilmesi toplam kabul edilebilirlik değerlerini etkilemiştir.

Genel olarak %12 yağ içeren inülin ve β -glukan katkılı peynirler panalistler tarafından daha çok beğeni toplamıştır. Koca ve Metin (2004), yağ ikameleri ile üretilen az yağlı taze Kaşar peynirlerinin özelliklerini incelemiş, yağ ikame maddesi içermeyen düşük yağlı peynirlerin, tam yağlı peynirlerden daha sert, daha elastik ve sakızimsı ve çignenebilir yapıya sahip olduğunu ve daha düşük eriyebilirlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik puanlarına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

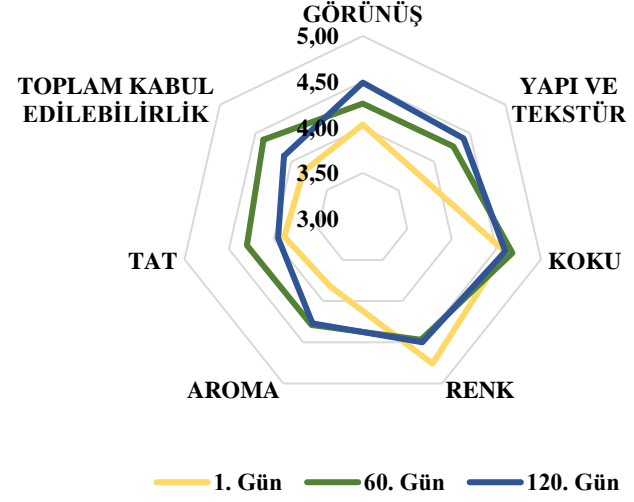
Labne peyniri örneklerinin toplam kabul edilebilirlik değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları incelendiğinde en yüksek toplam kabul edilebilirlik değeri 4,39 ile 60. günde, en düşük toplam kabul edilebilirlik değeri ise 3,83 ile 1. günde saptanmıştır.

Genel olarak, tam yağlı ve yağı azaltılmış (%12) Labne peynirleri, az yağlı (%6) örneklerden daha fazla lezzet, fermente tat ve daha güçlü bir aromaya sahip olmuştur. İnülinin yapı ve görünüş özelliklerini önemli ölçüde artırdığı ve β -glukan katkılı örneklerden daha fazla beğenildiği ifade edilmiştir, %12 yağlı β -glukan içeren Labne peynirinin hafif acımsı bir tada sahip olduğu belirtilmiştir.

Şekil 4.9.'da protein ve diyet lifi katkılı Labne peynirlerine ait toplam kabul edilebilirlik değerleri birlikte verilmiştir. Labne peynirlerine ait görüntüler EK1'de verilmiştir.

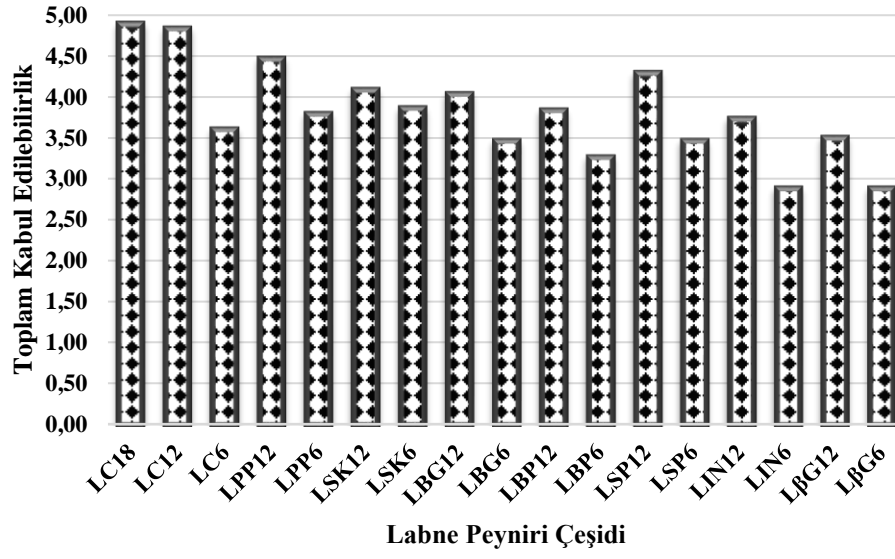


(a)



(b)

Şekil 4.8. Diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinin depolama boyunca duyuşal değerlerinde meydana gelen değişim a) örnekler arası, b) dönemler arası



Şekil 4.9. Protein ve diyet lifi katkılı Labne peynirlerine ait toplam kabul edilebilirlik değerleri

5. SONUÇ

Günümüzde aşırı yağ tüketimine bağlı olarak artış gösteren sağlık problemleri, insanların yağ içeriği daha düşük gıdaları talep etmesine neden olmuştur. Bununla birlikte, gıdalarda bulunan yağın duyuşal ve tekstürel özellikler üzerine etkisinin oldukça fazla olduğu da bilinmektedir. Süt yağı, hem beslenme hem de süt ürünlerinin yapısı, aroması ve tat karakteristiklerinin oluşması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, yağ azaltılmış gıdaların özellikle duyuşal parametrelerinden ağızda yağlılık hissi, kıvam gibi faktörlerinde ve tekstürel özelliklerinde meydana gelebilecek olumsuzlukları giderebilmek amacıyla üretim proseslerinde değişiklik yapılması, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yağ ikame maddelerinin kullanılması gibi çeşitli uygulamalar son yıllardaki çalışmaların odak noktasını oluşturmuştur. Yağ ikame maddeleri, katıldığı gıdaya yağın verdiği olumlu teknolojik özellikleri sağlarken, tüketicilerin kalorisi azaltılmış ürünler tüketmesine de yardımcı olmaktadır.

Akdeniz ülkelerinde tercih edilen fermente süt ürünleri arasında yer alan Labne peynirinin, Türkiye’de üretiminde starter kültür olarak, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kullanılarak fermantasyon sağlanmaktadır. Pürüzsüz ve sürülebilir kıvamda olan Labne peyniri, hafif asidik bir lezzet ve kremsi beyaz renge sahip olmasıyla kültürlü kremaya benzer bir özellik taşımaktadır. Labne peyniri farklı hayvanların sütünden veya bu sütlerin karışımından üretilebilmektedir. Geleneksel olarak yoğurt şeklinde üretilip, serum fazının uzaklaştırılmasıyla konsantre edilen Labne peynirlerinde randımanın düşük olması nedeniyle modern işletmelerde ultrafiltrasyon, ters ozmoz, santrifüjleme gibi yöntemler kullanılarak üretim yapılmaktadır. Günümüzde Labnenin popülaritesinin artmasıyla farklı süt türleri, teknolojiler ve konsantrasyon teknikleri uygulanarak üretimi giderek artmaktadır.

Bu çalışmada; %18, %12, %6 yağlı Labne peyniri üretimi; hayvansal (süt protein konsantratu, peyniraltı suyu protein konsantratu) ve bitkisel (buğday gluteni, bezelye protein izolatu, soya protein izolatu) protein katkıları ile diyet liflerinin (inülin, β -glukan) yağ ikame maddesi olarak kullanılması ile gerçekleştirilmiş ve düşük yağlı üründe görülebilecek kusurların azaltılması ve tekstürel özelliklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Üretilen peynirlerin, kontrol grubu olan yağ ikame maddesi ilave edilmeyen peynirlere en yakın özelliklere sahip olanının saptanması amacıyla depolamanın 1., 60., ve 120. günlerinde fiziko-kimyasal, amino asit, organik asit, tekstürel, mikroyapısal ve duyu özellikleri belirlenmiştir. Labne peyniri örnekleri, protein katkılı ve diyet lifi katkılı olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

Protein katkılı Labne peyniri örneklerinde, en yüksek titrasyon asitliği değeri süt protein konsantratu içeren LSK6 örneğinde saptanmıştır. En yüksek kurumadde ve kül oranı peyniraltı suyu protein konsantratu içeren LPP6 örneğinde bulunmuştur. Protein oranları incelendiğinde en yüksek protein oranı bezelye protein izolatu içeren LBP6 örneğinde tespit edilmiştir. Renk değerlerine göre ise en yüksek L* ve a* değerleri peyniraltı suyu protein konsantratu içeren LPP12 örneğinde, en yüksek b* değeri ise LBP6 örneğinde belirlenmiştir.

Labne peynirlerinde en fazla bulunan amino asitler; prolin, lösin, metiyonin, lizin ve treonin olarak belirlenmiştir. Bu amino asitleri en yüksek oranda içeren Labne peyniri ise %12 yağlı süt protein konsantratu içeren (LSK12) örnek olmuştur. Protein katkılı Labne peynirlerinin tekstürel özellikleri incelendiğinde %12 yağlı peyniraltı suyu protein konsantratu içeren (LPP12) örneğin en yüksek sıklık, kesilebilirlik, yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerine sahip olduğu, %6 yağlı buğday gluteni içeren (LBG6) örneğin ise yüksek yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerleri ile güçlü bir ağ yapısı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri incelendiğinde, kontrol örneği ile protein içeren örnekler arasında yapısal olarak belirgin farklılıklar olduğu görülmüştür. Labne peyniri örneklerinin mikroyapıları incelendiğinde, süt protein konsantratu içeren %6 ve %12 yağlı örneklerin protein matriksinin homojenliğinin, diğer Labne peynirlerinin homojenliğinden daha iyi olduğu ve daha iyi bir mikroyapı özelliği gösterdiği görülmüştür. %6 yağlı kontrol grubu Labne peynirinde ise fazlar arası yağın dolgu özelliğinin eksikliğine bağlı olarak serum boşluklarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yağ içeriğindeki farklılıklar ve aynı zamanda protein içerikli yağ ikame

maddelerine bağlı olarak değişen jelleşme koşulları protein kümeleşmesini etkilemiş ve peynirlerin mikroyapıları değişmiştir.

Labne peyniri örnekleri duyuusal anlamda görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma, tat ve toplam kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiş; genel olarak %12 yağlı peyniraltı suyu protein konsantratu içeren (LPP12) örneğın daha çok beğenildiği görölmüştür. Bu örnekten sonra en fazla beğenilen örnekler; %12 yağ içeren süt protein konsantratu (LSK12), buğday gluteni (LBG12) ve soya proteini (LSP12) içeren Labne peyniri örnekleri olmuştur.

Diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri incelendiğinde, fermantasyon özellikleri birbirine yakın olarak titrasyon asitliği değerleri arasında önemli farklılık görölmemiştir. En yüksek kurumadde oranları %6 yağlı inülin ve β -glukan içeren Labne peyniri örneklerinde (LIN6, L β G6), en yüksek tuz oranı %6 yağlı inülin katkılı (LIN6) örnekte, en yüksek kül ve protein oranı %6 yağlı β -glukan katkılı (L β G6) örnekte tespit edilmiştir. Renk özelliklerine göre L* değerleri arasında önemli farklılık görölmezken, en yüksek a* değerleri %6 yağlı inülin ve β -glukan içeren (LIN6 ve L β G6) örneklerde, en yüksek b* değeri ise %6 yağlı inülin katkılı (LIN6) örnekte bulunmuştur.

Labne peyniri örneklerinde fermente olabilen substratların farklılığına bağlı olarak organik asitlerden, malik asit ve sitrik asit en fazla %6 yağlı inülin içeren (LIN6) örnekte, asetik asit en fazla %6 yağlı β -glukan içeren (L β G6) örnekte tespit edilmiştir. Tekstürel özellikler açısından (sıkılık, kesilebilirlik, yapışkanlık, dış yapışkanlık) Labne peyniri örnekleri arasında en yüksek değerler %12 yağlı inülin içeren (LIN12) örnekte saptanmıştır. İnülin ve β -glukan fermantasyona uğrayarak daha fazla organik asit oluşturmuştur.

İnülinin, lifli yapıda olması nedeniyle protein kümelerinin arasına girmesi ve serum boşuklarının daha az görölmesi, %12 ve %6 yağlı inülin ilave edilen Labne peynirlerinin mikroyapılarının kontrol grubu peynire benzer bir yapıda olmasını sağlamıştır. %12 ve %6 yağlı inülin ve β -glukan katkısı ilave edilmiş Labne peynirleri karşılaştırıldığında,

%12 yağ içeren örneklerin mikroyapısında yağ globülleri daha belirgin şekilde görülürken, %6 yağlı örneklerde proteinler daha görünür şekilde ön plana çıkmıştır.

Protein ve diyet lifi katkılı Labne peyniri örneklerinin depolama periyodunun sonunda (120. gün) pH ve kurumadde içeriklerinde artış; titrasyon asitliği, kül, protein değerlerinde azalma saptanmıştır.

Protein katkılı Labne peynirleri tekstürel ve duyuşal açıdan değerlendirildiğinde %12 yağlı peyniraltı suyu protein konsantratu içeren LPP12 örneği en yüksek değerleri almıştır. Diyet lifi katkılı Labne peyniri örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde; %6 yağlı inülin ve β -glukan ilaveli (LIN6 ve L β G6) örnekler en yüksek değerleri almıştır.

Sonuç olarak, az yağlı ürünlerde ortaya çıkan yapısal kusurların önlenmesi hedefleri doğrultusunda, yağ oranı azaltılmış Labne peynirinin tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde hayvansal ve bitkisel kaynaklı proteinlerin ve ayrıca karbonhidrat kaynaklı diyet liflerinin kullanılabileceği saptanmıştır. Ancak bu sonuçların reolojik ölçümler ile desteklenmesi ve SEM mikrografları ile belirlenen mikroyapı analizleri ile de korelasyonunun kapsamlıca incelenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, sonraki çalışmalarda yağ ikame maddelerinin kombinasyonlarının yağ azaltılmış Labne peyniri üretiminde kullanımının etkilerinin araştırılması, raf ömrünü uzatmak ve duyuşal özelliklerinin depolama boyunca daha da geliştirilmesini sağlamak için farklı üretim modifikasyonlarının denenmesi gerektiği de düşünölmüştür.

Son yıllarda yaşam kalitesinin artırılması amacıyla tüketicilerin gıda tüketme alışkanlıklarında değişiklikler olduğu görölmektedir. Fonksiyonel gıda üretim sektörünün büyümesi ile birlikte, düşük yağlı gıda ürünlerine olan talebin artması, düşük kalorili ve yağ azaltılmış süt ürünleri pazarında da dinamik bir büyüme ortaya çıkarmaktadır. Diyetle alınan yağ miktarı ile şişmanlık, kalp ve damar rahatsızlıkları, yüksek tansiyon ve diğer kronik hastalıklar arasında bir ilişki olduğu herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Ancak yağ içeriğinin azaltılması istenilen tat ve aroma ile düzgün yapı ve tekstüre sahip ürün elde edilmesini güçleştirmektedir.

Gıdalarda yağın miktarını azaltıp yağ benzeri maddelerle ikamesi ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Sağlıklı bir diyet düzeni çerçevesinde, yağ yerine geçen yağ ikame maddelerinin diyet planlamasında dikkatli kullanımı uygun olabilir, ancak uzun vadeli sağlık etkilerinin tam olarak belirlenebilmesi için klinik deneylerle ilgili ek araştırmaların yapılması da gerekmektedir. Ancak şunu da unutmamak gerekir ki yağlar; enerji açısından zengin bileşenler olmalarının yanısıra esansiyel yağ asitlerini de içermektedirler. Bu nedenle gıda bileşenlerini beslenmede azaltmak yerine toplam kalori miktarını azaltmak yeterli ve dengeli bir beslenme açısından önemli bir yaklaşım olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abu-Jdayil, B., Yumah, R.Y., Shaker, R.R. 2002.** Rheological properties of a concentrated fermented product, Labneh, produced from bovine milk: effect of production method. *International Journal of Food Properties*, 5(3): 667-679.
- ADA-American Dietetic Association. 2009.** Position of the American Dietetic Association: functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 109: 735– 46.
- Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, B., Truong, V. 2001.** Stickiness in foods: a review of mechanisms and test methods. *International Journal of Food Properties*, 4(1): 1-33.
- Adhikari, K., Grun, I.U., Mustapha, A., Fernando, L.N. 2002.** Changes in the profile of organic acids in plain set and stirred yogurt during manufacture and refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 25(5): 435–451.
- Agarwal, S., Powers, J.R., Swanson, B.G., Chen, S., Clark, S. 2006.** Cheese pH, protein concentration, and formation of calcium lactate crystals. *Journal of Dairy Science*, 89(11): 4144-4155.
- Ahmad, A., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H., Dilshad, S.M. 2012.** Beta glucan: a valuable functional ingredient in foods. *Critical Reviews and Food Science*, 52(3): 201-212.
- Akalin, A.S., Karagozlu, C., Unal, G. 2008.** Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227(3): 889-895.
- Akalin, A.S., Unal, G., Dinkci, N., Hayaloglu, A.A. 2012.** Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 95(7): 3617-3628.
- Akesowan, A. 2009.** Influence of soy protein isolate on physical and sensory properties of ice cream. *Thai Journal of Agricultural Science*, 42(1): 1-6.
- Akin, M.B., Akin, M.S., Kirmaci, Z. 2007.** Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. *Food Chemistry*, 104(1): 93-99.
- Akin, Z., Ozcan, T. 2017.** Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. *LWT – Food Science and Technology*, 86: 25-30.
- Akoh, C.C., Min, D.B. 2002.** Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology. CRC Press, Boca Raton, USA, 128 pp.
- Akpınar-Bayizit, A., Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L. 2009.** Membrane processes in production of functional whey components. *Mljekarstvo*, 59(4): 282-288.
- Al Otaibi, M., El Demerdash, H. 2008.** Improvement of the quality and shelf life of concentrated yoghurt (Labneh) by the addition of some essential oils. *African Journal of Microbiology Research*, 2(7): 156-161.
- Alnemr, T.M., El-RazeK, A.M.A., Hasan, H.M.A., Massoud, M.I. 2013.** Improving of Karish cheese by using enhanced technological texturizing inulin. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 58(2): 173-181.
- Aluko, R.E., Mofolasayo, O.A., Watts, B.M. 2009.** Emulsifying and foaming properties of commercial yellow pea (*Pisum sativum* L.) seed flours. *Journal of Agricultural Food Chemical*, 57(20): 9793-9800.

- Alvarez, V.B., Wholters, C.L., Vodovotz, Y., Ji, T. 2005.** Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science*, 88(3): 862-871.
- Anderson, J.W., Randles, K.M., Kendall, D.W., Jenkins, D.J. 2004.** Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(1): 5-17.
- Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H. Jr., Ferrei, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V., Williams, C.L. 2009.** Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4): 188-205.
- Anonim 2007.** Kalori Kontrol Konseyi. Fat replacer: Food ingredients for healthy eating.
- Anonim 2015.** Türk Gıda Kodeksi, *Peynir Tebliği*. (TEBLİĞ NO: 2015/6).
- Anthony, J.C., Anthony, T.G., Kimball, S.R., Jefferson, L.S. 2001.** Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Journal of Nutrition*, 131(3): 856-860.
- Antoniou, K.D., Petridis, D., Raphaelides, S., Ben Omar, Z., Kesteloot, R. 2000.** Texture assessment of French cheeses. *Journal of Food Science*, 65(1): 168-172.
- AOAC. 2000.** Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Association of official analytical chemists, USA, 234 pp.
- Arcia, P.L., Navarro, S., Costell, E., Tarrega, A. 2011.** Effect of inulin seeding on rheology and microstructure of prebiotic dairy desserts. *Food Biophysics*, 6(4): 440-449.
- Aryana, K.J., Haque, Z.U. 2001.** Effect of commercial fat replacers on the microstructure of low-fat cheddar cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(2): 169-177.
- Arzeni, C., Martínez, K., Zema, P., Arias, A., Pérez, O.E., Pílosof, A.M.R. 2012.** Comparative study of high intensity ultrasound effects on food proteins functionality. *Journal of Food Engineering*, 108(3): 463-472.
- Atasoy, A.F., Yetismeyen, A. 2006.** Serum proteinlerinin mikropartikülasyonu ve gıda teknolojisinde kullanımı, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, İzzet Baysal Kültür Merkezi, Bolu.
- Augustin, M.A., Margetts, C.L. 2003.** Powdered milk: Milk powders in the marketplace. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 4694-4702.
- Auton, M., Bolen, D.W., Rösgen, J. 2008.** Structural thermodynamics of protein preferential solvation: osmolyte solvation of proteins, aminoacids, and peptides. *Proteins*, 73(4): 802-813.
- Auty, M.A., Twomey, M., Guinee, T.P., Mulvihill, D.M. 2001.** Development and application of confocal scanning laser microscopy methods for studying the distribution of fat and protein in selected dairy products. *Journal of Dairy Research*, 68(3): 417-427.
- Awad, S. 2006.** Texture and flavour development in ras cheese made from raw and pasteurised milk. *Food Chemistry*, 97(3): 394-400.
- Aydinol, P., Özcan, T. 2009.** Peynirlerde Kalsiyum Laktat (Ca-Laktat) Kristalizasyonu. *UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1):81-91.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2017.** Yağı Azaltılmış Fermente Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde Fonksiyonel Yaklaşımlar. *Uluslararası Gıda Kongresi 4th*

International Food Congress, Gıda Sektöründe Yeni Yaklaşımlar, 28-29 Eylül 2017, Bursa, p: 37.

Aydinol, P., Ozcan, T. 2018a. Production of reduced-fat Labneh cheese with inulin and β -glucan fibre-based fat replacer. *International Journal of Dairy Technology*, 71(2): 362-371.

Aydinol, P., Ozcan, T. 2018b. Effect of whey protein concentrate as fat mimetic on the structure and textural properties of Labneh cheese. *International Congress on Engineering and Life Sciences*, Kastamonu, pp: 759-763.

Aziznia, S., Khosrowshahi, A. Madadlou A., Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, 91(7): 2545-2552.

Bakırcı, İ., Kavaz, A. 2006. Peyniraltı suyunun değerlendirilme olanakları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, İzzet Baysal Kültür Merkezi, Bolu.

Banks, J.M. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 57(4): 199-207.

Barac, M., Cabrilo, S., Pesic, M., Stanojevic, S., Ristic, N. 2010. Profile and functional properties of seed proteins from six pea (*Pisum sativum*) genotypes. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(12): 4973-4990.

Barac, M.B., Pesic, M.B., Stanojevic, S.P., Kostic, A.Z., Bivolarevic, V. 2015. Comparative study of the functional properties of three legume seed isolates: adzuki, pea and soy bean. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5): 2779-2787.

Bayraktaroğlu, G. 2008. Yağsız ayranın kalite ve reolojik özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, CBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Baysal, A. 2007. Genel beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 280 s.

Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009. Food chemistry. Springer-Verlag, Germany, 988 pp.

Benedito, J., Gonzalez, R., Rossello, C., Mulet, A. 2000. Instrumental and expert assessment of Mahon cheese texture. *Journal of Food Science*, 65(7): 1170-1174.

Benito, P., Nelson, G.J., Kelley, D.S., Bartolini, G., Schmidt, P.S., Simon, V. 2001. The effects of conjugated linoleic acid on plasma lipoproteins and tissue fatty acid composition in humans. *Lipids*, 36(3): 229-236.

Bevilacqua, A.E., Califano, A.N. 1989. Determination of organic acids in dairy products by high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Science*, 54(4): 1076-1076.

Bhullar, Y.S., Uddin, M.A., Shah, N.P. 2002. Effects of ingredients supplementation on textural characteristics and microstructure of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 57(6): 328-332.

Bolenz, S., Amtsberg, K., Schape, R. 2006. The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1): 45-55.

Bonner, P.L.R. 2007. Protein purification. Taylor and Francis Group, UK, 190 pp.

Bora, P.S., Brekke, C.J., Powers, J.R. 1994. Heat induced gelation of pea (*Pisum sativum*) mixed globulins, vicilin and legumin, *Journal of Food Science*, 59(3): 594-596.

Bowland, E.L., Foegeding, E.A. 2001. Small strain oscillatory shear and microstructural analyses of a model processed cheese. *Journal of Dairy Science*, 84(11): 2372-2380.

- Boyacıoğlu, D., Nilüfer, D. 2003.** Süt ürünlerinde diyet liflerin ingrediyan olarak kullanımı. Süt Ürünlerinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22–23 Mayıs 2003, İzmir.
- Boye, J.I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S.H. 2010.** Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, 43(2): 537-546.
- Brennan, C.S., Kuri, V., Tudorica, C.M. 2004.** Inulin enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry*, 86(2): 189-193.
- Brennan, C.S., Tudorica, C.M. 2008.** Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilization of barely beta-glucan, guar gum and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5): 824-833.
- Britten, M., Giroux, H.J. 2001.** Acid-induced gelation of whey protein polymers: effects of pH and calcium concentration during polymerization. *Food Hydrocolloids*, 15(4-6): 609-617.
- Broadbent, J.R., McMahon, D.J., Oberg, C.J., Welker, D.L. 2001.** Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese. *International Dairy Journal*, 11(4-7): 433-439.
- Broadbent, J.R., Barnes, M., Brennand, C., Strickland, M., Houck, K., Johnson, M.E., Steele, J.L. 2002.** Contribution of *Lactococcus lactis* cell envelope proteinase specificity to peptide accumulation and bitterness in reduced-fat Cheddar cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(4): 1778-1785.
- Brown, J.A., Foegeding, E.A., Daubert, C.R., Drake, M.A., Gumpertz, M.J. 2003.** Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. *Journal of Dairy Science*, 86(10): 3054-3067.
- Buckeridge, M.S., Rayon, C., Urbanowicz, B., Tine, M.A.S., Carpita, N. 2004.** Mixed linkage (1→3), (1→4)- β-D glucans of grasses. *Cereal Chemistry*, 81(1): 115-127.
- Bulut-Solak, B. 2013.** Farklı tip peynirler kullanılarak üretilen eritme tipi peynirlerin üretimi esnasında uygulanan işlem parametrelerinin peynirin bazı özellikleri üzerine etkisi. *Doktora Tezi*, SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Konya.
- Bylund, G. 2003.** Dairy processing handbook, Tetrapak, Sweden, 440 p
- Canbulat, Z., Ozcan, T. 2015.** Effects of short-chain and long-chain inulin on the quality of probiotic yogurt containing *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6): 1251-1260.
- Chandan, R. C., Kapoor, R. 2011.** Principles of cheese technology: Dairy ingredients for food processing. Ed: Chandan, A.K. Wiley-Blackwell Publishing, USA pp: 225-267.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., Webb, C. 2002.** Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1-2): 131-141.
- Chavan, R.S., Khedkar, C.D., Bhatt, S. 2016.** Fat replacer: The encyclopedia of food and health, Eds.: Caballero, B., Finglas, P., Toldrá, F., Oxford, Academic Press, U.K, pp: 589-595.
- Cheftel, J.C., Cuq, J.L., Lorient, D., 1985.** Amino acids, peptides and proteins. Ch. 5 in Food Chemistry, Ed: Fennema O.R., Marcel Dekker, New York, 246-369.

- Chen, S.X., Wang, J.Z., Van Kessel, J.S., Ren, F.Z., Zeng, S.S. 2010.** Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *Journal of Dairy Science*, 93(4): 1345-1354.
- Chen, L., Chen, J., Ren, J., Zhao, M. 2011.** Modifications of soy protein isolates using combined extrusion pre-treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improved emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 25(5): 887-897.
- Cherian, G., Georger, M.P., Ahn, D.U. 2002.** Dietary conjugated linoleic acid with fish oil alter yolk n-3 and trans fatty acid content and volatile compounds in raw, cooked and irradiated eggs. *Poultry Science*, 81(10): 1571-1577.
- Chick, H., Shin, H.S., Ustunol, Z. 2001.** Growth and acid production by lactic acid bacteria and bifidobacteria grown in skim milk containing honey. *Journal of Food Science*, 66(3): 478-481.
- Childs, J.L., Drake, M.A. 2009.** Consumer perception of fat reduction in cheese. *Journal of Sensory Studies*, 24(6): 902-921.
- Choi, W.S., Han, J.H. 2001.** Physical and mechanical properties of pea-protein-based edible films. *Journal of Food Science*, 66(2): 319-22.
- Chramostova, J., Mošnová, R., Lisova, I., Pešek, E., Drbohlav, J., Němečková, I. 2014.** Influence of cultivation conditions on the growth of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., and *Streptococcus thermophilus*, and on the production of organic acids in fermented milks. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(5): 422-429.
- Colin-Henrion, M., Mehinagic, E., Renard, C., Richomme, P., Jourjon, F. 2009.** From apple to applesauce: Processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides. *Food Chemistry*, 117(2): 254-260.
- Costa, M.P., Balthazar, C.F., Moreira, R., Cruz, A.G., Junior, C.A.C. 2013.** Leite fermentado: potencial alimento funcional. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer*, 9(16): 1387-1408.
- Coulter, T. 2009.** Food: The chemistry of its components. Royal Society of Chemistry, UK, 501 pp.
- Crispin-Isidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E.J. 2015.** Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. *LWT- Food Science and Technology*, 62(1): 438-444.
- Çakmakçı, S., Şengül, M. 1995.** Peynirde acı tat oluşumu, etki eden faktörler ve kontrolü. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3): 385-399.
- Dabour, N., Kheadr, E., Benhamou, N., Fliess I., La Pointe, G. 2006.** Improvement of texture and structure of reduced-fat Cheddar cheese by exopolysaccharide-producing lactococci. *Journal of Dairy Science*, 89(1): 95-110.
- Dai, S., Jiang, F., Corke, H., Shah, N.P. 2018.** Physicochemical and textural properties of Mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. *Food Research International*, 107: 691-699.
- Dashti B., Al-Awadi, F., Khalafawi, M.S., Sawaya, W., Al Amiri, H. 2003.** Soluble and insoluble dietary fibre in thirty-two Kuwaiti dishes. *Food Chemistry*, 83(4): 557-561.
- Dave, P. 2012.** Rheological properties of low-fat processed cheese spread made with inulin as a fat replacer. *M.Sc. Thesis*, University of Wisconsin-Stout, Food and Nutritional Science, Menomonie, USA.
- Day, L., Augustin, M.A., Batey, I.L., Wrigley, C.W. 2006.** Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends Food Science and Technology*, 17(2): 82-90.

- De Kruif, C.G., Huppertz, T., Urban, V.S., Petukhov, A.V. 2012.** Casein micelles and their internal structure. *Advances in Colloid and Interface Science*, 171-172: 36-52.
- De la Fuente, M.A., Hemar, Y., Tamehana, M., Munro, P.A., Singh, H. 2002.** Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. *International Dairy Journal*, 12(4): 361- 369.
- Dees, A.L. 2002.** Effect of various ingredients on a model process cheese system. M.S. Thesis, North Carolina State University, M.C. Faculty of Food Science, USA.
- Delgado, K.F., Da Silva Frasao, B., Da Costa, M.P., Junior, C.A.C. 2017.** Different alternatives to improve rheological and textural characteristics of fermented goat products - A Review. *Rheology: Open Access*, 1: 1-6.
- Delikanli, B., Ozcan, T. 2014.** Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type non-fat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 67(4): 495-503.
- Delikanli, B., Ozcan, T. 2017.** Improving the Textural Properties of Yogurt Fortified with Milk Proteins. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5): 495-503.
- Dervisoglu, M., Yazici, F., 2006.** Note. The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Science and Technology International*, 12 (2):159-164.
- Dhanraj, P., Jana, A., Modha, H., Aparnathi, K.D. 2017.** Influence of using a blend of rennet casein and whey protein concentrate as protein source on the quality of Mozzarella cheese analogue. *Journal of Food Science Technology*, 54(3): 822-831.
- Diamantino, V.R., Beraldo, F.A., Sunakozawa, T.N., Penna, A.L.B. 2014.** Effect of octenyl succinylated waxy starch as a fat mimetic on texture, microstructure and physicochemical properties of Minas fresh cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 56 (2): 356-362.
- Dizlek, H. 2010.** Süne zararına uğramış ekmeçlik buğdayların bazı niteliklerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Dongowski, G., Drzikova, B., Senge, B., Blochwitz, R., Gebhardt, E., Habel, A. 2005.** Rheological behaviour of β -glucan preparations from oat products. *Food Chemistry*, 93(2): 279-291.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevica, T., Shah, N.P. 2007.** Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *Lait*, 87(1): 21-38.
- Doyle, M.E., Glass, K.A. 2010.** Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1): 44–56.
- Drake, M.A. 2008.** The impact of fat content on flavor of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Sciences*, 91(1): 152.
- Dreher, M.L. 2001.** Dietary fiber overview, Eds: McCleary, B.V., Prosky, L. *Advanced Dietary Fibre Technology*, Blackwell Science, Oxford, UK pp:1-16.
- Dursun, S., Erkan, N. 2009.** Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences*, 3(4): 352-373.
- El-Bakry, M., Duggan, E., O’Riordan, D., O’Sullivan, M. 2011a.** Casein hydration and fat emulsification during manufacture of imitation cheese, and effects of emulsifying salts reduction. *Journal of Food Engineering*, 103(2): 179-187.

- El-Bakry, M., Duggan, E., O’Riordan, E.D., O’Sullivan, M., 2011b.** Effect of chelating salt type on casein hydration and fat emulsification during manufacture and functionality of imitation cheese. *Journal of Food Engineering* 102(2): 145-153.
- El-Bakry, M., Sheenan, J. 2014.** Analysing cheese microstructure: A review of recent developments. *Journal of Food Engineering*, 125: 84-96.
- El-Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., Joye, I.J. 2018.** A review on the gluten-free diet: technological and nutritional challenges. *Nutrients*, 10(10): 1-25.
- El-Nagar, G., Glowers, G., Tudorica, C.M., Kuri, V. 2002.** Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2): 89-93.
- Ertekin, B. 2008.** Yağ ikame maddeleri kullanımının kefir kalite kriterleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Espírito-Santo, A.P., Lagazzo, A., Sousa, A.L.O.P., Perego, P., Converti, A., Oliveira, M.N. 2013.** Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50(1): 224-231.
- Etzel, M.R. 2004.** Manufacture and use of dairy protein fractions. *The Journal of Nutrition*, 134(4): 996-1002.
- Everett, D.W., Auty, M.A.E. 2008.** Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal*, 18(7): 759-773.
- Fadaei, V., Poursharif, K., Daneshi, M., Honarvar, M. 2012.** Chemical characteristics of low-fat wheyless cream cheese containing inulin as fat replacer. *European Journal of Experimental Biology*, 2(3): 690-694.
- Fagan, C.C., O’Donnell, C.P., Cullen, P.J., Brennan, C.S. 2006.** The effect of dietary fibre inclusion on milk coagulation kinetics. *Journal of Food Engineering*, 77(2): 261-268.
- FDA-Food and Drug Administration. 2013.** Center for Food Safety and Applied Nutrition, pp: 132.
- Fenelon, M.A., Guinee, T.P. 1999.** The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*, 82(11): 2287-2299.
- Fenelon, M.A., Guinee, T.P. 2000.** Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *International Dairy Journal*, 10(3): 151-8.
- Fenelon, M.A., O’Connor, P., Guinee, T.P. 2000.** Effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 83(10): 2173-2183.
- Fernandez-Gines, J.M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. 2004.** Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to Bologna sausages. *Meat Science*, 67(1): 7-13.
- Figuerola, F., Hurtado, M.L., Estévez, A.M., Chiffelle, I., Asenjo, F. 2005.** Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3): 395-401.
- Flaczyk, E., Gorecka, D., Kobus, J., Szymandera-Buszka, K. 2009.** The influence of inulin addition as fat substitute on reducing energy value and consumer acceptance of model pork meatballs. *Zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc*, 4(65): 41-46.

- Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., Roberfroid, M. 2001.** Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(5): 353-362.
- Foegeding, E.A., Brown J., Drake, M.A., Daubert, C.R. 2003.** Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal*, 13(8): 585-591.
- Foegeding, E.A. 2007.** Rheology and sensory texture of biopolymer gels. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 12(4-5): 242-250.
- Foegeding, E.A., Cakir, E., Koc, H. 2010.** Using dairy ingredients to alter texture of foods: Implications based on oral processing considerations. *International Dairy Journal*, 20(9): 562-570.
- Fox, P.F., Kelly, A.L. 2004.** Developments in the chemistry and technology of milk proteins 2. Minor milk proteins. *Food Australia*, 55(6):231-234.
- Franck, A. 2002.** Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2): 287-291.
- Friedeck, K.G., Karagul-Yuceer, Y., Drake, M.A. 2003.** Soy protein fortification of a low-fat dairy-based ice cream. *Journal Food Science*, 68(9): 2651-2657.
- Gardiner, T. 2004.** Beta-glucan biological activities: A review. 1-39.
- Ge, Q., Almena-Aliste, M., Kindstedt, P.S. 2002.** Reversibility of pH-induced changes in the calcium distribution and melting characteristics of Mozzarella cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57: 3-9.
- Gebhardt, S.E., Thomas, R.G. 2002.** Nutritive value of foods. Home and Garden Bulletin, USA, 95pp.
- Giri, A., Kanawjia, S.K., Khetra, Y. 2014.** Textural and melting properties of processed cheese spread as affected by incorporation of different inulin levels. *Food and Bioprocess Technology*, 7(5): 1533-1540.
- Giri, A., Kanawjia, S.K., Singh, M.P. 2017.** Effect of inulin on physico-chemical, sensory, fatty acid profile and microstructure of processed cheese spread. *Journal of Food Science and Technology*, 54(8): 2443-2451.
- Glibowski, P., Kowalska, A. 2012.** Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin. *Journal of Food Engineering*, 111(2): 299-304.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin, C.M, Gebruers, K., Delcour, J.A. 2005.** Wheat flour constituents: how they impact bread quality and how to impact their functionality. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1-3): 12-30.
- Gonzalez-Martinez, C., Becerra, M., Chafer, M., Albors, A., Carot, J.M., Chiralt, A. 2002.** Influence of substituting milk for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Science and Technology*, 13(9): 334-340.
- Göncü, B. 2016.** Süt endüstrisinde liflerin kullanım olanakları. *Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2): 198-205.
- Grimble, R.F. 2006.** The effects of sulfur aminoacid intake on immune function in humans. *Journal of Nutrition*, 136(6): 1660-1665.
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Bütikofer, U., Eberhard, P. 2009.** Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal*, 19(2): 107-115.
- Guillon, F., Champ, M. 2000.** Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Research International*, 33(3-4): 233-245.

- Guinee, T.P., Auty, M.A.E., Fenelon, M.A. 2000.** The effect of fat content on the rheology, microstructure and heat-induced functional characteristics of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 10(4): 277-288.
- Guinee, T.P. 2002.** The functionality of cheese as an ingredient: A review. *Australian Journal of Dairy Science*, 57(2): 79-91.
- Guinee, T.P., Fox, P.F. 2004.** Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects: Cheese: chemistry, physics and microbiology, Eds.: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, .M., Guinee, T.P., Elsevier Academic Press, UK, pp: 207-259.
- Gunasekaran, S., Ak, M.M. 2002.** Cheese rheology and texture. CRC Pres, USA, pp: 437.
- Gunasekaran, S., Ak, M.M. 2003.** Cheese Rheology and Texture. BocaRaton, FL: CRC Press
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A. 2005.** The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3): 180-184.
- Gwartney, E.A., Foegeding, E.A., Larick, D.K. 2002.** The texture of commercial full-fat and reduced-fat cheese. *Journal of Food Science*, 67(2): 812-816.
- Hamad, M.N.F., Abdel-Kader, Y.I., El-Metwally, M.M.M. 2017.** Mozzarella cheese from cow skim milk and palm oil. *Egyptian Journal of Applied Science*. 32(9): 233-254.
- Hanafy, N.M., Ghanimah, M.A., Hassanein, A.M., Hashim, M.A. 2016.** The effect of using whey protein concentrate on the quality of non-fat fresh cheese. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 11(3): 455-469.
- Hassan, F.A.M., Abd El- Gawad, M.A.M., Enab, A.K. 2013.** Flavour compounds in cheese. *Research on Precision Instrument and Machinery*, 2: 15-29.
- Haug, A., Høstmark, A.T., Harstad, O.M. 2007.** Bovine milk in human nutrition – A review. *Lipids in Health and Disease*, 6(25): 1-16.
- Havea, P. 2006.** Protein interactions in milk protein concentrate powders. *International Dairy Journal*, 16(5): 415-422.
- Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O'Sullivan, M., O'Riordan, D. 2005.** Increasing the moisture content of imitation cheese: effects on texture, rheology and microstructure. *European Food Research and Technology*, 220(3): 415-420.
- Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O'Sullivan, M., O'Riordan, E.D. 2006.** Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *Journal of Food Engineering*, 75(3): 388-395.
- Herceg, Z., Lelas, V. 2005.** The influence of temperature and solid matter content on the viscosity of whey protein concentrates and skim milk. *Journal of Food Engineering*, 66(4): 433-438.
- Herrero, A.M., Requena, T. 2005.** The effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1): 87-92.
- Hill, K., Horváth-Szancics, E., Hajós, Gy., Kiss, É. 2008.** Surface and interfacial properties of water-soluble wheat proteins. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 319(1-3): 180-187.
- Hond, E.D., Geypens, B., Goos, Y. 2000.** Effect of high performance chicory inulin on constipation. *Nutrition Research*, 20(5): 731-736.

- Hort, J., Le Grys, G. 2001.** Developments in the textural and rheological properties of UK Cheddar cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 11(4–7): 475-481.
- Huginin, A. 2009.** U.S. whey ingredients in yogurt and yogurt beverages, US Dairy Export Council, Arlington, pp:12.
- Huppertz, T., Patel, H. 2012.** Advances in milk protein ingredients. (Eds): Ghosh, D., Das, S., Debasis, B., Smart, R.B. *Innovation in Healthy and Functional Foods*. London, England: CRC Press, pp:363-386.
- Hussein, G.A.M., Shalaby, S.M. 2014.** Microstructure and textural properties of Kareish cheese manufactured by various ways. *Annals of Agricultural Science*, 59(1): 25-31.
- Ismail, E.A., Al-Saleh, A.A., Metwalli, A.M.M. 2013.** Effect of inulin supplementation on rheological properties of low-fat ice cream. *Life Science Journal*, 10(3): 1742-1746.
- Izydorczyk, M.S., Jacobs, M., Dexter, J.E. 2003.** Distribution and structural variation of non-starch polysaccharides in milling fractions of hull-less barley. *Cereal Chemistry*, 80(6): 645-653.
- Jalili, T. Wildman, R.E.C. Medeiros, D.M. 2001.** Dietary fiber and coronary heart disease in “nutraceuticals and functional foods”. Ed: Wildman, R.E.C., CRC press, USA.
- Jelicic, I., Bozanic, R., Tratnik, L. 2008.** Whey-based beverages-a new generation of dairy products, *Mljekarstvo*, 58(3): 257-274.
- Johnson, M.E., Kapoor, R., McMahan, D.J., McCoy, D.R., Narasimmon, R.G. 2009.** Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(3): 252-268.
- Joshi, N.S., Muthukumarappan, K., Dave, R.I. 2004a.** Effects of reduced-calcium, test temperature and storage on stretchability of part-skim Mozzarella cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 59(1): 60-65.
- Joshi, N.S., Muthukumarappan, K., Dave, R.I. 2004b.** Effect of calcium on microstructure and meltability of part skim Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 87(7): 1975-1985.
- Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B., Trujillo, A. J. 2013.** Effect of inulin addition on sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 66(4): 478-483.
- Junyusen, T., Ngampang, N., Sangmuang, A., Suthada, S., Chatchavanthatri, N. 2017.** The effects of inulin on the textural, thermal, and microstructural properties of reduced-fat cheese. *Suranaree Journal of Science Technology*, 24(1): 23-30.
- Jyotsna, R., Sai Manohar, R., Indrani D., Venkateswara R.G. 2007.** Effect of whey protein concentrate on the rheological and baking properties of eggless cake. *International Journal of Food Properties*, 10(3): 599-606.
- Kabak, B., Dobson, A.D.W. 2011.** An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3): 248-260.
- Kahyaoglu, T., Kaya, S. 2003.** Effects of heat treatment and fat reduction on the rheological and functional properties of Gaziantep cheese. *International Dairy Journal*, 13(11): 867-875.

- Kaminarides, S., Stachtiaris, S. 2000.** Production of processed cheese using; kasseri cheese and processed cheese analogues incorporating whey protein concentrate and soybean oil. *International Journal of Dairy Technology*, 53(2): 69-74.
- Karaca, O.B., Güven, M., Yasar, K., Kaya, S., Kahyaoglu, T. 2009.** The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1): 93-99.
- Karaca, A.C., Low, N., Nickerson, M. 2011.** Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil, and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 44(9): 2742-2750.
- Karademir-Şanlı, E. 2006.** Pastörizasyon sıcaklıklarının ve ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının az yağlı kaşar peynirinin bazı niteliklerine etkileri. *Doktora Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karimi, R., Azizi, M.H., Ghasemlou, M., Vaziri, M. 2015.** Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers*, 119: 85-100.
- Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., Uysal, H., 2004.** Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chemistry*, 88(3): 381-388.
- Keceli, T., Sahan, N., Yasar, K. 2006.** The effect of pre-acidification with citric acid on reduced-fat Kashar cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 61(1): 32-36.
- Kelly, P.M. 2009.** Significance of lactose in milk powders: advanced dairy chemistry. Eds: McSweeney, P., Fox, P.F., Springer, New York, pp: 80-97.
- Kheader, E.E., Vachon, J.F., Paquin, P., Fliss, I. 2002.** Effect of dynamic high pressure on microbiological, rheological and microstructural quality of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 12(5): 435-446.
- Kirmacı, Z. 2006.** Koyun sütünden üretilen beyaz peynirlerde yağ ikame maddeleri kullanım olanaklarının araştırılması. *Yüksek lisans tezi*, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Kimura, A., Fukuda, T., Zhang, M., Motoyama, S., Maruyama, N., Utsumi S. 2008.** Comparison of physicochemical properties of 7S and 11S globulins from pea, fava bean, cowpea, and French Bean with those of Soybean. French Bean 7S globulin exhibits excellent properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21): 10273-10279.
- Kip, P., Meyer, D., Jellema, R.H. 2006.** Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal*, 16(9): 1098-1103.
- Koca, N., Metin, M. 2004.** Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(4):365-373.
- Krauss, R.M., Eckel, R.H., Howard, B., Appel, L.J., Daniels, S.R., Deckelbaum, R.J., Erdman Jr., J.W., Kris-Etherton, P., Goldberg, I.J., Kotchen, T.A., Lichtenstein, A.H., Mitch, W., Mullis, R., Robinson, K., Wylie-Rosett, J., Jeor, S.S., Suttie, J., Tribble, D.L., Bazzare, T.L. 2001.** A statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American heart association. *Journal of Nutrition*, 131(1): 132-146.
- Kubantseva, N., Hartel, R.W., Swearingen, P.A. 2004.** Factors affecting solubility of calcium lactate in aqueous solutions. *Journal of Dairy Science*, 87(4): 863-867.

- Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K., Yadav, S. 2011.** Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. *Life Sciences and Medicine Research*, 22: 1-10.
- Kurdal, E., Özcan, T., Yılmaz, L. 2019.** Süt Teknolojisi. B.U.Ü. Ders Notu, No: 99, Bursa, pp: 262.
- Kurtuldu, O., Ozcan, T. 2018.** Effect of β -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain Bb-12. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1): 157-166.
- Küçüköner, E., Hague, Z. 2003.** Liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikamelerinin düşük yağlı Edam peynirinin tekstür ve olgunlaşmasına etkisi. *Gıda*, 28(3): 227-233.
- Laroche, C., Michaud, P. 2007.** New developments and prospective for β -(1,3) glucans. *Recent Patents on Biotechnology*, 1(1): 59-73.
- Laverse, J., Mastromatteo, M., Frisullo, P., Del Nobile, M.A. 2011.** X-ray microtomography to study the microstructure of cream cheese-type products. *Journal of Dairy Science*, 94(1): 43-50.
- Layman, D.K. 2003.** The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *The Journal of Nutrition*, 133(1): 261-267.
- Lee, S.W., Chouinard, Y., Van, B.N. 2006.** Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(6): 799-805.
- Lee, W.J., Lucey, J.A. 2010.** Formation and physical properties of yoğurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9): 1127-1136.
- Lim, J., Inglett, G. E., Lee, S. 2010.** Response to consumer demand for reduced-fat foods: multi-functional fat replacers. *Japan Journal of Food Engineering*, 11(4): 147-152.
- Liu, K. 2004.** Soybeans as a powerhouse of nutrients and phytochemicals and edible soybean products in the current market: In soybean as functional foods and ingredients, Ed: Liu, K., AOCS Press, USA pp:1-51.
- Lobato-Calleros, C., Robles-Martinez, J.C., Caballero-Perez, J.F., Aguirre-Mandujano, E., Vernon-Carter, E.J. 2001.** Fat replacers in low-fat Mexican Manchego cheese. *Journal of Texture Studies*, 32(1): 1-14.
- Lobato-Calleros, C., Rodríguez, E., Sandoval-Castilla, O., E.J. Vernon-Carter, E.J., Alvarez-Ramirez, J. 2006.** Reduced-fat white fresh cheese-like products obtained from W1/O/W2 multiple emulsions: viscoelastic and high-resolution image analyses. *Food Research International*, 39(6): 678-685.
- Lu, B.Y., Quillien, L., Popineau, Y. 2000.** Foaming and emulsifying properties of pea albumin fractions and partial characterisation of surface-active components. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13): 1964-1972.
- Lucas, A., Sodini, I., Monnet, C., Jolivet, P., Corrieu, G. 2004.** Probiotic cell counts and acidification in fermented milks supplemented with milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 14(1): 47-53.
- Lucey, C.A., Johnson, M.E., Horne, D.S. 2003.** Invited review: perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(9): 2725-2743.
- Lyly, M., Salmenkallio, M., Suortti, M., Autio, K., Poutanen, K., Lahteenmaki, L. 2003.** Influence of oat β -glucan preparations on the perception of mouth feel and rheological properties in beverage prototypes. *Cereal Chemistry*, 80(5): 536-541.

- Ma, X., James, B., Zhang, L., Emanuelsson-Patterson, E. 2011.** Correlating Mozzarella cheese properties to production processes by rheological, mechanical and microstructure study: meltability study and activation energy. *Procedia Food Science*, 1: 536-544.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, M.E. 2005.** Rheology, microstructure, and functionality of low-fat Iranian white cheese made with different concentrations of rennet. *Journal of Dairy Science*, 88(9): 3052-3062.
- Malek, A., Shadarevian, S., Toufeili, I. 2001.** Sensory properties and consumer acceptance of concentrated yogurt made from cow's, goat's and sheep's milk. *Milchwissenschaft*, 56(12): 687-690.
- Mälkki, Y., Virtanen, E. 2001.** Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum: A review. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*, 34(6): 337-347.
- Maninder, K., Sandhu, K.S., Singh, N. 2007.** Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 104(1): 259-267.
- Marlett, J., McBurney, M.I., Slavin, J.L. 2002.** Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(7): 993-1000.
- Martin-Diana, A.B., Janer, C., Pelaez, C., Requena, T. 2003.** Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 13(10): 827-833
- Mathew, B.B., Krishna-Murthy, T.P. 2013.** Whey-from waste to worth. *International Global Research Analysis*, 2(8): 8-9.
- McCann, T.H., Fabre, F., Day, L. 2011.** Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. *Food Research International*, 44(4): 884-892.
- McClements, D.J. 2015.** Reduced-fat foods: The Complex Science of Developing Diet-Based Strategies for Tackling Overweight and Obesity. *Advances in Nutrition*, 6(3): 338–352.
- McSweeney, P.L.H., Sousa M.J. 2000.** Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: A review, *Lait*, 80(3):293-324.
- McSweeney, P.L.H. 2004.** Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3): 127-144.
- Messens, W., Van de Walle, D., Arevalo, J., Dewettinck, K., Huyghebaert, A. 2000.** Rheological properties of high pressure treated Gouda cheese. *International Dairy Journal*, 10(5-6): 359-367.
- Metzger, L.E., Barbano, D.M., Rudan, M.A., Kindstedt, P.S. 2000.** Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese. I. Composition and Yield. *Journal of Dairy Science*, 83(4): 648-658.
- Metzger, L.E., Barbano, D.M., Kindstedt, P.S., Guo, M.R. 2001.** Effect of milk preacidification on low fat mozzarella cheese: II. Chemical and functional properties during storage. *Journal of Dairy Science*, 84(6): 1348-1356.
- Metzger, L.E., Kapoor, R. 2007.** Novel approach for producing with reduced-fat and reduced-sodium content. *Journal of Dairy Science*, 86(1): 198.
- Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., Costell, E. 2011.** Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*, 25(8): 1881-1890.

- Miller, G.D., Jarvis, K.J., McBean, L.D. 2003.** The importance of milk and milk products in the Diet: Handbook of dairy foods and nutrition, Ed.: Jensen, R.G., Kroger, M., CRC Press, New York, pp: 4-24.
- Mistry, V.V. 2001.** Low fat cheese technology. *International Dairy Journal*, 11(4-7): 413-422.
- Mleko, S., Gustaw, W. 2002.** Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desert. *Journal of Food Science and Technology*, 39(2): 170-172.
- Moller, K.K., Rattray, F.P., Bredie, L.P., Hoier, E., Ardö, Y. 2013.** Physicochemical and sensory characterization of Cheddar cheese with variable NaCl levels and equal moisture content. *Journal of Dairy Science*, 96(4): 1953-1971.
- Mortazavian, A.M., Rezaei, K., Sohrabvandi, S. 2009.** Application of advanced instrumental methods for yogurt analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(2): 153-163.
- Mortenson, M.A., Vickers, Z.M., Reineccius, G.A. 2008.** Flavor and whey protein concentrates and isolates. *International Dairy Journal*, 18(6): 649-657.
- Moscatto, J.A., Borsato, D., Bona, E., Oliveira, A.S., Oliveira Haully, M.C. 2006.** The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(2): 181-188.
- Mudgil, D., Barak, S. 2013.** Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61: 1-6.
- Murray, B.S. 2002.** Interfacial rheology of food emulsifiers and proteins. *Current Opinion in. Colloid and Interface Science*, 7(5-6): 426-431.
- Nateghi, L., Roohinejad, S., Totosaus, A., Mirhosseini, H., Shuhaimi M., Meimandipour, A., Omidzadeh, A., Manap, Y.A. 2012.** Optimization of textural properties and formulation of reduced fat Cheddar cheeses containing fat replacers. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 10(2): 46-54.
- Neall, B. 2002.** The wonderful ways of whey. *Food Review*, 29: 17-19.
- Nelson, A. 2001.** Defining high-fiber ingredient terminology. High-Fiber ingredients, pp: 1-83.
- Ningtyas, D.W., Bhandari, B., Bansal, N., Prakash, S. 2018.** Texture and lubrication properties of functional cream cheese: Effect of β -glucan and phytosterol. *Journal of Texture Studies*, 49(1): 11-22.
- Nishinari, K. 2004.** Rheology, food texture and mastication. *Journal of Texture Studies*, 35(2): 113-124.
- Nsabimana, C., Jiang, B., Kossah, R. 2005.** Manufacturing, properties and shelf life of Labneh: a review. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3): 129-137.
- Nunes, M.C., Raymundo, A., Sousa, I. 2006.** Gelled vegetable desserts containing pea protein, K-carrageenan and starch. *European Food Research and Technology*, 222(5-6): 622-628.
- O'Brein, C.M., Mueller, A., Scannell, A.G.M., Arendt, E.K. 2003.** Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3): 265-267.
- O'Connor, T.P., O'Brien, N.M. 2000.** Nutritional aspects of cheese: In fundamentals of cheese science, Eds: Fox, P.F., Guinee, T., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H., Aspen Publishers, USA, pp: 504-513.

- O’Kane, F.E., Happe, R.P., Vereijken, J.M., Gruppen, H., Van Boekel, M.A.J.S. 2004.** Characterization of pea vicilin. 1. Denoting convicilin as the α -subunit of the pisum vicilin family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10): 3141-3148.
- O’Kane, F.E., Vereijken, J.M., Gruppen, H., Van Boekel M.A.J.S. 2005.** Gelation behavior of protein isolates extracted from 5 cultivars of *Pisum sativum L.* *Journal of Food Science*, 70(2): 132-137.
- O’Kennedy, B.T. 2009.** Dairy ingredients in non-dairy food systems. In Dairy Derived Ingredients-Food and Nutraceutical Uses, Ed.: Corredig, M., CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp: 482-506.
- O’Mahony, J.A., Lucey, J.A., McSweeney, P.L.H. 2005.** Chymosin-mediated proteolysis, calcium solubilization, and texture development during the ripening of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 88(9): 3101-3114.
- Ognean, C.F., Darie, N., Ognean, M. 2006.** Fat replacers: review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12(2): 433-442.
- Ohr, L.M. 2004.** Nutraceuticals and functional foods. *Food Technology*, 58:71-75.
- Ong, L., Dagastine, R.R., Kentish, S.E., Gras, S.L. 2013.** The effect of calcium chloride addition on the microstructure and composition of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 33(2): 135-141.
- Ou, S., Kwok, K., Li, Y., Fu, L. 2001.** In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4(2): 1026-1029.
- Owusu-Apenten, R. 2004.** Introduction to Food Chemistry, CRC Press, USA, pp: 272.
- Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A and Yilmaz-Ersan, L. 2017.** The functional aspects of beta glucan for dairy industry, In Science within Food: Up-to-date Advances on Research and Educational Ideas, Ed: Méndez-Vilas, A. Publisher: Formatex Research Center, 264-271.
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Aydinol, P. 2018.** Low-Fat Foods: Functionality of Fat Replacers. International Congress on Engineering and Life Science, 26-29 April 2018, Kastamonu.
- Ozer, B.H., Robinson, R.K. 1999.** The behavior of starter cultures in concentrated yoğurt (Labneh) produced by different techniques. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 32(7): 391-395.
- Ozer, B.H., Stenning R., Grandison, A.S., Robinson, R.K. 1999.** Effect of protein concentration and distribution on the rheology of concentrated yoğurt. *International Journal of Dairy Technology*, 52(4): 135-138.
- Ozer, B.H. 2006.** Production of concentrated products. Fermented Milks, Ed: Tamime, A.Y., Blackwell Publishing, Oxford, pp: 128-155.
- Özcan, T., Delikanlı, B. 2011.** Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 77-88.
- Özcan, T., Kurtuldu, O. ve Delikanlı, B. 2013.** Tahıl içerikli süt ürünlerinin geliştirilmesinde β -glukan kullanımı. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 87-96.
- Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., Yılmaz-Ersan, L. 2018.** Probiyotik süt ürünlerinde bifidojenik faktör olarak inülin. 7. *Ulusal Sağlıklı Yaşam Sempozyumu*, 12-15 Nisan 2018, İstanbul, 156.

- Özdemir, T., Özcan, T. 2019.** Süt ürünlerinin mikro yapısının oluşumunda süt proteinlerinin önemi. B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, (Basımda).
- Pal, S., Radavelli-Bagatini, S. 2013.** The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obesity Reviews*, 14(4): 324-343.
- Pappa, C.E., Kandarakis, I., Mallatou, H. 2007.** Effect of different types of milks and cultures on the rheological characteristics of Teleme cheese. *Journal of Food Engineering*, 79(1): 143-149.
- Parodi, P.W. 2004.** Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology*, 59(1): 3-59.
- Pastorino, A.J., Dave, R.I., Oberg, C.J., McMahon, D.J. 2002.** Temperature effect on structure-opacity relationship of nonfat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 85(9): 2106-2123.
- Pastorino, A.J., Hansen, C.L., McMahon, D.J. 2003.** Effect of salt on structure-function relationships of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(1): 60-69.
- Paxson, H. 2012.** The life of cheese. University of California Press, USA, pp:332.
- Pihlonta-Leppala, A. 2001.** Bioactive peptides derived from bovine whey proeins: poioid and aceinhibitory peptides. *Trends in Food Science and Technology*, 11(9-10): 347-356.
- Poltorak, A., Wyrwisz, J., Moczowska, M., Marcinkowska-Lesiak, M., Stelmasiak, A., Ulanicka, U., Zalewska, M., Wierzbicka, A., Sun, D. 2015.** Correlation between instrumental texture and colour quality attributes with sensory analysis of selected cheeses as affected by fat contents. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(4): 999-1008.
- Puvanenthiran, A., Williams, R.P.W, Augustin, M.A. 2002.** Structure and viscoelastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios *International Dairy Journal*, 12(4): 383-391.
- Qian, M., Reinneccius, G. 2002.** Identification of aroma compounds in Parmigiano-Reggiano Cheese by gas chromatography/olfactometry. *Journal of Dairy Science*, 85(6): 1362-1369.
- Queenan, K.M., Stewart, M.L., Smith, K.N., Thomas, W., Fulcher, R.G., Slavin. J.L. 2007.** Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 6(1): 1-8.
- Quinn, P. 2018.** Applications of Functional Nutrition and Nutrigenomics to Improve Public Health Through Dietary Interventions. *Ph.D. Thesis*, University of Liverpool.
- Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Azaznia, S. 2007.** Texture of low-fat Iranian White cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer. *Journal of Dairy Science*, 90(9): 4058-4070.
- Raikos, V., Campbell, L., Euston, S.R. 2007.** Rheology and texture of hen's egg protein heat-set gels as affected by ph and the addition of sugar and/or salt. *Food Hydrocolloids*, 21(2): 237-244.
- Rajbhandari, P., Kindstedt, P.S. 2005.** Development and application of image analysis to quantify calcium lactate crystals on the surface of smoked Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4157-4164.
- Ralapati, S., La Course, W.R. 2002.** Carbonhydrayes and Other Electrochemically Active Compounds: Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals. Ed: Hurst, W.J. C.R.C Press, USA, pp: 400.

- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E.J., Alvarez-Ramirez, J. 2010.** Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101(3): 229-235.
- Ramos, T.M., Gajo, A.A., Pinto, S.M., Abreu, L.R., Pinheiro, A.C. 2009.** Perfil de textura de Labneh. *Rev. Inst. Latic.* 369(64): 8-12.
- Ramulu, P., Rao, P.U. 2003.** Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(6): 677-685.
- Rangel, A., Domont, G.B., Pedrosa, C., Ferreira, S.T. 2003.** Functional properties of purified vicilins from cowpea (*Vigna unguiculata*) and pea (*Pisum sativum*) and cowpea protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(19): 5792-5797.
- Rashidi, H., Mazaheri-Tehrani, M., Razavi, S.M.A., Ghods-Rohany, M. 2015.** Improving textural and sensory characteristics of low-fat UF Feta cheese made with fat replacers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(1): 121-132.
- Resch, J.J., Daubert, C.R. 2002.** Rheological and physicochemical properties of derivatized whey protein concentrate powders. *International Journal of Food*, 5(2): 419-434.
- Richardson-Harman, N.J., Stevens, R., Walker, S., Gamble, J., Miller, M., Wong, M., McPherson, A. 2000.** Mapping consumer perceptions of creaminess and liking for liquid dairy products. *Food Quality and Preference*, 11(3): 239-246.
- Roberfroid, M.B. 2000.** Prebiotics and probiotics: Are they functional foods? *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6): 1682-1687.
- Roberfroid, M., Slavin, J. 2000.** Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(6): 461-480.
- Roberfroid, M.B. 2002.** Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2): 139-143.
- Roberfroid, M.B. 2005.** Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, 93(1): 13-25.
- Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, J., Guillén, R., Heredia, A. 2006.** Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 17(1): 3-15.
- Rogers, N.R., Drake, M.A., Daubert, C.R., McMahan, D.J., Bletsch, T.K., Foegeding, E.A. 2009.** The effect of aging on low-fat, reduced-fat, and full-fat Cheddar cheese texture. *Journal of Dairy Science*, 92(10): 4756-4772.
- Rollins, C. 2009.** Functional and meal replacement foods: Handbook of Nonprescription Drugs, Eds: Berardi, R., Newton, G., McDermott J.H., American Pharmacists Association, USA, pp: 425-433.
- Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G., Zerfiridis, G.K. 2002.** Low-fat white brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12(6): 525-540.
- Romeih, E.A., Moe, K., Skeie, S. 2012.** The influence of fat globule membrane material on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 26(1): 66-72.
- Roy, F., Boye, I.J., Simpson, B.K. 2010.** Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 43(2): 432-442.

- Rudan, M.A., Barbano, D.M., Yun, J.J., Kindstedt P.S. 1999.** Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 82(4): 661–672.
- Rybak, O. 2014.** The role of milk proteins in the structure formation of dairy products. *Ukrainian Food Journal*, 3(3): 350-360.
- Ryhänen, E.L., Pihlanto-Leppälä, A., Pahkala, E. 2001.** A new type of ripened; low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal*, 11(4-7): 441-447.
- Salaün, F., Gassi, J.Y., Camier, B., Le Graët, Y., Mietton B., Gaucheron, F. 2004.** Mineralisation evolution and buffering capacity in a soft cheese curd during cheesemaking IDF Symposium on cheese, Prague, Czech Republic.
- Saldamlı, İ. 2007.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, pp: 119-123.
- Saldamlı, İ., Temiz, A. 2017.** Amino asitler, peptitler, proteinler. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 317.
- Salem, M.M.E., Abd-El-Gawad, M.A.M., Hassan, F.A.M., Effat, B.A. 2007.** Use of synbiotics for production of functional low-fat Labneh. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(2): 151-159.
- Saleh, M.M.E., Al-Baz, F., Al-Ismail, K. 2017.** Effects of hydrocolloids as fat replacers on the physicochemical properties of produced Labneh. *Journal of Texture Studies*, 49(1): 113-120.
- Salvatore, E., Pes, M., Falchi, G., Pagnozzi, D., Furesi, S., Fiori, M., Roggio, T., Addis, M.F., Pirisi, A. 2014.** Effect of whey concentration on protein recovery in fresh ovine ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*, 97(8): 4686-4694.
- Sampaio, G.R., Castellucci, C.M.N., Pinto e Silva, M.E.M., Torres, E.A.F.S. 2004.** Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(3-4): 469-474.
- Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., Vernon-Carter, E.J. 2004.** Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(2): 151-159.
- Sandrou, D.K., Arvanitoyannis, I.S. 2000.** Low-fat/calorie foods: current state and perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5): 427-47.
- Schaller-Povolny, L.A., Smith, D.E. 2001.** Viscosity and freezing point of a reduced fat ice cream mix as related to inulin content. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 56(1): 25-29.
- Schenkel, P., Samudrala, R., Hinrichs, J. 2013.** The effect of adding whey protein particles as inert filler on thermophysical properties of fat-reduced semihard cheese type Gouda. *International Journal of Dairy Technology*, 66(2): 220-230.
- Scholz-Ahrens, K.E., Adolphi, B., Rochat, F., Barclay, D.V., De Vrese, M., Açı, Y., Schrezenmeir, J. 2016.** Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on mineral metabolism in ovariectomized rats-impact of bacterial mass, intestinal absorptive area and reduction of bone turn-over. *NFS Journal*, 3: 41-50.
- Sezen, E., Koçak, C., Yıldız, F. 2007.** Protein esash yağ ikame maddesi kullanımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. *Gıda*, 32(2): 101-108.
- Shand, P.J., Ya, H., Pietrasik, Z., Wanasundara, P.K.J.P.D. 2007.** Physicochemical and textural properties of heat-induced pea protein isolate gels. *Food Chemistry*, 102(4): 1119-1130.

- Sharma, S.K., Bansal, S., Mangal, M., Dixit, A.K., Gupta, R.K., Mangal, A.K. 2016.** Utilization of food processing by-products as dietary, functional, and novel fiber: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(10): 1647-1661.
- Shewry, P.R. 2003.** Wheat gluten protein analysis: Wheat gluten proteins, Eds: Shewry, P.R., Lookhart, G.L., Amer Assn of Cereal Chemists, USA, pp: 1-17.
- Shewry, P.R., Powers, S., Field, J.M., Fido, R.J., Jones, H.D., Arnold, G.M., West, J., Lazzeri, P.A., Barcelo, P., Barro, F., Tatham, A.S., Bekes, F., Butow, B., Darlington, H. 2006.** Comparative field performance over three years and two sites of transgenic wheat lines expressing HMW subunit transgenes. *Theoretical and Applied Genetics*, 113(1): 128-136.
- Shi, J., Li, D., Zhao, W.H. 2017.** Quality attributes of the set-style skimmed yoghurt containing enzymatic cross-linked or thermal polymerized whey protein isolate. *Cytajournal of Food*, 15(1): 34-40.
- Singh, T.K., Drake, M.A., Cadwallader, K.R. 2003.** Flavour of Cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(4): 166-189.
- Singh, H. 2007.** Interactions of milk proteins during the manufacture of milk powders. *Lait*, 87(4-5): 413-423.
- Skendi, A., Biliaderis, C.G., Lazaridou, A., Izydorczyk, M.S. 2003.** Structure and rheological properties of water soluble β -glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avena byzantina*. *Journal of Cereal Science*, 38: 15-31.
- Skytte, J. L., O. Ghita, P.F. Whelan, U. Andersen, F. Moller, A.B. Dahl, R. Larsen. 2015.** Evaluation of yogurt microstructure using confocal laser scanning microscopy and image analysis. *Journal of Food Science*, 80(6): 1218-1228.
- Sodini, I., Mattas J., Tong, P.S. 2006.** Influence of pH and heat treatment of whey on the functional properties of whey protein concentrates in yoghurt. *International Dairy Journal*, 16(12): 1464-1469.
- Sołowiej, B. 2007.** Effect of pH on rheological properties and meltability of processed cheese analogs with whey products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(3): 125-128.
- Sołowiej, B., Mleko, S., Gustaw, W., Udeh, K.O. 2010.** Effect of whey protein concentrates on texture, meltability and microstructure of acid casein processed cheese analogs. *Milchwissenschaft*, 65(2): 299-302.
- Sołowiej, B., Cheung, I.W.Y., Li-Chan, E.C.Y. 2014.** Texture, rheology and meltability of processed cheese analogues prepared using rennet or acid casein with or without added whey proteins. *International Dairy Journal*, 37(2): 87-94.
- Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. 2009.** Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115(2): 665-671.
- Sousa, M.J., Ardo, Y., McSweeney, P.L.H. 2001.** Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy of Journal*, 11(4-7): 327-345.
- Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M., Bevilacqua, A. 2004.** Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3): 263-268.
- Sun, X.D., Arntfield, S.D. 2010.** Gelation properties of salt-extracted pea protein induced by heat treatment. *Food Research International*, 43(2): 509-515.
- Szczesniak, A.S. 2002.** Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4): 215-225.

- Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 2007.** Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology, Woodhead Publishing, UK, pp: 808.
- Taş, T., Seydim, Z. 2010.** Çeşitli yağ ikameleri ve probiyotik kullanımının ayran kalite kriterleri üzerine etkisi. *Gıda*, 35(2): 105-111.
- Topping, D. 2007.** Cereal complex carbohydrates and their contribution to human health. *Journal of Cereal Science*, 46(3): 220-229.
- Tormo, M., Izco, J.M. 2004.** Alternative reversed-phase high-performance liquid chromatography method to analyse organic acids in dairy products. *Journal of Chromatography A*, 1033(2): 305-310.
- Torres, I.C., Janhoj, T., Mikkelsen, B.O., Ipsen, R. 2011.** Effect of microparticulated whey protein with varying content of denatured protein on the rheological and sensory characteristics of low-fat yoghurt. *International Dairy Journal*, 21(9): 645-655.
- Totosaus, A., Guemes-Vera, N. 2008.** Effect of κ - and λ - carrageenans as fat-replacers in low-fat Oaxaca cheese. *International Journal of Properties*, 11(3): 656-668.
- Totosaus, A., Rojas-Nery, E., Franco-Fernandez, M.J. 2017.** Soya bean oil/soya protein isolate and carrageenan emulsions as fat replacer in fat-reduced Oaxaca-type cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 70(4): 499-505.
- Tömösközi, S., Lásztity, R., Haraszi, R., Baticz, O. 2001.** Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Nahrung*, 45(6): 399-401.
- Tsiapali, E., Whale, Y.S., Kalbfleisch, J., Ensley, H.E., Browder, I.W., Williams, D.L. 2001.** Glucans exhibit weak antioxidant activity, but stimulate macrophage free radical activity. *Free Radical Biology and Medicine*, 30(4): 393-402.
- Tsoukala, A., Papalamprou, E., Makri, E., Doxastakis, G., Braudo, E.E. 2006.** Adsorption at the air-water interface and emulsification properties of grain legume protein derivatives from pea and broad bean. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 53(2): 203-208.
- Tudorica, C.M., Jones, E., Kuri, V., Brennan, C.S. 2004.** The effects of refined barley β -glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: curd yield, microstructure, texture and rheology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1159-1169.
- Tungjaroenchai, W., Drake M.A., White, C.H. 2001.** Influence of adjunct cultures on ripening of reduced fat Edam cheeses. *Journal of Dairy Science*, 84(10): 2117-2124.
- Tungland, B.C., Meyer, D. 2002.** Non-digestible oligosaccharides (dietary fibre): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3: 73-92.
- Turner, N.D., Lupton, J.R. 2011.** Dietary Fiber. *Advances in Nutrition*, 2(2): 151-152.
- Tzitzikas, E.N., Vincken, J.P., De Groot, J., Gruppen, H., Visser, R.G.F. 2006.** Genetic variation in pea seed globulin composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2): 425-433.
- Upadhyay, V.K., McSweeney, P.L.H., Magboul, A.A.A., Fox, P.F. 2004.** Proteolysis in cheese during ripening. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol 1: General Aspects, 3rd edn, pp 391-434.
- Urbienne, S., Leskauskaite, D. 2006.** Formation of some organic acids during fermentation of milk. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15(3): 277-281.

- Uysal, H., Kınık, Ö., Akbulut, N., Güley, Z. 2003. Düşük kalorili yoğurt üretiminde Simplese 100 kullanımı. *Gıda*, 28(6): 631-635.
- Vargas, M., Cháfer, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 18(12): 1146-1152.
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J., Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 77(1): 35-40.
- Vasanthan, T., Temelli, F. 2008. Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration. *Food Research International*, 41(9): 876-881.
- Venica, C.I., Perotti, M.C., Bergamini, C.V. 2014. Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science and Technology*, 94(6): 561-580.
- Villanueva-Suarez, M.J., Redondo-Cuenca, A., Rodriguez-Sevilla, M.D., De Las Waldron, K.W., Parker, M.L., Smith, A.C. 2003. Plant cell walls and food quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(4): 128-146.
- Volikakis, P., Biliaderis, C.G., Vamakas, C., Zerfiridias, C.K. 2004. Effects of a commercial oat-beta-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat White brined cheese product. *Food Research International*, 37(1): 83-94.
- Wadhvani, R. 2011. Investigating the strategies to improve the quality of low-fat mozzarella and cheddar cheeses. *Ph.D. Thesis*, Utah State University, Nutrition and Food Sciences, Logan, Utah, USA.
- Wendin, K., Langton, M., Caous, L., Hall, G. 2000. Dynamic analysis of sensory and microstructure properties of cream cheese. *Food Chemistry*, 71: 363-378
- Wick, C., Nienaber, U., Anggraeni, O., Shellhammer, T.H., Courtney, P.D. 2004. Texture, proteolysis and viable lactic acid bacteria in commercial Cheddar cheeses treated with high pressure. *Journal of Dairy Research*, 71(1): 107-115.
- Wium, H., Pedersen, P.S., Qvist, K.B. 2003. Effect of coagulation conditions on the microstructure and the large deformation properties of fat-free Feta cheese made from ultrafiltered milk. *Food Hydrocolloids*, 17(3): 287-296.
- Wolfe, R.R. 2002. Regulation of muscle protein by amino acids. *The Journal of Nutrition*, 132(10): 3219-3224.
- Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., Jammong, P. 2006. β -glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1): 68-78.
- Wylie-Rosett, J. 2002. Fat Substitutes and Health – An Advisory From Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 105(23): 2800-2804.
- Yan, B., Ren, J., Zhao, M., Luo, D., Gu, L. 2012. Effects of limited enzymatic hydrolysis with pepsin and high-pressure homogenization on the functional properties of soybean protein isolate. *LWT- Food Sciences and Technology*, 46(2): 453-459.
- Yates, M.D., Drake, M.A. 2007. **Texture properties of Gouda cheese.** *Journal of Sensory Studies*, 22(5): 493-506.
- Yazıcı, F., Dervişoğlu, M. 2006. Yağ yerine kullanılan maddeler ve süt ürünlerinde uygulamaları. *Gıda*, 31(1): 11- 19.
- Yazıcı, F., Akgun, A. 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 62(3): 245-254.

- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Akbulut, N. 2010.** Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. *Gıda*, 35(4): 289-296.
- Yi, H., Zhang, L., Hua, C., Sun, K., Zhang, L. 2010.** Extraction and enzymatic hydrolysis of inulin from Jerusalem artichoke and their effects on textural and sensorial characteristics of yogurt. *Food and Bioprocess Technology*, 3(2): 315-319.
- Young, N.D., Drake, M.A., Lopetcharat, K., McDaniel, M.R. 2004.** Preference mapping of Cheddar cheese with varying maturity levels. *Journal of Dairy Sciences*, 87(1): 11-19.
- Youssef, A.M., EL-Sayed, S.M., Salama, H., EL-Sayed, H., Dufresne, A. 2015.** Evaluation of bionanocomposites as packaging material on properties of soft white cheese during storage period. *Carbohydrate Polymers*, 132: 274-285.
- Zalazar, C.A., Zalazar, C.S., Bernal, S., Bertola, N., Bevilacqua, A., Zaritzky, N. 2002.** Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. *International Dairy Journal*, 12(1): 45-50.
- Zare, F., Champagne, C.P., Simpson, B.K., Orsat, V., Boye, J.I. 2012.** Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures. *Food Science and Technology*, 45(2): 155-160.
- Zare, F., Boye, J.I., Champagne, C.P., Orsat, V., Simpson, B.K. 2013.** Probiotic milk supplementation with pea flour: microbial and physical properties. *Food and Bioprocess Technology*, 6(5): 1321-1331.
- Zimeri, J.E., Kokini, J.L. 2003.** Rheological properties of inulin-waxy maize starch systems. *Carbohydrate Polymers*, 52(1): 67-85.
- Zisu, B., Shah, N.P. 2005.** Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheeses in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter. *International Dairy Journal*, 15(6-9): 957-972.
- Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Tzia, C. 2002.** Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate or protein-based fat replacer. *Journal of Food Engineering*, 55(4): 337-342.
- Zulkurnain, M., Goh, M.H., Karim, A.A., Liong, M.T. 2008.** Development of a soy-based cream cheese. *Journal of Texture Studies*, 39(6): 635-654.

EKLER

EK 1: Labne peynirlerine ait görüntüler



EK: Labne peynirlerine ait görüntüler

LC18 (Kontrol, %18 yağ)



LC12 (Kontrol, %12 yağ)



LC6 (Kontrol, %6 yağ)



LPP12 (Peyniraltı suyu protein konsantratı)



LPP6 (Peyniraltı suyu protein konsantratı)



LSK12 (Süt protein konsantratı)



LSK6 (Süt protein konsantratı)



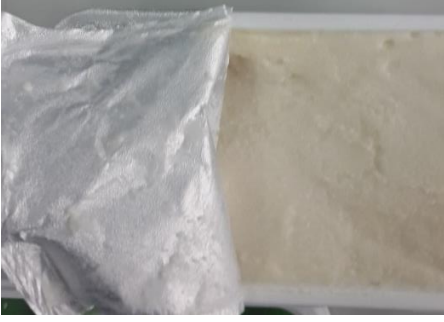
LBG12 (Buğday gluteni)



LBG6 (Buğday gluteni)



LBP12 (Bezelye proteini)



LBP6 (Bezelye proteini)



LSP12 (Soya proteini)



LSP6 (Soya proteini)



LIN12 (İnülin)



LIN6 (İnülin)



LβG12 (β-glukan)



LβG6 (β-glukan)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pınar AYDINOL SÖNMEZ
Doğum Yeri ve Tarihi : Balıkesir / 05.10.1986
Yabancı Dil : İngilizce
Eğitim Durumu
Lise : Sırrı Yırcalı Anadolu Lisesi
(2001-2004)
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
(2004-2008)
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
(2008-2010)
Doktora : Bursa Uludağ Üniversitesi
(2011-2019)
Çalıştığı Kurum : Bursa Uludağ Üniversitesi (2011-.....)
Mustafakemalpaşa MYO Öğretim Görevlisi
İletişim (e-posta) : paydinol@uludag.edu.tr
Yayınlar :

Aydinol, P., Ozcan, T. 2011. Dumanlanarak üretilen peynirler. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, pp: 114.

Yılmaz Ersan, L., Akpınar Bayizit, A., Ozcan, T., Sahin, O.I., Aydinol, P. 2011. Assesment of some microbiological and chemical properties of pismaniye sweet, *African Journal of Microbiology Research*, 5(9): 1119-1122.

Aydinol, P., Ozcan, T. 2012. Farklı dumanlama tekniklerinin füme Çerkez peynirinin özellikleri üzerine etkisi, Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay, pp:178.

Turhan, A., Kuscı, H., Ozmen, N., Aydinol, P., Seniz, V., Demir, A.O. 2012. Effects of soil water deficit at different growth stages on yield and quality of processing tomato. *International Society for Horticultural Science*, 1145(13): 85-92.

Aydinol, P., Ozcan, T. 2013. The effect of natural and liquid smokes on the benzo[a]pyrene content and quality parameters of Circassian cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 66(4): 498-504.

Aydinol, P., Kaplan, H.B. 2014. A tear of chios: Mastic. Balkan Agricultural Congress, Edirne, pp: 579.

Kuscı, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., Demir, A.O. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(2): 103-114.

- Aydinol, P., Delikanli, B., Omak, G., Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T. 2015.** Organik st üretiminde risk oluşturan biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikeler. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, pp: 173-183.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., Buyukcangaz, H., Demir, A.O. 2015.** Deficit irrigation effects on watermelon (*Citrullus vulgaris*) in a sub humid environment. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(6): 1652-1659.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., Demir, A.O. 2015.** Bursa ekolojik koşullarında karpuzun su kullanım etkinliği, verim ve meyve kalitesi üzerine farklı sulama rejimlerinin etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 21-26.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2016.** Füme Çerkez peynirinin özellikleri üzerine farklı dumanlama tekniklerinin etkisi. V. Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri, Bursa.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., Demir, A.O. 2016.** Response of red pepper to deficit irrigation and nitrogen fertigation. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(10): 1396-1410.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2017.** Production of reduced fat labneh cheese with locust bean gum. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, Nevşehir, pp: 192.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2017.** Yağı azaltılmış Labne peyniri üretiminde β -glukan kullanımı. V. Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve Ar-Ge Gnleri, Bursa.
- Ozcan, T., Akpınar Bayazit, A., Yilmaz Ersan, L., Aydinol, P. 2017.** Effects of high-pressure technology on the functional properties of milk and fermented milk products. *Journal of Life Sciences*, 11: 125-132.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2018.** Effect of whey protein concentrate as fat mimetic on the structure and textural properties of Labneh cheese. International Congress on Engineering and Life Sciences, Kastamonu, pp: 759-763.
- Ozcan, T., Yilmaz Ersan, L., Akpınar-Bayazit, A., Aydinol, P. 2018.** Low-fat foods: functionality of fat replacers. International Congress on Engineering and Life Sciences, Kastamonu, pp: 964-966.
- Aydinol, P., Ozcan, T. 2018.** Production of reduced-fat Labneh cheese with inulin and β -glucan fibre-based fat replacer. *International Journal of Dairy Technology*, 71(2): 362-71.