

**SÜT PROTEİN KATKILARI İLE
ZENGİNLEŞTİRİLEN YAĞSIZ
YOĞURLARIN TEKSTÜREL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**
Berrak DELİKANLI



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

**SÜT PROTEİN KATKILARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN YAĞSIZ
YOĞURTLARIN TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Berrak DELİKANLI

**Doç. Dr. Tülay ÖZCAN
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA - 2012

TEZ ONAYI

Berrak DELİKANLI tarafından hazırlanan “Süt Proteini Katkıları İle Zenginleştirilen Yağsız Yoğurtların Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

Başkan	: Doç. Dr. Tülay ÖZCAN U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	İmza
Üye	: Doç. Dr. Hıdır GENÇOĞLU U.Ü. Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü	İmza
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Kadri ARSLAN

Enstitü Müdürü

.../.../2012

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.

11/07/2012

Berrak DELİKANLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜT PROTEİN KATKILARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN YAĞSIZ YOĞURTLARIN TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Berrak DELİKANLI

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tülay ÖZCAN

Bu çalışmada sodyum kazeinat (Na-CN), kalsiyum kazeinat (Ca-CN), süt protein konsantratu (MPC) ve peynir altı suyu proteinlerinden; peynir altı suyu protein konsantratu (WPC), peynir altı suyu protein izolatu (WPI) ve peynir altı suyu protein hidrolizatı (WPH) ile zenginleştirilen yağsız yoğurtların depolama süresi boyunca fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Rekonstitue edilen yağsız sütler (%11,79 KM) %1 oranında süt proteinleri ilavesinden sonra 90°C’de 10 dakika ısıtılma tabi tutulmuştur. Yoğurt üretiminde kullanılacak sütlere %3 oranında yoğurt kültürü inoküle edilerek, 42°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Depolama süresinin 1., 7. ve 14. günlerinde fiziko-kimyasal analizler olarak pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, protein ve renk (*L*, *a*, *b*); tekstürel olarak sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerleri ve duyuşal olarak da görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri belirlenmiştir.

Yağsız yoğurtların süt proteini katkıları ile zenginleştirilmesi pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, protein ve renk değerleri ile tekstürel olarak sertlik, dış yapışkanlık ve iç yapışkanlık özellikleri üzerinde etkili olmuştur ($p<0,01$). Süt proteinlerinin ilavesinin yağsız yoğurdun su tutma kapasitesini artırdığı, serum ayrılmasını ise azalttığı tespit edilmiştir. Protein katkılarının dayanıklı ve geniş kazein partiküllerini içeren daha sıkı ve güçlü bir jel yapısı oluşturması yoğurdun sertliğini arttırmakla birlikte bu parametre ile bağlantılı olarak da iç yapışkanlık ve elastikiyet değerleri artarak yoğurdun tekstürel özellikleri iyileşmiştir. Duyuşal olarak ise Na-CN, Ca-CN ve MPC ilaveli yoğurtların tat açısından daha çok beğenildiği ve genel anlamda süt protein katkılarının yoğurtlarda kullanımının tat, yapı ve tekstür özellikleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır ($p<0,01$).

Bu sonuçlar doğrultusunda süt proteini içeren katkıların yağsız set tipi yoğurdun tekstürel özelliklerinin iyileştirilmesinde etkin rol oynayabildiği ve fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Süt proteini, Yoğurt, Tekstür

2012, x + 98 sayfa

ABSTRACT
MSc Thesis

**DETERMINATION OF TEXTURAL PROPERTIES OF NON-FAT YOGURT
ENRICHED WITH MILK PROTEIN ADDITIVES**

Berrak DELİKANLI

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tülay ÖZCAN

In this study, the changes in the physico-chemical, textural and sensory properties of non-fat yogurts fortified with sodium caseinate (Na-CN), calcium caseinate (Ca-CN), milk protein concentrates (MPC) and whey proteins; namely whey protein concentrates (WPC), whey protein isolates (WPI) and whey protein hydrolysates (WPH), during storage were investigated.

Milk proteins at a level of 1% were added to the reconstituted skim milk (11,79% DM) of which is heat treated for 10 minutes at 90°C prior to inoculation. These milks, used in production of yogurt, were inoculated with 3% yogurt starter culture and were incubated in 42°C. In yogurt samples physico-chemical parameters as pH, titratable acidity, whey separation, water hold capacity, protein contents, color values (*L*, *a*, *b*), textural (hardness, adhesiveness, cohesiveness, and springiness) and sensory parameters (appearance, structure and texture, odor, color, aroma intensity, flavor and total acceptability) were recorded during the 1st, 7th and 14th days of the storage.

Enrichment of non-fat yogurt with the milk protein additives had a noticeable effect on pH, titratable acidity, whey separation, water hold capacity, protein contents and color values as well as textural attributes such as hardness, adhesiveness and cohesiveness ($p < 0,01$). It may be seen that the addition of milk proteins have increased the water hold capacity and decreased whey separation. Using milk proteins (Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI, WPH) in yogurt manufacturing caused a more compact structure consisting of stiff casein particles and large aggregates along with increased hardness which also increase cohesiveness and elasticity values resulting in improved textural properties. The taste of samples enriched with Na-CN, Ca-CN and MPC were more appreciated than other yogurts. It was found that using milk protein additives in yogurt was effective on sensory properties of particularly taste, structure and texture ($p < 0,01$).

These findings confirm that milk protein additives can play a beneficial role in improving textural properties of set type non-fat yogurt and can be used to develop functional dairy products.

Key Words: Milk protein, Texture, Yogurt

2012, x + 98 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, araştırmamın düzenlenmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen fikir ve katkılarıyla çalışmalarına ışık tutan ve yönlendiren, sadece eğitim hayatı değil gerçek hayata dair aktardığı deneyimlerle hayatımın hemen hemen her aşamasında yer alan danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Tülay ÖZCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamda değerli katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ- ERSAN'a teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarım sırasında sorumlu oldukları laboratuvarları ve bu laboratuvarlardaki çeşitli alet-ekipmanları kullanmama izin veren bölüm hocalarıma ve Veteriner Fakültesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Hıdır GENÇOĞLU'na ve Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Analizi Uzmanı Sayın Yelda ZENCİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Sadece çalışmalarım sırasında değil, tanıştığımız günden itibaren her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma yaşamıma kattıkları renkten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım ve eğitimim boyunca; daha da önemlisi hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme gönül dolusu teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Berrak DELİKANLI

Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRAT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Süt Proteinleri.....	6
2.1.1. Kazein.....	6
2.1.2. Peynir altı suyu proteinleri.....	7
2.2. Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri.....	9
2.2.1. Protein-su interaksyonu ile ilgili olan fonksiyonel özellikler.....	11
2.2.1.1. Çözünürlük.....	11
2.2.1.2. Hidrasyon (su bağlama) ya da su tutma kapasitesi.....	12
2.2.1.3. Viskozite.....	13
2.2.2. Protein-protein interaksyonu ile ilgili özellikler.....	13
2.2.2.1. Tekstürel özellikler.....	13
2.2.3. Proteinlerin gaz fazı ile ilgili olan özellikleri.....	14
2.2.3.1. Emülsiyon oluşturma.....	14
2.2.3.2. Köpük oluşturma.....	15

2.2.3.3. Tat ve aroma bağlama.....	15
2.3. Süt Protein Katkılarının Gıdalardaki Kullanımı.....	15
2.4. Süt Protein Katkılarının Yoğurdun Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi.....	20
2.4.1. Kazein ve kazeinatlar.....	22
2.4.2. Süt protein konsantratları (MPC)	24
2.4.3. Peynir altı suyu protein konsantratları (WPC).....	25
2.4.4. Peynir altı suyu protein izolatları (WPI).....	27
2.4.5. Peynir altı suyu protein hidrolizatları (WPH)	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Yağsız süt tozu.....	29
3.1.2. Bakteri kültürü.....	29
3.1.3. Süt protein katkıları.....	29
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Deneme deseni.....	30
3.2.2. Yoğurt kültürünün aktive edilmesi.....	30
3.2.3. Yoğurt gruplarının üretimi.....	31
3.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler.....	33
3.3.1. Fiziko-kimyasal analizler.....	33
3.3.1.1. pH.....	33
3.3.1.2. Titrasyon asitliği.....	33
3.3.1.3. Serum ayrılması.....	34
3.3.1.4. Su tutma kapasitesi.....	34
3.3.1.5. Protein tayini.....	34
3.3.1.6. Renk tayini.....	35
3.3.2. Tekstürel analizler.....	36

3.3.2.1. Sertlik (Hardness).....	37
3.3.2.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness).....	38
3.3.2.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness).....	38
3.3.2.4. Elastikiyet- sürülebilirlik (Springiness)	38
3.3.3. Duyusal analizler.....	38
3.3.4. İstatistiksel analizler.....	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	40
4.1. Fiziko-kimyasal Özellikler.....	40
4.1.1. pH.....	40
4.1.2. Titrasyon asitliği.....	44
4.1.3. Serum ayrılması.....	47
4.1.4. Su tutma kapasitesi.....	50
4.1.5. Toplam protein.....	54
4.1.6. Renk	57
4.2. Tekstürel Özellikler.....	63
4.2.1. Sertlik (Hardness).....	63
4.2.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness).....	67
4.2.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness).....	69
4.2.4. Elastikiyet- sürülebilirlik (Springiness).....	71
4.3. Duyusal Özellikler.....	74
5.SONUÇ.....	82
KAYNAKLAR.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	98

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
cm	Santimetre
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton

Açıklama

Kısaltmalar

Na- CN	Sodyum kazeinat
Ca- CN	Kalsiyum kazeinat
MPC	Süt Protein Konsantratu
WPC	Peynir Altı Suyu Protein Konsantratu
WPI	Peynir Altı Suyu Protein İzolatı
WPH	Peynir Altı Suyu Protein Hidrolizatı
Dk	Dakika
DVS	Direct Vat Set
KM	Kuru Madde
Max	Maksimum
Min	Minimum

Açıklama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Süt proteinlerin fonksiyonel özellikleri.....	11
Şekil 2.2. Süt protein katkılarının üretim aşamaları.....	22
Şekil 3.1. Yoğurt örneklerinin üretim akış şeması.....	32
Şekil 3.2. Hunter sistemindeki L, a ve b parametrelerinin renk skalası.....	36
Şekil 3.3. Tektür profil analizi ile ölçülen parametreler.....	37
Şekil 4.1. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değeri değişimi.....	43
Şekil 4.2. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değeri değişimi.....	46
Şekil 4.3. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değeri değişim....	50
Şekil 4.4. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değeri değişimi.....	54
Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerleri değişimi.....	57
Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değeri değişimi.....	62
Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değeri değişimi.....	62
Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değeri değişimi.....	62
Şekil 4.9. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca tekstürel değerlerinde meydana gelen değişim	74
Şekil 4.10. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca duyusal değerlerinde meydana gelen değişim.....	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Çiğ sütün bileşimi	7
Çizelge 2.2. Peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi.....	8
Çizelge 2.3. Süt ürünlerinde kazein kullanımı.....	17
Çizelge 2.4. Kazein ve türevlerinin gıdalarda kullanımı.....	18
Çizelge 2.5. Peynir altı suyu bileşenlerinin fonksiyonları ve gıdalarda kullanımı.....	19
Çizelge 2.6. WPC'lerin gıdalarda kullanımı.....	20
Çizelge 2.7. Türk Gıda Kodeksine göre yoğurdun taşınması gereken bazı değerler.....	21
Çizelge 3.1. Yağsız süt tozunun bileşimi.....	29
Çizelge 3.2. Süt protein katkılarının protein ve nem içeriği.....	30
Çizelge 3.3. Yoğurt örneklerine ait deneme deseni.....	30
Çizelge 3.4. Kontrol grubu ve süt protein katkılarıyla zenginleştirilerek üretilen yoğurt örneklerine ait duyuusal değerlendirme skalası.....	39
Çizelge 4.1. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim.....	40
Çizelge 4.2. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.3. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları	42
Çizelge 4.4. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.5. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim.....	44
Çizelge 4.6. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.7. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	45

Çizelge 4.8. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.9. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim.....	47
Çizelge 4.10. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	48
Çizelge 4.11. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.12. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları.	49
Çizelge 4.13. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerindeki değişimi.....	51
Çizelge 4.14. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.15. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.16. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.17. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerindeki değişim.....	55
Çizelge 4.18. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.19. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.20. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca % toplam protein değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.21. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değerlerindeki değişim.....	58
Çizelge 4.22. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değerlerindeki değişim.....	58
Çizelge 4.23. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değerlerindeki değişim.....	59

Çizelge 4.24. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	59
Çizelge 4.25. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.26. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.27. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları	61
Çizelge 4.28. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	61
Çizelge 4.29. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerindeki değişimi.....	64
Çizelge 4.30. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	64
Çizelge 4.31. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.32. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.33. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerindeki değişim.....	67
Çizelge 4.34. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.35. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.36. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca dış yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	69
Çizelge 4.37. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim.....	70
Çizelge 4.38. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	70
Çizelge 4.39. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	71

Çizelge 4.40. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	71
Çizelge 4.41. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerindeki değişim.....	72
Çizelge 4.42. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	72
Çizelge 4.43. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.44. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.45. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin görünüş değerlerindeki değişim.....	75
Çizelge 4.46. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerindeki değişim.....	75
Çizelge 4.47. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin koku değerlerindeki değişim.....	75
Çizelge 4.48. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk değerlerindeki değişim.....	76
Çizelge 4.49. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerindeki değişim.....	76
Çizelge 4.50. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerlerindeki değişim.....	76
Çizelge 4.51. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim.....	76
Çizelge 4.52. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca belirlenen duyuşal değerlendirme sonuçları.....	80

1.GİRİŞ

Beslenme büyüme, yaşam kalitesinin yükseltilmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesi için gerekli olan besin öğelerinin yeterli miktarlarda vücuda alınıp kullanılması olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığı üzerinde kalıtım ve çevre koşulları gibi birçok faktör etkili olmakla birlikte beslenme şekli ve gıda tercihleri de vücut direncini değiştirerek çeşitli hastalıklara yakalanma olasılığını artırmakta ve hastalıkların daha ağır seyretmesine neden olmaktadır. Bazı besinlerin doğal yollardan hastalıkları önlemesi ve tedavisindeki etkinliğinin bilimsel olarak da ortaya konulması sağlığın korunmasında beslenme desteğinin önemini arttırmaktadır (Canbulat ve Özcan 2007).

İnsanlar eğitim düzeyleri ve davranış değişimlerine bağlı olarak, daha sağlıklı ve kaliteli yaşam düzeylerine ulaşmak istemektedir. Yaşam sürelerini ve kalitelerini artırmak için gıdalara temel besin maddeleri olarak bakmanın yanı sıra sağlıkla ilgili özelliklerini de göz önünde bulundurmakta ve hastalıkları tedavi ettirmek yerine önleyici tedbirler almayı tercih etmektedirler. Böylelikle insanların beslenme alışkanlıklarını etkileyen, bilimsel olarak sağlık üzerine etkileri kanıtlanarak onaylanan fonksiyonel gıdalara olan eğilim her geçen gün artmaktadır. *Fonksiyonel gıdalar*; vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamamanın dışında insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde faydalar sağlayan, metabolizmanın güçlendirilmesi ve hastalık riskinin azaltılması gibi olumlu etkileri gerçekleştiren, böylelikle hastalıklardan korunma ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar ya da gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Roberfroid 2000, Hardy 2000, Noonan ve Noonan 2004, Stanson ve ark. 2005).

Ürün kalitesinin artırılması ve fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla gıdaların zenginleştirilmesi son yıllardaki çalışmaların odak noktasını oluşturmaktadır. Bu amaçla günümüzde birçok yeni fonksiyonel süt ürünü üretilmesine rağmen, besleyici değerinin yüksek olması ve çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici özelliklerinin bulunması nedeniyle ülkemizde en çok tüketilen fonksiyonel süt ürünü yoğurttur. Yoğurdun beslenmedeki öneminin yanı sıra, soğukta muhafaza edildiğinde uzun süre bozulmaması ve pH değerinin düşük olmasından ötürü içerisinde patojen

mikroorganizmaların canlılıklarını uzun süre muhafaza edememeleri, yoğurdun en tanınan ve tüketilen süt ürünü olmasının başlıca nedenlerini oluşturmaktadır (Demirci ve Şimşek 1997, Tekinşen 2000). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Nisan ayı verilerine göre ülkemizde toplam inek sütü üretim miktarı 727 499 ton olarak belirtilirken; yoğurt üretim miktarı ise 88 012 ton olarak verilmiştir (Anonim 2012).

Ülkemizde yıllardır geleneksel olarak üretilen ve temel gıda maddesi şeklinde tüketilen yoğurt, besin değeri yüksek ve başta laktoz intoleransına sahip bireylerce kolay sindirilebilen, içerdiği starter kültürlerin ürettiği antimikrobiyel maddelerin etkisi ile patojen mikroorganizmaların gelişimini engelleyici ve gastrointestinal bölgenin florasını koruyucu etki gösteren, antikanserojenik ve antikolesterolemik özelliklere sahip fermente bir süt ürünüdür (Tamime ve Deeth 1980, Kayaardı ve Gürsoy 1997, Tamime ve Robinson 1999).

Yoğurdun tekstürel ve duyuşsal özellikleri birer kalite parametresi olup, ürünün tüketici tarafından kabul edilebilirliği açısından önem taşımakta ve süt bileşenlerinin miktarı ve fonksiyonelliğine bağılı olarak değişiklik göstermektedir. Yoğurtta yapı, kıvam ve serum ayrılmasını etkileyen önemli faktörler arasında sütün kuru maddesi ve özellikle de protein miktarı, uygulanan ısıl işlem, serum proteinleri denaturasyonu, asitlik ve kazein/serum proteini oranı bulunmaktadır (Konar 1999). Örneğın protein miktarının artmasının ve yağın ortamda bulunmasının yoğurt jel dayanımının artmasına sebep olduğu bilinmektedir (Faergemand ve ark. 1999, Russeli ve ark. 2006).

Son yıllarda süt endüstrisindeki yeni ürün geliştirme çalışmaları, kalorisi azaltılmış diyet ürünlerin, vitamin, mineral, protein ve aroma maddeleri ile zenginleştirilmiş süt ve süt ürünlerinin geliştirilmesini kapsamaktadır. Ürönlere fonksiyonel özellikler kazandırmak amacıyla çeşitli katkı maddelerinin ilavesi, ürünün lezzet ve doku karakteristiklerini etkilemektedir (Çapanoğlu ve ark. 2003).

Yeni bir ürün geliştirmede başarılı olabilmek için gıda sistemleri içerisinde bulunan gıda bileşenlerinin ve bu bileşenlerin gıda içerisindeki etkilerinin anlaşılması gerekmektedir. Gıdaların tekstürü, tat ve aroması, işleme sırasındaki stabilitesi, besin

değeri, yapısı ve görünüşü gıdanın bileşimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle yeni ürün geliştirme çalışmalarında başarılı olabilmek için gıda sistemleri içerisinde yer alan yağ, protein, karbonhidrat ve su gibi bileşenlerin fonksiyonel özellikleri ve interaksiyonları oldukça önemli rol oynamaktadır (Doğan ve Küçüköner 2003).

Teknolojik açıdan bakıldığında; gıda katkıları ile zenginleştirilmemiş yoğurtlarda zayıf hacim, zayıf tekstür, serum ayrılması ve toplam kuru madde içeriğine bağlı olarak konsistenste değişkenlik gibi kalite ilgili birçok sorun ortaya çıkabilmektedir. Özellikle kalitede meydana gelen bu kusurlar yağsız yoğurtlarda daha fazla görülmektedir. Tüm bu kusurları ortadan kaldırmak için yoğurt formülasyonlarına hidrokolloidler ilave edilmekte ve böylece istenilen stabilite, kıvam ya da jelleşme sağlanmaktadır (Sodini ve ark. 2006, Guggisberg ve ark. 2007). Ancak pek çok ülkede bu stabilize edici maddelerin doğal yoğurtlarda kullanımının sınırlandırılmasına rağmen; üretimde süt protein katkıları kullanılmasına izin verilmektedir. Bu nedenle de özellikle yağsız yoğurt üretiminde toplam kuru madde içeriği süt protein katkıları ile arttırılmakla yoğurtlarda ortaya çıkan bu kusurlar engellenebilmektedir. Yüksek besin değerine sahip süt proteinlerinin yoğurdun tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde; kıvam arttırma, jel oluşumunu güçlendirme, pıhtı sıkılığını sağlama, protein yönünden zenginleştirme, raf ömrünü arttırma, sertlik sağlama ve serum ayrılmasını engelleme gibi fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır (Aguilera 1995, Barbut 1996, De Vuyst ve Degeest 1999, Aluko ve ark. 2001, Baldwin ve Pearce 2005, Sodini ve ark. 2005).

Süt proteinleriyle zenginleştirilen yoğurtların fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde bileşimini oluşturan süt proteinleri ve bunların özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Süt proteinlerinin büyüme ve gelişme için gerekli amino asitleri sağladıkları ve son zamanlarda belirlendiği üzere biyoaktif komponentleri nedeniyle spesifik fonksiyonlar gösterdikleri bildirilmektedir. Ayrıca süt proteinleri; pek çok gıda proteine göre daha yüksek biyolojik değere ve daha fazla amino aside sahip olmaları, prosese karşı stabil olmaları, toksin içermemeleri, renksiz olmaları, yumuşak bir tada sahip olmaları ve gerektiğinde kolaylıkla fraksiyonlarına ayrılabilmesi nedeniyle yoğurdun

zenginleştirilmesinde en çok tercih edilen katkı maddelerindendir (Resch ve Daubert 2002, Havea 2006, Akpınar-Bayizit ve ark. 2009).

Yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Hammaddenin kalitesi (toplam kuru madde içeriği, protein içeriği, kazein ve kazein olmayan proteinlerin oranı, asitliği), katkı maddeleri, homojenizasyon, ısış işlem normu, denature serum proteinleri, kullanılan starter kültür, inokulum miktarı, inkübasyon sıcaklığı, soğutma ve depolama şartları yoğurdun kalite kriterleri üzerinde etkilidirler (Barrantes ve ark. 1994a).

Beslenmede önemli bir yere sahip olan yoğurdun, sütün doğal bileşenleri olan kazein (Na- CN, Ca- CN), süt protein konsantratları (MPC) ve peynir altı suyu proteinleri; peynir altı suyu izolatı (WPI), peynir altı suyu konsantratı (WPC), peynir altı suyu hidrolizatları (WPH) ile zenginleştirilmesinin hem ürünün teknolojik özelliklerini iyileştirdiği hem de beslenme ve sağlık üzerine olumlu etkiler gösterdiği yapılan birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Gonzalez-Martinez ve ark. 2002, Aziznia ve ark. 2008).

Bu çalışmadaki en önemli amaç; beslenmede önemli bir yer teşkil eden yoğurdun, sağlık açısından daha tercih edilen seviyeye gelmesi için öncelikle yağını azaltarak enerjisini düşürmek; sonrasında ise yağı azaltılan yoğurtların yapısını sütün doğal bileşenleri olan kazein (Na- CN, Ca- CN), süt protein konsantratı (MPC) ve peynir altı suyu proteinleri (WPC, WPI, WPH) ile zenginleştirerek tekstürü iyileştirilmiş bir yoğurt özelliğine getirmek ve üretilen yağsız yoğurtlarda fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri saptamaktır.

Amaçlanan hedefler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Süt proteini katkıları ile zenginleştirilen yoğurtlarda depolanma süresinin 1., 7. ve 14. günlerinde uygulanan temel analizler ile ürün bileşimini ortaya koymak,
2. Fiziko-kimyasal analizler ile (pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve renk (L, a, b)) ürün karakteristiklerini belirlemek,

3. Yoğurt çeşitlerine ilave edilen Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI, WPH'lerin depolama boyunca yoğurttaki oluşturduğu tekstürel değişimleri (sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet) belirlemek,
4. Eğitimli bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyu değerlendirmesi ile yoğurt çeşitlerinin görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini belirlemek,
5. Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ile kontrol yoğurtları ve Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI, WPH ilaveli yoğurt çeşitleri arasında incelenen özellikler açısından belirlenen önemli farklılıkları ortaya koymak ve yağsız yoğurttaki süt proteinlerinin kullanımının uygulanabilirliğini tartışmaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Süt, yeni doğmuş bir yavrunun yaşamının ilk ayları (6 ay) boyunca tüm besinsel gereksinimlerini yeterli, dengeli, kaliteli ve çok iyi sindirilebilir formda içeren, memeli hayvanların özel meme bezlerinden salgılanan, sudan daha koyu kıvamda viskoz, porselen beyazı (beyaz-krem) renkte, ideal, kendine has tat ve kokusu olan ve sevilerek tüketilen bir besin maddesi olarak tanımlanmaktadır (Kurdal ve ark. 2011).

Kendine özgü bileşimiyle beslenmenin ve gelişmenin bütün faktörlerini yani protein, yağ, karbonhidrat ve mineral maddeleri, enzimleri, antikorları, vitaminleri dengeli bir şekilde ve yeterli miktarda içeren süt, ortalama olarak %3,4-3,8 oranında protein içermesi nedeniyle en iyi protein kaynaklarından biridir (Black ve ark. 2002, Fosset ve Tomea 2002, Kurdal ve ark. 2011). Proteinler insanların büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan temel maddelerin başında gelmektedir. Kimyasal-fiziksel özellikleri ve biyolojik işlevlerine göre sınıflandırılabilen süt proteinlerinin; önemli bir kısmını kazein ve peynir altı suyu proteinleri oluşturmaktadır. Sütün başlıca proteini kazein, sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %80'ini, peynir altı suyu proteinleri ise sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %20'sini oluşturmaktadır (Çizelge 2.1) (Bylund 2003, Fox ve Kelly 2004).

2.1. Süt Proteinleri

2.1.1. Kazein

Sadece süte özgü bir protein olan kazein, sütün doğal yapısı içerisinde miseller şeklinde yer almaktadır. Kazein misellerinin yaklaşık %93'ü (kuru maddede) kazein, geriye kalan kısmı inorganik maddelerden (kalsiyum, magnezyum, fosfat, sodyum ve sitrat) oluşmaktadır. Miktar açısından en fazla olan kalsiyum ve fosfat “kolloidal kalsiyum fosfat” formundadır. Kazein bu inorganik maddelerle bir kompleks oluşturmakta ve bu kompleks “kalsiyum-kazeinat-fosfat” şeklinde anılmaktadır (Metin 1998, Fox 2001).

Çizelge 2.1. Çiğ sütün bileşimi (Özcan ve ark. 1998)

Besin Maddeleri	Miktar (100 gr' da)	Besin Maddeleri	Miktar (100 gr' da)
Enerji	69	İz Elementler	
Yağ	287	Fe	0,05 mg
Protein	3,8	Cu	12 µg
Laktoz	3,3	Mo	5,5 µg
Su	87,2	Zn	0,36 µg
Esansiyel Amino Asitler		Mn	5 µg
Triptofan	0,05 g	I	7,5 µg
Fenilalanin+Tirozin	0,35 g	F	13 µg
Lösin	0,34 g	Vitaminler	
İsolösin	0,21 g	Vit. A	0,06 mg
Treonin	0,17 g	Karoten	0,02 mg
Methionin+Sistin	0,12 g	Vit. B ₁	0,04 mg
Lisin	0,27 g	Vit. B ₂	0,17 mg
Valin	0,22 g	Vit. B ₆	0,05 mg
Mineral Maddeler		Vit. B ₁₂	0,50 µg
Ca	0,12 g	Niasin	0,09 mg
P	0,10 g	Pantotenik asit	0,36 mg
Mg	12 mg	Vit. C	2 mg
K	0,15 g	Vit. D	0,09 µg
Na	0,05 g	Vit. E	0,12 mg
Cl	0,10 g		

Kazein, her birinin kendine özgü izoelektriki noktası, molekül ağırlığı ve amino asit kompozisyonu olan α_{S1} -, α_{S2} -, β ve κ - kazein olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmakta ve 20°C sıcaklıkta pH 4.6 değerinde çökmesi ile karakterize edilmektedir (Ginger ve Grigor 1999, Kurdal ve ark. 2011).

2.1.2. Peynir altı suyu proteinleri

Peynir altı suyu, peynir ya da kazein üretiminde kazeinin çöktürülmesi sonucu elde edilen yarı saydam, yeşilimsi-sarı renkte bir sıvı olarak tanımlanmaktadır (Neall 2002, Jelacic ve ark. 2008, Özcan ve Delikanlı 2011).

Peynir altı suyu proteinleri, her biri farklı moleküler ağırlıkta ve farklı biyolojik aktiviteye sahip olan majör ve minör proteinlerden oluşmaktadır. Majör peynir altı suyu

proteinleri; β - laktoglobülin, α - laktalbümin, serum albümin, immüoglobülinler ve glikomakropeptidlerdir. Minör peynir altı suyu proteinleri ise, laktoperoksidaz, laktoferrin, mikroglobülin, lizozim, insülin-benzeri büyüme faktörü, γ - globülinler ve diğer birkaç küçük proteinlerden oluşmaktadır (Çizelge 2.2) (Fox ve McSweeney 1996, Pihlanto ve Korhonen 2003, Fitzsimons ve ark. 2007).

Çizelge 2.2. Peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi (De Witt 1998)

Bileşim	Konsantrasyon (g/L süt)
β - laktoglobülin	3,2
α - laktalbümin	1,2
Serum albümin	0,4
Laktoferrin	0,2
Laktoperoksidaz	0,03
Proteaz - pepton	≥ 1

Peynir altı suyu proteinlerinin yaklaşık yarısını oluşturan **β - laktoglobülinin** jelleşme ve köpük oluşturma gibi mükemmel fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır ve çeşitli gıdaların üretiminde protein değerini arttıran bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Amundson ve ark. 1982, Zayas 1997, Euston ve ark. 1999, Chatterton ve ark. 2006).

Major peynir altı suyu proteinlerinin bir diğer üyesi olan **α - laktalbümin**, toplam peynir altı suyu proteinlerinin yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (Fox 1989, Permyakov ve Berliner 2000, Yalçın 2006). α - laktalbümin bağışıklık sistemini geliştirdiği ve bazı kanser türlerinin oluşum risklerini azalttığı bilinmektedir. α - laktalbümin bebek formüllerini insan sütüne benzer hale getirmek için ticari olarak kullanılmasının yanı sıra kısa zincirli amino asitlerin iyi bir kaynağı olması nedeniyle sporculara özel gıdalarda da kullanıldığı belirtilmektedir (De Wit 1998, Harper 2000, German ve ark. 2001).

Peynir altı sularında ve kolostrumda bulunan süt proteinlerinin en küçük fraksiyonu olarak bilinen **immüoglobülinler**, yabancı antijenlere karşı oluşan ve onlarla selektif olarak reaksiyona girebilen glikoprotein yapısında moleküller olarak tanımlanmaktadır (Burmester ve Pezzutto 2003).

Peynir altı suyu proteinlerinin yaklaşık %10-15'ini oluşturan **serum albümin**, önemli bir esansiyel amino asit kaynağıdır (Etzel 2004, Marshall 2004). Bu proteinin serbest yağ asitlerine ve diğer küçük yağ asitlerine bağlanma özelliğine sahip olduğu, yüksek sistein içeriğinden dolayı karaciğerde glutasyon üretiminde önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir (Kinsella ve ark. 1989, De Wit 1998).

Sütte bulunan **laktoferrin**, 80 kDa molekül ağırlığında demir bağlayıcı bir glikoprotein olarak tanımlanmaktadır (Steijns ve Hooijdonk 2000, Farnaud ve Evans 2003, González-Chávez ve ark. 2009). Laktoferrin fonksiyonu ile ilgili çalışmalar, bu proteinin demir bağlayıcı özellikleri, demir metabolizması ve antimikrobiyel aktivitesi üzerine toplanmıştır. Ancak bilimsel çalışmalar laktoferrinin, antiviral, antiparazitik, hücre büyümesini geliştirme, yararlı bağırsak bakterilerinin (örneğin *Bifidobacteria*) gelişimini teşvik etme gibi birçok fonksiyonel özelliklerini ve iltihaplanma, tümör oluşumu ve enzimatik aktivite üzerindeki olumlu etkilerini ortaya çıkarmaktadır (Superti ve ark. 1997, Brock 2002).

Laktoperoksidaz enzimi yaklaşık %10'u karbonhidrat olan bir glikoprotein olup, peynir altı suyunda bulunan toplam proteinlerin %0,25-0,5'ini oluşturmaktadır (Wolf ve ark. 2000, Jacob ve ark. 2000). Laktoperoksidazın oldukça geniş bir antimikrobiyel spektruma sahip olması son zamanlarda bu enzime olan ilgiyi artırmıştır. Laktoperoksidaz enziminin ısıtılmış süt, et ürünleri ve sebzelere katılması ve bu ürünlerde doğal bir antimikrobiyel mekanizma oluşturulması için çalışmalar yürütülmektedir (Kennedy ve ark. 2000, Elliot ve ark. 2004).

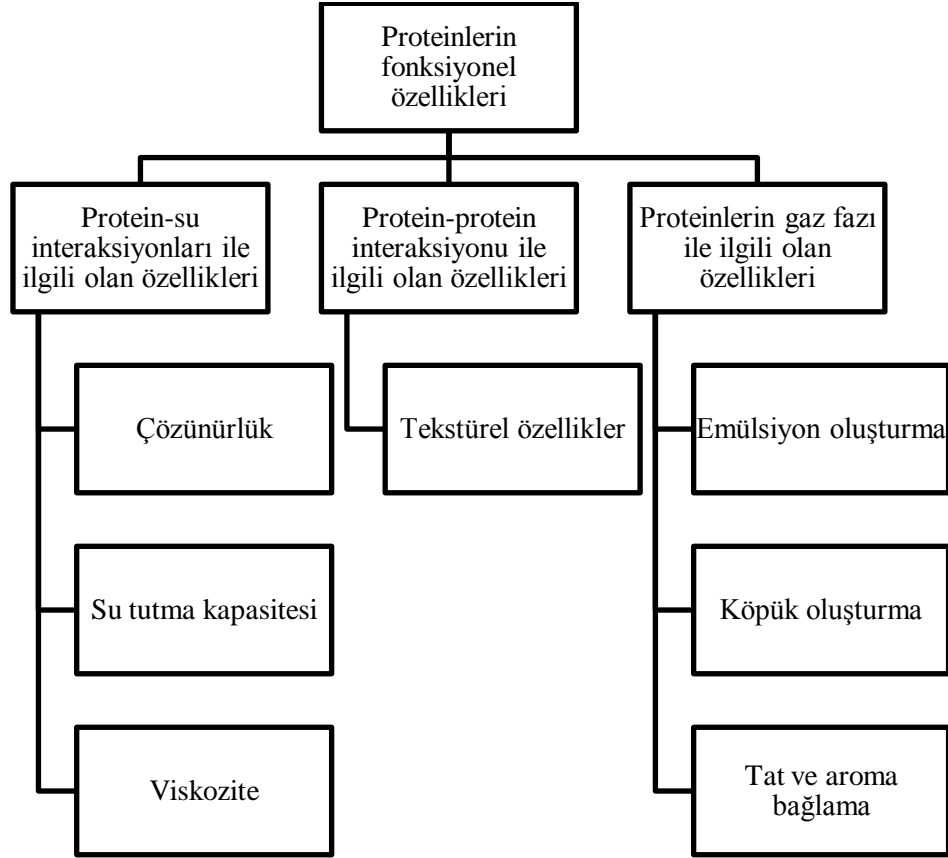
2.2. Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri

Birçok gıda proteini, gıdaların yapısını, kararlılığını ya da işlenme özelliklerini etkilemesi ya da düzeltmesi nedeniyle fonksiyonel özellik taşımaktadır. Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini ortaya çıkaran faktörler onların taşıdığı bazı fiziksel, kimyasal ve fiziko-kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar sırasıyla proteinlerin boyutları, şekilleri, amino asit kompozisyonu ve dizilimi, yük dağılımı, hidrofobite/hidrofilite oranı, sekonder, tersiyer ve kuarterner yapıları, moleküllerin

esneklik/sertlik durumu ve diğer moleküllerle interaksiyon yeteneğinden oluşmaktadır (Kinsella 1984, Schorsch ve ark. 2000, Hanmoungjai ve ark. 2002). Gıdaların işlenmesi sırasında uygulanan farklı teknolojik işlemlerin proteinlerin yapı ve fonksiyonel özelliklerini değiştirebileceği bilinmektedir (Zhu ve Damodaran 1994). Örneğin; pastörizasyon protein globüllerinin çözünmesine neden olmakta, denaturasyon ise, proteinlerin esnekliğini ve hidrofobik etkileşimlerini artırmaktadır (Aguilera 1995).

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 (Singh 2002, Özcan ve Delikanlı 2011).

Yüksek besin değerine ve fonksiyonel özelliklere sahip olan süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri; protein-su interaksiyonu (su tutma kapasitesi, adsorbsiyon, çözünürlük, viskozite), protein-protein interaksiyonu (tekstürel özellikler) ve proteinlerin gaz fazı (köpürme, tat ve aroma bağlama ve emülsifikasyon) ile ilgili özellikleri olmak üzere üç ana grupta sınıflanmaktadır (Şekil 2.1) (Özcan ve Delikanlı 2011).



Şekil 2.1. Süt proteinlerin fonksiyonel özellikleri (Özcan ve Delikanlı 2011)

2.2.1. Protein-su interaksyonu ile ilgili olan fonksiyonel özellikler

2.2.1.1. Çözünürlük

Protein-protein, protein-çözücü etkileşimleri gibi yüzey aktiviteleri sonucu oluşan çözünürlük, proteinlerin bir sıvı içerisinde homojen dağılım gösterebilmesi bakımından önem taşımaktadır (Cheftel ve ark. 1996). Proteinlerin diğer fonksiyonel özellikleri üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle çözünürlük önemlidir ve yüksek çözünürlük değeri, emülsiyon, köpürme, jelleşme ve çırılma özelliğinde iyileşme sağlamaktadır. Süt proteinlerinin çözünürlüğü pH değerine ve iyonik güce bağlı bir değişim göstermektedir (Mohanty ve ark. 1988, Barbut 1996). Örneğin; kazeinatlar yaklaşık olarak pH 5.5'tan daha yüksek değerlerde tamamen çözünebilmektedir. %10-15 civarında protein içeren çözeltiler pH 6-8'de kolayca hazırlanabilmektedir. Ancak daha yüksek protein konsantrasyonlarında viskozite çok çabuk yükselmektedir. Ca- CN suda pH 5.5'in

üzerinde partiküler halinde stabilitesini korumaktadır ve bu sıradaki kalsiyum konsantrasyonu ise düşük seviyede bulunmaktadır. Kazein, pH 3.5'un altında çözünebilmektedir; ancak viskozitesi nötral pH'lara nazaran daha yüksektir ve aynı zamanda da jelimsi sistemler oluşturmaktadır. pH 3.5-5.5 arasında kazein çözünürlüğü çok düşük seviyede olmaktadır. Bu özelliği ile düşük pH'lı gıdalarda kullanımı sınırlanmaktadır (Mohanty ve ark. 1988).

2.2.1.2. Hidrasyon (su bağlama) ya da su tutma kapasitesi

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 absorpsiyonu, protein konsantrasyonunun artması ile yükselirken; pH'daki sapmalar, iyonizasyon, protein molekülündeki net elektriksel yükün yarattığı etkiler proteinin su ile interaksiyon eğilimini azaltmaktadır. Protein-protein interaksiyonunun düşük seviyede gerçekleşmesi nedeniyle proteinler izoelektrik noktalarında en düşük hidrasyon yeteneği göstermektedir. Ayrıca sıcaklık artışına paralel olarak proteinlerin su bağlama yeteneği azalış göstermektedir (Saldamlı 2007).

Protein kaynaklı ingrediyenlerin absorblayıp yapıda tuttuğu su çeşitli gıdaların tekstürel yeteneği ile bazı özelliklerini oluşturmaktadır. Su absorpsiyonu yolu ile protein, su alarak şişmekte ve böylece karakteristik olan yapı, tekstür, vikoze ve adhezyon gibi gıdaya özgü bazı önemli reolojik özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Bu kapsamda süt proteinleri, fonksiyonel gıdaların çoğunda su bağlama özelliklerine bağlı olarak değişen bir kullanım olanağına sahip bulunmaktadır. Örneğin WPC'ler Quark, Cottage ve eritme peynirlerinde yapıyı geliştirmek, Cheddar peynirinde randımanı arttırmak, yoğurt üretiminde ise su bağlama özelliği sayesinde daha kıvamlı ürün elde edebilmek amacıyla kullanılmaktadır (Mulvihill 1991, Koçak ve Aydemir 1994).

2.2.1.3. Viskozite

Bir sıvının iç sürtünmesinin ya da akışkanlığa karşı gösterdiği direncin bir ifadesi olarak tanımlanan viskozite, daha çok, proteinlerin yapısal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Proteinlerin moleküler konformasyonu, kümeleşmesi ve şişme özellikleri nedeniyle kendi içlerinde bir ağ örtüsü meydana getirmeleri ve bu yapı içerisinde çeşitli yağ partiküllerinin tutulması, emülsiyon özellikleri açısından önemli özellikleri oluşturmaktadır. Viskozite, emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olup, yapısal özellikler açısından, ürüne belli bir tekstür kazandırılması bakımından önemli bir kalite kriteri olarak bilinmektedir (Gökçalp ve ark. 2004).

Birçok gıda uygulamalarında sıvı gıdaların tekstür ve emülsiyon stabiliteyi iyileştirilebilmesi için yüksek viskozite bir avantaj olarak görülmekte ve bu amaçla gıdalarda özel yüksek viskoziteli kazeinatların kullanılması önerilmektedir (Girdhar ve Hansen 1974). Kazeinatlar %15'in üzerindeki konsantrasyonlarda ve hatta yüksek sıcaklıklarda; hidrasyon, şişme ve polimer-polimer etkileşim nedeniyle, yüksek viskoz çözeltileri oluşturmaktadır. Protein içeriği %20'den fazla olan viskoz çözeltilerde protein; prosesi zorlaştıracak kadar çok fazladır. Sprey yöntemiyle kurutulmuş Na- CN bu yüzden düşük yoğunluğa sahip bulunmaktadır. Na- CN viskozitesi pH derecesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Düşük pH değerlerinde (pH 2.5-3.0) viskozitesi; nötral pH derecesindeki viskozitesine göre daha yüksek olmaktadır (Mulvihill 1991).

2.2.2. Protein-protein interaksiyonu ile ilgili özellikler

2.2.2.1. Tekstürel özellikler

Proteinler birçok gıdanın temel yapısı ve tekstürünü oluşturmada temel öge olarak fonksiyon göstermektedir. 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. Özellikle süt proteinleri ısı koagülasyon işlemine tabi tutulduktan

sonra film ya da fiber benzeri karışımlar haline getirilmekte ve yüksek su tutma kapasitesine sahip tekstür ajanları olarak kullanılabilir (Saldamlı 2007).

2.2.3. Proteinlerin gaz fazı ile ilgili olan özellikleri

2.2.3.1. Emülsiyon oluşturma

Proteinlerin emülsiyon özelliklerinin açıklanabilmesi için emülsiyon kapasitesi, stabilitesi ve aktivitesi gibi kavramlardan yararlanılmaktadır. Emülsiyon kapasitesi, protein çözeltisinin ya da süspansiyonunun yağı emülsifiye edebilme kabiliyetidir ve 1 gram proteinin spesifik koşullarda oluşturduğu yağ miktarı ile gösterilmektedir. Emülsiyon stabilitesi, emülsiyon damlacıklarının tabaka oluşumu ve damlaların birleşmesi şekillenmeden, bulanıklık oluşturmadan çözünür kalma kapasitesidir. Emülsiyon aktivitesi ise, proteinin emülsiyon oluşturmaya katkıda bulunabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Mizubuti ve ark. 2000, Aluko ve ark. 2001, Firebaugh ve Daubert 2005).

Bir proteinin hidrofobik özelliği ne kadar yüksek olursa, yüzey arası protein konsantrasyonu o kadar artmakta ve ara kesit gerilimi düşerek daha stabil bir emülsiyon oluşturmaktadır. Stabil yapı gösteren ve geniş yüzeysel hidrofiliteye sahip globular proteinler (peynir altı suyu proteinleri, lizozim ve ovalbümin) düşük emülsiyon özellik göstermektedir. Buna karşın kazein globular proteinlere göre daha iyi emülsiyon özellik göstermektedir. Proteinlerin stabilize ettiği emülsiyonlarda pH, iyonik kuvvet, sıcaklık, düşük molekül ağırlığına sahip yüzey aktif maddelerin varlığı, şekerler, yağ fazı ve protein tipi gibi faktörler de olayı etkilemektedir (Saldamlı 2007).

Süt proteinleri, sahip oldukları emülgatör özellikleri nedeniyle yağ oranı yüksek kremalar, mayonez, sürülebilir krem peynirler, et ve salata sosları gibi çeşitli gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. WPI ve WPH yağlarda lesitinle birlikte kullanıldığında emülsiyon özelliğini artırmaktadır. (Gökalp ve Işık 1999, Resch ve Daubert 2002, Firebaugh ve Daubert 2005, Luff 2005).

2.2.3.2. Köpük oluşturma

Süt proteinlerinin bir diğer önemli fonksiyonel özelliğini de köpürme özelliği oluşturmaktadır. Köpük, ince bir sıvı tabaka tarafından ayrılan hava hücrelerinden oluşan iki fazlı bir sistem olarak tanımlanmakta ve bir sıvı içinde havanın baloncuklar içinde hapsolmesiyle meydana gelmektedir (Makri ve ark. 2005). Peynir altı suyu proteinlerinin köpük oluşturuca niteliği ürüne özgü değişken özellik göstermektedir. Köpürme özelliği nedeniyle peynir altı suyu proteinleri, ekmek, kek ve tatlılarda hacim arttırıcı fonksiyonel bileşen olarak kullanılmaktadır (Morr 1985, Koçak ve Aydemir 1994, Gökcalp ve Işık 1999).

2.2.3.3. Tat ve aroma bağlama

Proteinler aroma bağlayıcı bileşenler olarak, aldehit, keton, esterler ve çeşitli aroma bileşikleri ile reaksiyona girmektedir. Gıdaların bileşimine katılan protein katkılarının özelliklerine ve üretim koşullarına bağlı olarak proteinlerin aroma bağlama kapasiteleri değişebilmektedir. Aroma bileşenlerinin proteine bağlanması yolu ile gıdalara istenilen tat ve koku özelliklerinin kazandırıldığı bildirilmektedir (Guichard ve Langourieux 2000, Guichard 2006).

2.3. Süt Protein Katkılarının Gıdalardaki Kullanımı

Gıdalar, nitelikleri tüketici isteğine göre belirlenen karmaşık yapı ve tekstüre sahip, çok bileşenli ürünlerdir. Teknolojik gelişimlerin ana konusu, katkı maddeleri kullanımının en aza indirildiği, tüketici açısından kabul edilebilir niteliklere sahip fonksiyonel ürünler yaratabilmektir (Aguilera 1992, Blanshard 1998). Bu anlamda proteinler, gıda teknolojisi açısından, “yarı-sert” tekstürel oluşumlara olanak sağlayan bileşenler olarak görülmektedir. Birçok gıda proteini, gıda ürünlerinin yapısını, kararlılığını veya işlenme özelliklerini etkilediği ya da düzelttiği için fonksiyonel içeriğe sahip bulunmaktadır (Schorsch ve ark. 2000).

Süt proteinleri de gıda sanayinde sahip olduğu fonksiyonel özellikleri doğrultusunda farklı gıda formülasyonlarında emülsiyon oluşturma, köpük oluşturma ve hacim arttırma, jel yapısını geliştirme, kıvam arttırma ve yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır (Çizelge 2.3, Çizelge 2.4, Çizelge 2.5, Çizelge 2.6) (Christiansen ve ark. 2004, Neiryck 2004, Herceg 2005, Harjinder ve Aiqian 2008, Nicorescu ve ark. 2008). Örneğin; süt proteinleri çeşitli formlarda fırıncılık ürünlerinin besin değerini geliştirmek ve gluten içermeyen ekmek formülasyonlarında ise su absorpsiyonunu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Gallagher ve ark. 2004). Gallagher ve ark. (2003) farklı süt tozlarını kullandıkları bir araştırmada, yüksek protein, düşük laktoz oranına sahip süt tozlarının ekmeğin şekil ve hacminde gelişme sağladığı ve daha sağlam ekmek içi tekstürü verdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca süt proteinleri birçok gıda ürününde de duyuşsal ve tekstürel özellikleri iyileştirmek ve dayanıklılığı arttırmak amacıyla katılabilmektedir (Pihlonta-Leppala 2001, Mleko ve Gustaw 2002, Herceg ve Lelas 2005).

Süt proteinleri katkılarından bir olan WPC'ler, fırıncılık ürünlerinde, peynirlerde, şekerlemelerde, et ürünleri ve tatlılarda yüksek su tutma kapasitesi, köpük oluşturma ve jelleşme özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Peynir benzeri ürünlerde peynir altı suyu proteini kullanılarak, peynirin dilimlenebilme özelliği iyileştirilmektedir. Fırıncılık ürünleri ve şekerlemeler gibi düşük biyolojik değerde protein içeren ya da protein ile zenginleştirilmesi gereken gıdalarda WPC'ler besin değerinin artırılması için kullanılmakta iken, sporculara özel gıdaların üretiminde yapısal özellikleri geliştirmek ve yine besin değerini arttırmak amacıyla tercih edilmektedir. Örneğin, lizin içeriği düşük tahıl ürünlerinin zenginleştirilmesinde, ayrıca maillard reaksiyonlarının istendiği fırın ürünlerinin üretiminde önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Parris ve ark. 1993, Jyotsna ve ark. 2007). Protein içeriği %35 olan WPC'ler, dondurma, tatlılar, çorbalar, soslar, hazır yemekler, kahvaltılık gevrekler, işlenmiş et ürünleri ve peynirlerde yağsız süt tozu yerine kullanılmaktadır. Margarinlerde ise sürekli fazın yapı ve dayanıklılığını iyileştirmek amacıyla WPC kullanılabilmektedir (Early 1998).

Bebek mamalarında demineralize peynir altı suyu protein tozu, WPC, peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen biyoktif peptidler ve özellikle WPI'ların kullanımı beslenme uzmanlarınca tavsiye edilmektedir. Peynir altı suyu protein tozu, WPC, WPI ve WPH

kullanılarak yapısal özellikleri geliştirilmiş ve besin değerleri yükseltilmiş diyet gıdalar elde edilebilmektedir (Barth ve Behnke 1997, Pihlonta-Leppala 2001). Ancak; peynir altı suyunun yüksek konsantrasyonlarda mineral tuzları içermesi diyetetik ve bebek gıdalarında kullanımını sınırlandırmıştır (Gonzales 1996).

Süt protein konsantresi içeren dondurmaların fiziksel özelliklerini incelendiği çalışmada MPC ilavesinin viskoziteyi artırdığı ve daha iyi şekil tutma özelliği gösterdiği belirtilmektedir (Alvarez ve ark. 2005).

Bazı süt proteinleri ise, spesifik süt ürünleri eldesine katkı sağlamaktadır. Örneğin kazein, süt verimi, süt koagülasyon zamanı ve pıhtı sertliğinde önem taşımaktadır (Wedholm ve ark. 2006).

Sosis, jambon, sucuk, salam, dil, ciğer füme vb. et ürünlerinde emülsiyon özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla yüksek emülsiyon özelliğine sahip olan Na-CN'ler kullanılmaktadır (Nierman 1991, Hendrickx 1992).

Çizelge 2.3. Süt ürünlerinde kazein kullanımı (Southward 1989)

Ürün	Kullanılma Amacı
Yoğurt ve benzeri fermente süt ürünleri	Yağı emülsifiye etmek Serum ayrılmasını azaltmak Pıhtı sıklılığını arttırmak Protein yönünden zenginleştirmek Daha iyi bir tat gelişimi sağlamak Ürünün raf ömrünü arttırmak
Peynir	Randımanı arttırmak Ürünün besleyici değerini arttırmak
İmitasyon peynirler (Mozzarella, Eritme peynirleri)	Yağ ve su bağlamak Tekstürel özelliklerini iyileştirmek Erime özelliğini arttırmak Erime anında uzayabilme niteliğini arttırmak
Dondurulmuş tatlılar (Puding)	Yağı emülsifiye etmek Havayı tutmak Köpüğü stabilize etmek
İmitasyon süt içecekleri	Emülsiyon oluşturmak Yapıyı stabilize etmek

Çizelge 2.4. Kazein ve türevlerinin gıdalarda kullanımı (Southward 1989)

Ürün	Kazein Türü	Üründeki Yüzdesi	Amaç/Etki
Makarnalar:			
Zenginleştirilmiş buğday makarnası	Ca- CN	4-8	Beslenme
Zenginleştirilmiş makarna	Na- CN	4-21	Tekstür
Protein içeriği yüksek makarna	Ca- CN	2,5	Kıvam
Süt esası olmayan içecekler:			
Limonata	Kazein	1	Stabilizasyon
Meyve suyu	Kazein hidrolizatı	5	Köpük oluşturma
Kremalı alkollü içecek	Na- CN	3-4	Emülsifikasyon
Şekerlemeler:			
Dışı kaplı şekerlemeler	Hidrolize Na- CN	25-35	Beslenme
Proteince zengin draje çikolata	Na- CN	15,7	Beslenme
Et ürünleri:			
Sosis	Na- CN	1-3,5	Yağ emülsifikasyonu
Taze ve pişirilmiş kahvaltılık sosisler	Na- CN	0,5-1,0	Su ve yağ bağlama
Fırınlanan ürünler:			
Fırınlanmış halde dondurulan kek	Na- CN	0,5-5	Tekstür
Bisküviler	Ca- CN	20	Emülsifiyer
Takviyeli ekmek	Ko-presipitat	3-10	Beslenme
Diğer ürünler:			
Sentetik havyar	Kazein	15-20	Tekstür
Kuruyemiş benzeri ürün	Kazeinat	11	İnce katman oluşturma
Yumurta sarısı ikame ürünü	Na- CN	15-18,5	Tekstür

Çizelge 2.5. Peynir altı suyu bileşenlerinin fonksiyonları ve gıdalarda kullanımı (Barth ve Behnke 1997, Demirci ve ark. 2000)

Peynir Altı Suyu Bileşenlerinin Fonksiyonel Etkileri	Kullanıldıkları Gıdalar
Proteince zenginleştirme	<ul style="list-style-type: none">● Diyet gıdalar● Sürülebilir gıdalar● Fırın ürünleri● Gazlı içecekler● Sporcu gıdaları● Süt ürünleri
Amino asit içeriğini arttırma	<ul style="list-style-type: none">● Bebek mamalarının hazırlanması● Bitkisel kaynaklı gıdaların zenginleştirilmesi
Çözünürlüğü artırma	<ul style="list-style-type: none">● Gazlı içecekler
Su absorpsiyonu sağlama	<ul style="list-style-type: none">● Sosis ve salam● Ekmek ve kek üretimi
Viskoziteyi geliştirme	<ul style="list-style-type: none">● Hazır çorbalar● Salça
Elastikiyet sağlama	<ul style="list-style-type: none">● Et ürünleri● Fırın ürünleri● Dondurma● Hazır çorba
Emülsifiye etme	<ul style="list-style-type: none">● Salça● Et ürünleri● Mayonez üretimi
Şekil oluşturma ve geliştirme	<ul style="list-style-type: none">● Fırın ürünleri● Tatlılar● Fırın ürünleri
Jel oluşturma	<ul style="list-style-type: none">● Tatlılar● Et ürünleri● Quark, Cheddar ve Ricotta peynirleri
Stabilizasyonu sağlama	<ul style="list-style-type: none">● Hazır çorba● Süt ürünleri● Mayonez benzeri ürünler

Çizelge 2.6. WPC'lerin gıdalarda kullanımı (De Wit 1989, Özcan ve Delikanlı 2011)

Gıda Sistemleri	Fonksiyonel Özellik	WPC
Süt ürünleri: <ul style="list-style-type: none">●Cheddar peyniri●Cottage peyniri●Krem peyniri●Yoğurt	<ul style="list-style-type: none">●Randıman artışı●Randıman ve besin değerinde artış●Yağ ve su bağlama●Viskozite ve su bağlama özelliklerinde artış	%35'lik protein içeren WPC
İçecekler: <ul style="list-style-type: none">●Süt- benzeri●Alkolsüz (≈ pH)●Gazlı, alkolsüz	<ul style="list-style-type: none">●Kolloidal stabilite sağlama●Çözünebilme yeteneğini geliştirme●Viskoziteyi artırma●Tat geliştirme	Yağı ayrılmış ya da demineralize edilmiş WPC
Şekerlemeler: <ul style="list-style-type: none">●Karamel●Frappe●Toffee	<ul style="list-style-type: none">●Yüksek dövünebilme gücü●Yüksek sıcaklıkta köpüğün stabilizasyonu	Yağı ayrılmış ve ultrafiltre edilmiş ya da demineralize edilmiş WPC
Tatlılar/ Mayonezler: <ul style="list-style-type: none">●Krem şanti●Dondurma●Jele, Puding	<ul style="list-style-type: none">●Yağ ile çırpılabilme niteliği●pH 4' te emülsifikasyon sağlama	%35'lik protein içeren WPC
Et ürünleri: <ul style="list-style-type: none">●Frankfurter sosis●Jambon	<ul style="list-style-type: none">●Yağ ve su bağlama, ağ yapısı oluşturma●Düşük viskozite değerlerinde yüksek oranda çözünme	%85'lik protein içeren WPC
Unlu gıdalar: <ul style="list-style-type: none">●Ekmek●Kek	<ul style="list-style-type: none">●Besin değerinde artış●Yağ ve su bağlama●Isıyla jelleşme	%65'lik protein içeren WPC

2.4. Süt Protein Katkılarının Yoğurdun Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine göre yoğurt; fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2009). Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 Yoğurt Standardında ise yoğurt; inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süt tozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan

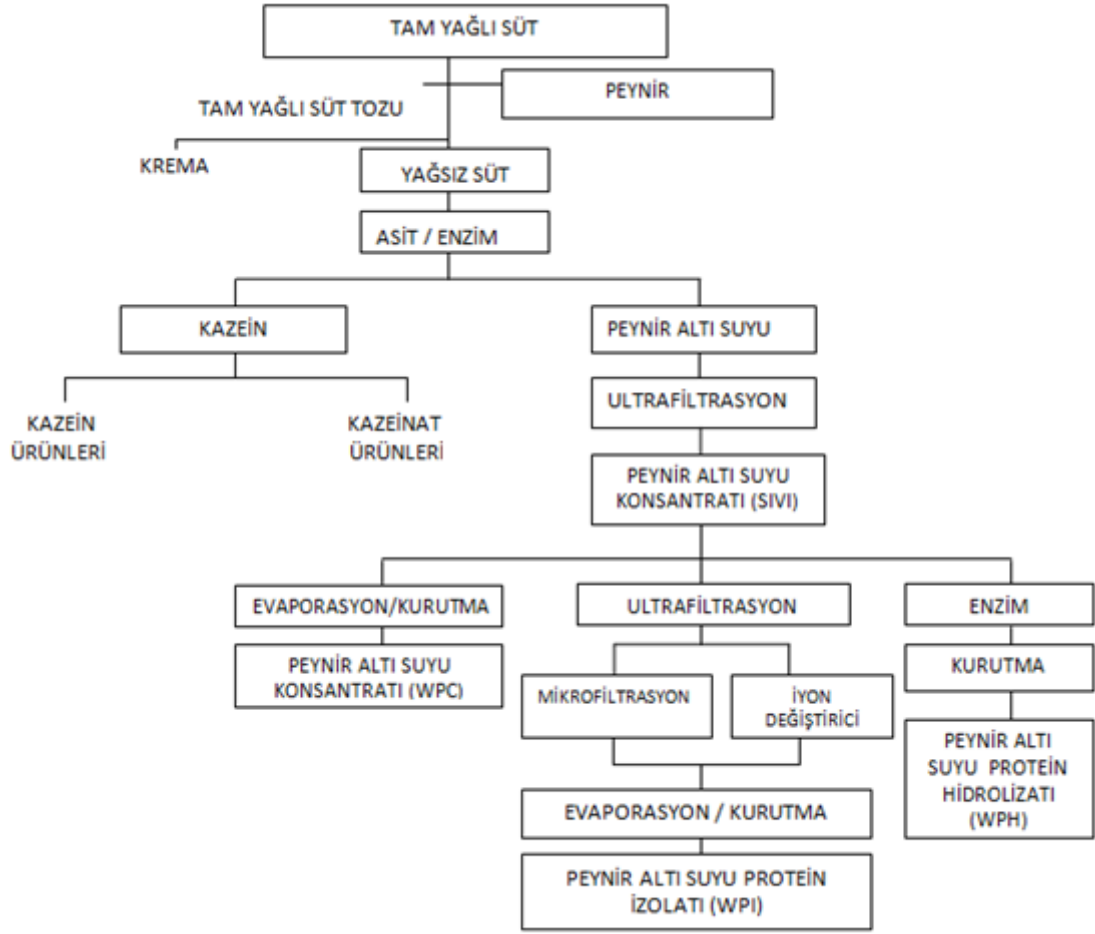
yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standardına uygun işlemlerden sonra elde edilen fermente bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirtilen kriterlere göre yoğurdun taşınması gereken bazı değerler Çizelge 2.7’de verilmiştir (Anonim 2009).

Çizelge 2.7. Türk Gıda Kodeksine göre yoğurdun taşınması gereken bazı değerler

PARAMETRELER	YOĞURT
Süt Proteini (ağırlıkça %)	En Az 3,0
Süt Yağı (ağırlıkça %)	En Fazla 15,0
Titrasyon Asitliği (Laktik Asit olarak ağırlıkça %)	En Az 0,6 En Fazla 1,5

Yoğurdun kalite kriterlerini oluşturan parametreler başta serum ayrılması ve viskozitesi olmak üzere; yoğurdun tekstürel yapısıdır. Son yıllarda gelişen teknolojik gelişmeler doğrultusunda gıdalarda kalitenin artırılması ve fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla zenginleştirme yoluna gidildiği görülmektedir. Bu kapsamda, süt protein katkıları kıvam artırma, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, su tutma ve serum ayrılmasını engelleme gibi üstün fonksiyonel özellikleri nedeniyle yoğurt üretiminde en çok tercih edilen katkı maddeleri arasında yer almaktadır (Clemente 2000).

Sütten; asit/enzim ve ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, ters osmoz, iyon değişimi gibi gelişen teknolojiler sayesinde (Na- CN, Ca- CN, MPC, PAS, WPC, WPI vb.) çeşitli süt protein katkıları elde edilmektedir (Şekil 2.2) (Davis ve Foegeding 2007).



Şekil 2.2. Süt protein katkılarının üretim aşamaları (Delikanlı 2011)

2.4.1. Kazein ve kazeinatlar

Türk Gıda Kodeksi Yenilebilir Kazein ve Kazeinat Tebliği'ne göre; kazein, yağsız sütün ana proteininin çökeltilmesi, yıkanması, kurutulması ve öğütülmesi ile elde edilen suda çözünmeyen süt proteini olarak ifade edilirken; kazeinat ise, kazeinlerin işlem yardımcısı maddeler ile nötralize edilerek kurutulması ile elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2001).

Kazeinin (asit kazein) inorganik asit ve alkalilerle tepkimeye girmesiyle elde edilen Na-CN ve Ca-CN gibi ürünlerin süt teknolojisinde önemli yeri bulunmaktadır (Metin 1998). Kazeinatlar taze asit kazein veya kurutulmuş asit kazeinin, alkalide (NaOH, KOH, NH₄OH veya Ca(OH)₂) çözüldürülmesi ve daha sonra püskürtülerek kurutulması

ile elde edilmektedir. Bunlar içerisinde Na- CN en çok üretilen kazeinat çeşitidir (Metin 1998, Özcan ve Kurdal 1998, Akın 2004).

Kazein ve kazeinatlar, yoğurdu beslenme açısından daha fonksiyonel hale getirme özelliklerinin yanı sıra; sahip oldukları emülsifiye etme, jelleşme, köpürme, su bağlama ve hacim artışı sağlama özellikleriyle de pek çok gıdanın üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Fox 2001). Ayrıca yoğurdun tekstürel ve duyuşal özelliklerini iyileştirmek üzere Ca- CN, Na- CN ve K- CN (Potasyum kazeinat) gibi kazeinat çeşitleri yoğurda katılmaktadır (Demiralay ve Güven 2002).

İşleten ve Karagül-Yüceer (2006) Na- CN ve süt protein kaynaklı toz bir ürün olan yoğurt yapı geliştirici (TITM) katkılı yoğurtların kontrol ve WPI katkılı yoğurtlara kıyasla daha iyi fiziksel ve duyuşal özellik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Farklı oranlarda Na- CN ile zenginleştirilerek üretilen yoğurtlar üzerinde yapılan bir çalışmada kazeinat miktarı ile birlikte viskozitenin arttığı, yoğurtlarda su salma miktarının azaldığı ve pıhtı sıklığının ise depolama boyunca yükseldiği saptanmıştır (Demiralay ve Güven 2002).

Guzmán-González ve ark. (2000) kazeinat çeşitleri ile zenginleştirilen yoğurtların kontrol yoğurduna göre daha yüksek viskoziteye ve su tutma kapasitesine sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Gönç ve Uysal (1991) yoğurt üretiminde farklı oranlarda peynir altı suyu tozu (PAS) ve Ca- CN ilavesinin kalite üzerine etkilerini araştırmışlar ve duyuşal açıdan en beğenilen yoğurdun %1 PAS ve %1 Ca- CN ilavesi ile yapılanın olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, asitlik gelişiminin sınırlaması ile depolama süresinin uzadığı, kıvamın arttığı ve protein miktarında da artış sağlandığı tespit edilmiştir.

Keogh ve O'kennedy (1998) süt yağı, Na- CN, jelatin (4 bloom kuvvetli), nişasta ve 50/50 xanthan/locustbean sakızı katılmış stirred yoğurtların reolojik kalitesini inceledikleri çalışmada, konsistens artışında en olumlu etkinin Na- CN ilavesi ile

sağlandığını ve bunu süt yağının ilavesinin takip ettiğini belirtmişlerdir. Süt yağının aynı zamanda serum ayrılmasını azalttığı, buna karşın, nişasta ve xanthan/locustbean sakızı karışımının bu konuda etkisiz olduğu saptanmıştır.

Metin ve Tavlaş (1986) yoğurt üretiminde Na- CN kullanımının yoğurdun duyuşal özellikleri üzerine etkilerini süt tozu kullanımı karşılaştırarak incelemiş ve duyuşal açıdan en iyi özelliklerin %0,5 Na- CN kullanımı ile sağlandığı ve ürün kalitesi bakımından %0,5 Na- CN kullanımının %3 süttözu kullanımını ikame edecek nitelikte olduğu ortaya koymuşlardır.

Farklı oranlarda Na- CN içeren yoğurtların duyuşal özelliklerinin 14 gün boyunca izlendiğı bir çalışmada, Na- CN miktarının artması ile yoğurtların renk ve görünüş, yapı ve kıvam, tat ve koku özelliklerinin kötüleştiğı saptanmıştır. %1,5, %2, %2,5 ve %3 oranlarında Na- CN içeren yoğurtların toplam duyuşal puanlarının kontrol yoğurduna göre önemli düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında tüm yoğurtların depolama süresince duyuşal puanlarının azaldığı ve en düşük puanların depolamanın 14. günde elde edildiğı belirlenmiştir (Demiralay ve Güven 2002).

2.4.2. Süt protein konsantratları (MPC)

Son yıllarda MPC'ler sahip oldukları fonksiyonel özellikleri nedeniyle, süt formülasyonlarında gıda bileşeni olarak en çok kullanılan süt proteinleri arasında yer almaktadır. MPC'ler, ultrafiltrasyon, diafiltrasyon ve evaporasyon yöntemleri ile üretilmektedir (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 içermektedir (Pederson ve Ottosen 1992). MPC kullanıldığında işleme ve depolama sırasında β - laktoglobülin ve kazein kompleksleri arasında disülfid bağı oluşumu nedeniyle, süt protein konsantrat dispersiyonları, 20°C'de karıştırma ile tam olarak çözünmemektedir (Castro-Morel ve Harper 2002, 2003, Anema ve ark. 2006, Havea 2006).

MPC'ler, yoğurt ve peynir üretimi gibi birçok gıda uygulamalarında gıda bileşeni olarak tercih edilmektedir (Havea 2006). Örneğin; Camembert, Feta, Ricotta vb. peynirlerinin üretiminde peynir kalitesini geliştirmek ve verimi arttırmak amacıyla; yoğurt üretiminde ise yoğurdun tekstürel özelliğinin geliştirilmesi için kullanılmaktadırlar (Pederson ve Ottosen 1992, Baldwin ve Pearce 2005).

Soukoulis ve ark. (2007) %2-4 oranında 3 farklı süt protein katkısı (yağsız süt tozu, PAS, MPC) ve %0,01 oranında hidrokolloid ilave ettikleri yağlı ve yağsız yoğurt üretiminde sütü 80°C'de 30 dakika ve 95°C'de 10 dakika ısıtılmasına tabi tutmuşlardır. Farklı ısı uygulaması, inkübasyon zamanı ve asiditeyi etkilemeden, viskozite ve asetaldehit gelişiminde değişimlere neden olmuştur. PAS ilavesi ile inkübasyon süresi azalmış; fakat yoğurdun viskozite ve sıklığında olumsuz değişimler meydana gelmiştir. Yağsız süt tozu ilavesi ise tekstürel özellikleri iyileştirmiş ve sinerjisi (su salma) azaltmıştır. Ayrıca yağsız süt tozu ilavesinin viskoziteyi arttırdığı, inkübasyon süresini de uzattığı belirtilmiştir.

2.4.3. Peynir altı suyu protein konsantratları (WPC)

Protein içerikleri %35-80 değerleri arasında değişmekte olan WPC'lerin gıda sistemlerindeki davranışları ve kompozisyonlarındaki önemli farklılıkları, çok geniş bir ürün çeşitliliği sağlamaktadır. WPC'ler; peynir altı 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).

Kazeinlerle karşılaştırıldığında WPC'ler daha az emülgatör özelliğine sahip bulunmaktadır. Ancak emülsiyon özelliğini geliştirmek amacıyla farklı kombinasyonlarda işlemler uygulanabilmektedir.

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 sinerisis de azalmaktadır (Guzmán-González ve ark. 1999, Gonzalez-Martinez ve ark. 2002, Resch ve Daubert 2002).

Ayrıca; WPC ilavesinin yoğurdun pıhtı sıklığını, su tutma kapasitesini, viskozitesini, duyu özelliklerini olumlu yönde etki ettiği ve yüksek elastikiyet sağladığı pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (Puvanenthiran ve ark. 2002, González-Martínez ve ark. 2002, Martin-Diana ve ark. 2003, 2004, Herrero ve Requena 2005, Sodini ve ark. 2006, Mortenson ve ark. 2008).

Onwulata ve ark. (2004) %80 protein içeren (WPC 80) 6 farklı ticari peynir altı suyu protein konsantrantını inceledikleri bir çalışmada; WPC'lerin farklılıklarını fiziksel özelliği, partikül büyüklüğü, yoğunluk, çözünürlük, jelleşme ve köpük oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri bakımından araştırmışlardır. Bütün ürünler arasında her bir özellik için karşılaştırılma yapıldığında önemli farklılığın partikül büyüklüğü olduğunu sonucuna varmışlardır. Büyük partiküllü WPC 80'nin diğerlerine göre daha yüksek yağ içeriğine; ancak daha zayıf köpük stabilitesi ile beraber düşük çözünürlüğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bhuller ve ark. (2002) yoğurt sütüne %2 oranında yağsız süt tozu, PAS ve 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 yoğurttan olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada ise WPC ilavesinin keçi sütünden yapılan katı kıvamlı set tipi yoğurdun sertlik ve yapışkanlık değerlerini arttırdığı da saptanmıştır (Herrero ve Requena 2005).

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.

2.4.4. Peynir altı suyu protein izolatları (WPI)

Protein içeriği minimum %90 olan WPI iyon değiştirici kromatografisi ya da mikrofiltrasyon yöntemleri ile üretilmektedir (Foegeding ve ark. 2003). İyon değiştirici yöntemi, büyük moleküllü peynir altı suyu proteinlerinin iyon değiştiricide tutulması ve değişen pH'da elüsyon uygulanması esasına dayanmaktadır. Mikrofiltrasyon yönteminde ise, peynir altı suyu uygun membran (gözenek çapı <1µm) kullanılarak yağ, protein ve mikrobiyel kalıntılardan uzaklaştırılmaktadır. Mikrofiltrasyon süzüntüsüne sırasıyla ultrafiltre, evapore etme ve sprey kurutma uygulanmaktadır. İyon değiştirici kullanılarak üretilen WPI'lar, mikrofiltrasyon yöntemiyle üretilen WPI'lara göre daha düşük oranda kazein ve glikomakropeptid içermektedir (El-Salam ve ark. 2009).

WPI'lar; laktoz ve az oranda yağ içermektedir ya da yağ hiç bulunmamaktadır ve ayrıca WPI'lar biyolojik olarak değerlendirilebilen mükemmel bir kalsiyum ve mineral kaynağı olma özelliği ile de yoğurt üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan önemli bir peynir altı suyu proteini ürünüdür (Ha ve Zemel 2003, Özcan ve Delikanlı 2011).

İşleten ve Karagül-Yüceer (2006) WPI ilaveli yoğurtlarda daha yüksek viskoz yapı ve daha düşük sinerisis oluştuğunu, böylece WPI ilavesinin yoğurdun fiziksel özelliklerini geliştirirken, duyuşal özelliklerinde istenmeyen bir değişim göstermediklerini belirtmişlerdir.

Guggisberg ve ark. (2007) PAS katkılı set tipi yoğurtların reolojik özellikleri hakkındaki çalışmada, WPI ilavesinin set tipi yoğurt konsistens ve mikro yapısı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. WPI, fermentasyon öncesinde yoğurt sütüne %3-12 oranında ilave edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda WPI ilavesinin, yoğurdun tekstürel yapısında zayıflama ve daha az oranda yapışkan mikro yapı oluşturduğu saptanmıştır.

Patocka ve ark. (2004) WPI'nin stirred yoğurdun viskozite ve su tutma özelliklerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada farklı oranlarda WPI ilave edilen yoğurtların viskozite değerlerinin ilave edilen ingrediye oranına bağlı olarak azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca ilave edilen WPI miktarı arttıkça stirred yoğurtların su tutma miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Stirred yoğurt üretiminde WPI kullanımının yoğurttaki viskoziteyi düşürdüğü aynı araştırmacıların diğer bir çalışmasında da ortaya konmuştur (Patocka ve ark. 2006, Guggisberg ve ark. 2007).

2.4.5. Peynir altı suyu protein hidrolizatları (WPH)

Peynir altı suyu protein hidrolizatı üretiminde çeşitli proteolitik enzimler ile gerçekleştirilen enzimatik hidrolizden yararlanılmakta ve kullanım amacına bağlı olarak farklı hidroliz düzeyinde üretim yapılmaktadır (El-Salam ve ark. 2009). Diğer peynir altı suyu proteinleriyle karşılaştırıldığında WPH'lerin, çözünürlük, viskozite, köpürme, jelleşme ve emülsiyon özelliklerinde farklı düzeyde değişimlere neden olabileceği belirtilmektedir (Euston ve ark. 2001, Van der Ven ve ark. 2001, 2002). Peynir altı suyu proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen bu değişimlerin, enzimatik hidroliz sonucu oluşan peptidlere bağlı olduğu belirtilmektedir (Panyam ve Kilara 1996).

WPH'lerin yoğurtlarda kullanımı, yoğurttaki pıhtılı, kumlu yapıyı ve ayrıca fermentasyon süresini azaltırken; yoğurdun viskozitesini arttırdığını belirtilmektedir (Sodini ve ark. 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yağsız süt tozu

Yoğurt üretiminde rekonstitue sütün elde edilmesi amacıyla kullanılan yağsız süttozu Sütaş A.Ş. (Bursa)'den temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan yağsız süt tozunun bileşimi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yağsız süt tozunun bileşimi

Nem (%)	5,00 (max)
Yağ (%)	1,50 (max)
Protein (%)	32,3
Asitlik (%)	0,17 (max)
pH	6,60
Yoğunluk (g/cm³)	0,60

3.1.2. Bakteri kültürü

Çalışmada, yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren YC- 350 (DVS) Thermophilic Yoghurt Culture-Yo-Flex®, kullanılmış ve kültür Chr Hansen (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

3.1.3. Süt protein katkıları

Çalışmada Kale Kimya (İstanbul) firmasından temin edilen Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI ve WPH kullanılmıştır. Bu süt protein katkılarının içerdiği protein ve nem miktarları Çizelge 3.2.'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Süt protein katkılarının protein ve nem içeriği

Süt Protein Katkıları	Protein Oranı (%)	Nem Miktarı (%)
Na- CN	88	6,0
Ca- CN	88	6,0
MPC	82	6,0
WPC	80	6,0
WPI	93	4,5
WPH	78	3,5

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Çalışmada Tesadüf Parselleri deneme deseni kullanılarak kontrol yoğurdu da dahil olmak üzere 7 farklı tip yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolama süresinin 1., 7. ve 14. günlerinde fiziko-kimyasal, tekstürel, duyuusal ve istatistiksel analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Yoğurt örneklerine ait deneme deseni

Yoğurt Çeşidi	Uygulama	Depolama Süresi (gün)		
		1	7	14
K	Kontrol			
Na- CN	%1 Na- CN			
Ca- CN	%1 Ca- CN			
MPC	%1 MPC			
WPC	%1 WPC			
WPI	%1 WPI			
WPH	%1 WPH			

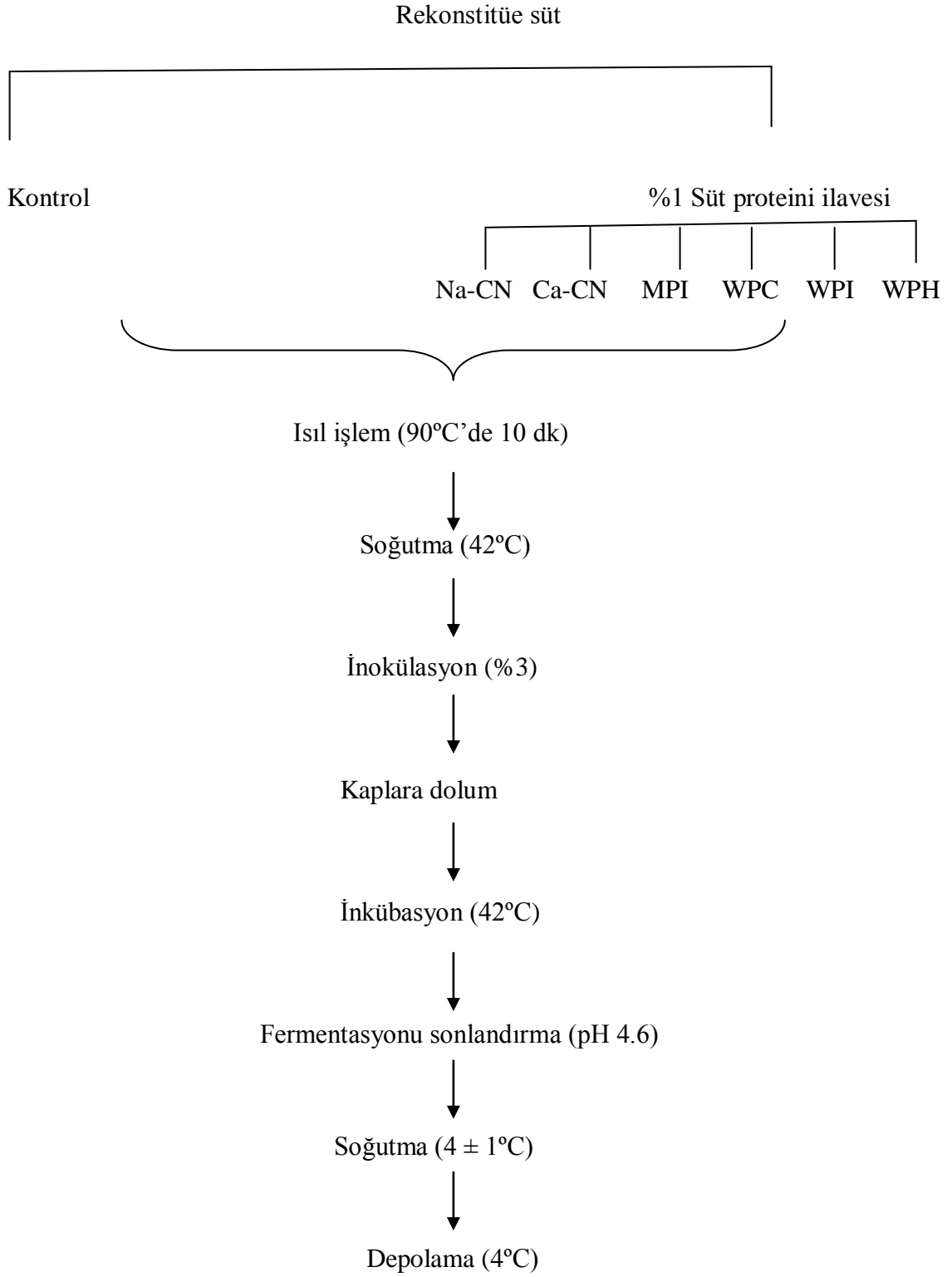
3.2.2. Yoğurt kültürünün aktive edilmesi

Yoğurt kültürü Ozcan ve ark. (2008)'nin belirttiği yöntemle hazırlanmıştır. Yağsız süttozu 120 g/L oranında saf su ile hazırlanarak iyice çözünmesi için 2 saat oda sıcaklığında karıştırılmıştır. Elde edilen rekonstitue süt (%11,79 ± 0,03) özel kapaklı şişelere aktarılmış ve otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Daha sonra 42°C'ye soğutulan sütün içerisine aseptik koşullarda DVS yoğurt kültürü (*Streptococcus thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) aşılanmış ve pH 4.8'e gelene kadar inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.3. Yoğurt gruplarının üretimi

Kontrol grubu yoğurtların üretimi: Rekonstitue süt ($11,79 \pm 0,03$) KM içeriğine sahip olacak şekilde hazırlandıktan sonra 90°C 'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmış ve 42°C 'ye soğutulmuştur. Uygun aseptik koşullar sağlandıktan sonra *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren yoğurt kültürününün %3 oranında inokülasyonu gerçekleştirilmiş ve 42°C 'de pH 4,6'ya ulaşana kadar (~3 saat) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda yoğurtlar oda sıcaklığında (20°C) 30 dk süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda polistiren ambalajlardaki yoğurtların kapakları kapatılmış ve depolama süreleri boyunca 4°C 'de muhafaza edilmişlerdir.

Süt protein katkıları (Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI ve WPH) ile zenginleştirilen yoğurtların üretimi: Rekonstitue süt, ($11,79 \pm 0,03$) KM içeriğine sahip olacak şekilde hazırlandıktan sonra, 6 farklı grupta olmak üzere ayrı ayrı %1 oranında süt protein katkısı (Na- CN, Ca- CN, MPC, WPC, WPI ve WPH) ilave edilerek iyice karışması sağlanmıştır. Daha sonra sütlere, 90°C 'de 10 dk süre ile ısıtma işlemi uygulanmış ve 42°C 'ye soğutulmuştur. Uygun aseptik koşullar sağlandıktan sonra, tüm gruplara *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içeren yoğurt kültürününün %3 oranında inokülasyonu gerçekleştirilmiş ve 42°C 'de pH 4,6'ya ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda yoğurtlar oda sıcaklığında (20°C) 30 dk süre ile bekletilmiş ve bu sürenin sonunda polistiren ambalajlardaki yoğurtların kapakları kapatılmış ve depolama süreleri boyunca 4°C 'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Yoğurt örneklerinin üretim akış şeması

3.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analizler

Kontrol ve farklı süt protein katkıları ile zenginleştirilerek üretilen yoğurtların depolama süresi 1., 7. ve 14. günlerinde fiziko-kimyasal analizler ile pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, protein, renk; tekstür profil analizi ile (sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet) tekstürel karakteristikleri ve eğitimli panelist grubu ile de duyuşsal özellikleri belirlenmiştir.

3.3.1. Fiziko-kimyasal analizler

3.3.1.1. pH

Kontrol ve süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurtların pH değerleri, pH 315i/SET (WTW, Germany) marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür. Cihazın kalibrasyonu, standart tampon çözeltiler kullanılarak 20°C’de pH 4 ve 7 olarak yapıldıktan sonra, cihazın elektrodu örnek içerisine daldırılarak pH değerleri kaydedilmiştir (Anonim 2006).

3.3.1.2. Titrasyon asitliği

10 g örnek alınarak üzerine 10 mL saf su ilave edilmiş, %1-2’lik fenolftalein indikatöründen 2-3 damla damlatılıp 0,1 N NaOH ile kalıcı açık pembe renk alıncaya dek titre edilmiş ve asitlik (%) miktarı laktik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Oysun 1996).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%LA)} = \frac{S \times 0,009}{\ddot{O}} \times 100$$

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

Ö = Titrasyonda kullanılan yoğurt miktarı

3.3.1.3. Serum ayrılması

Tartılan 25 g yoğurt örneğinin +4°C’de 2 saat’lik süre sonunda, filtre kağıdından süzülerek ayrılan serumunun mL cinsinden miktarı belirlenmiş ve sonuç mL/25 g olarak verilmiştir (Sezgin ve ark. 1994).

3.3.1.4. Su tutma kapasitesi

Kontrol grubu ve süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri Guzman-Gonzalez ve ark. (1999) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. 10 g yoğurt örneği santrifüj tüpüne konulduktan sonra 2500 devir/dk’da 4 °C’de 15 dk santrifüj edilmiştir. Supernatant uzaklaştırıldıktan sonra pellet ağırlığı belirlenmiş ve su tutma kapasitesi (WHC) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ WHC} = \frac{\text{NY} - \text{WE}}{\text{NY}} \times 100$$

NY = Örnek

WE = Supernatant

3.3.1.5. Protein tayini

Kontrol ve süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurtların protein değerleri, Kjeltex 2200 Azot/Protein tayin cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Toplam protein tayini Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Bunun için iyice karıştırılmış yoğurt örneğinden protein tüpüne 0,5-1 g tartılıp üzerine 1,84 özgül ağırlıklı %93-98’lik H₂SO₄’den 10 mL ilave edilmiş ve 2,2 g (2 g K₂SO₄ + 0,2 g Cu₂SO₄) karışık katalizör eklenerek yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Aynı kimyasallar, içinde yoğurt örneği olmayan bir başka Kjeldahl tüpüne şahit örnek olması amacıyla ilave edilmiştir. Örnekler 100°C’lik her sıcaklık artışında 30 dakika tutulmak koşuluyla kademeli bir sıcaklık artışı uygulanarak 400°C’ye dek yakılmıştır. Bu sıcaklıkta da yeşil renk elde edilene kadar beklenildikten

sonra 30 dakika daha yakmaya devam edilmiştir. Tüp içeriği süre sonunda yakma düzeneğinden çıkarılarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve ardından destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilat toplama bölümüne yerleştirilen %40'lik NaOH; %4'lük H₃BO₃ ile 1-2 damla 1:1 oranında hazırlanmış metilen mavisi-metil kırmızısı karışık indikatörü karışımı bulunan erlene destilat toplanmıştır. Yaklaşık 4 dakika süren işlem sonunda destilatlar 0,1 N HCl ile destilat renk değiştirene kadar titre edilerek harcanan miktar aşağıdaki formüle yerleştirilmiş ve % protein miktarı AOAC (1996)'ya göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam Protein} = \frac{(V_S - V_B) \times 0,0014 \times F}{\ddot{O}} \times 100$$

V_S = Örnek için harcanan 0,1 N HCl miktarı (mL)

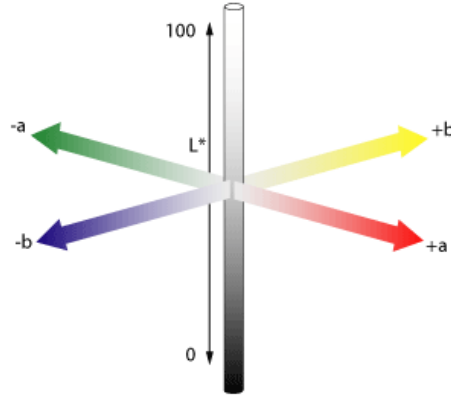
V_B = Tanık için harcanan 0,1 N HCl miktarı (mL)

Ö = Örnek ağırlığı (g)

F = Süt ürünlerinde protein tayini için kullanılan sabit (6,38)

3.3.1.6. Renk tayini

Yoğurt örneklerinin renk tayininde MSEZ-4500L HunterLab (Virginia, USA) cihazı kullanılmış, beyaz ve siyah tablalar kullanılarak cihazın renk değerleri standartlaştırılmıştır. Yoğurtların L (parlaklık), a (+ kırmızı, - yeşil) ve b (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir (Cueva ve Aryana 2008). Şekil 3.2.'de Hunter sistemindeki renk parametrelerinin (L, a ve b) skalası görülmektedir.



Şekil 3.2. Hunter sistemindeki L, a ve b parametrelerinin renk skalası

3.3.2. Tekstürel analizler

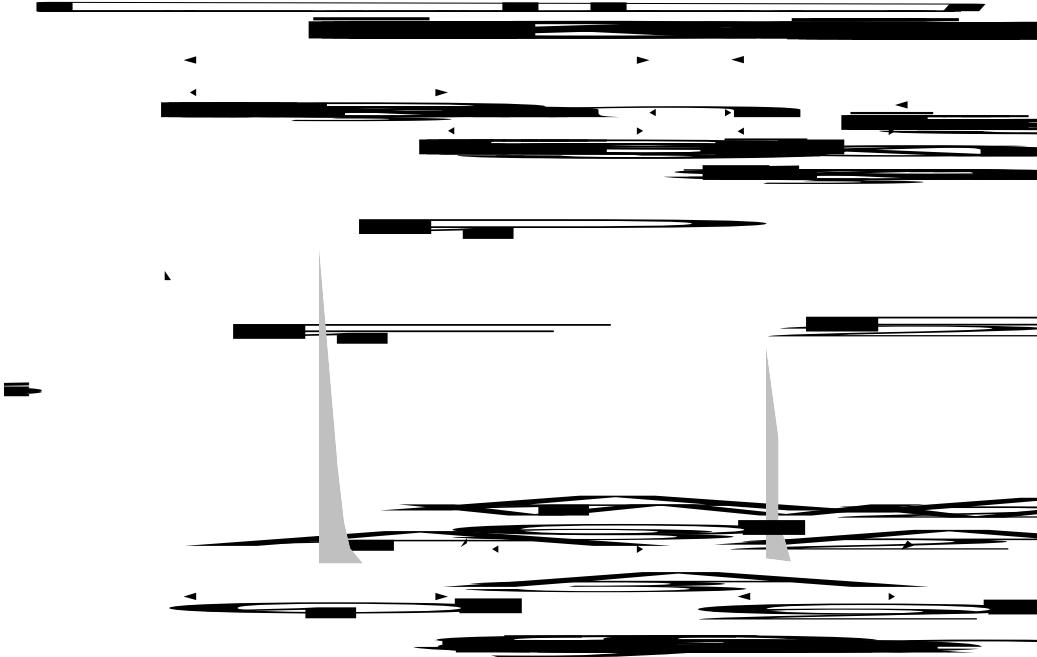
Gıdaların fiziksel özelliklerini tanımlamada genel olarak tekstür kelimesi kullanılmaktadır (Kök-Taş ve Güzel Seydim 2011). Yoğurтта tekstürel ölçümler, üretim parametrelerinin standardizasyonu, yoğurt kalitesinin belirlenmesi ve mikro yapının daha iyi anlaşılabilmesi bakımından son derece önemli bir yere sahiptir (Mortazavian ve ark. 2009).

Yoğurdun tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde konvansiyonel test tekniklerinin objektif sonuçlar vermemesi nedeniyle, günümüzde geliştirilen cihazlar sayesinde yoğurdun doğal yapısı zedelenmeden gerekli ölçümler yapılabilmektedir. Bu ölçüm tekniğinin prensibi, yoğurt üzerinde yaratılan sinüzoidal dalgaların açığa çıkardığı enerjinin yoğurt jeli tarafından absorbe edilme veya itilme derecesinin ölçümü esasına dayanmaktadır (Özer 2006).

Kontrol ve süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstürel özellikleri Bonczar ve ark. (2002) ve Sandoval-Castilla ve ark. (2004) yöntemleri modifiye edilerek Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan, Texture Analyser TA-Plus (Lloyd Instruments) cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Örnek derinliği 5 cm olan 200 g'lık plastik kaplardaki yoğurt örnekleri ısı yalıtımlı soğuk tutucu ile laboratuara götürülmüş ve analiz yoğurt örnekleri +4°C'de iken gerçekleştirilmiştir.

İki baskılama uygulanan analizde baskılama işlemi 2 mm.s^{-1} crosshead hızında 1,2 cm çapındaki silindir probe'un yoğurda daldırılıp 2,5 cm derinliğe ulaşması ile sağlanmıştır. Tekstür profil analiz tekniğine göre elde edilen kuvvet-zaman grafiklerinden yoğurt örneklerinin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelerin hesaplanması Texture Analyser TA Plus'ın yazılımı doğrultusunda yapılmıştır. Değerlendirmeye alınan parametreler sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve elastikiyet'tir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Tektür profil analizi ile ölçülen parametreler (Bourne 1988, Ak ve Lokumcu-Altay 2011)

$$\text{Sertlik} = P_1 \quad \text{İç yapışkanlık} = A_2/A_1 \quad \text{Dış Yapışkanlık} = A_3 \quad \text{Elastikiyet} = d_1/d_2$$

3.3.2.1. Sertlik (Hardness)

Sertlik tekstürel açıdan yoğurt örneğine birinci sıkıştırımda uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanırken; duyuşal açıdan ise bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırarak belirli bir deformasyon veya pentrasyon sağlamak için

gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir ve birimi kg, g ve N'dur (Bourne 1982, Altuğ ve Elmacı 2005).

3.3.2.2. Dış yapışkanlık (Adhesiveness)

Birinci sıkıştırma sonrasındaki negatif kuvvet alanı olan dış yapışkanlık, gıda ile gıdanın temasta bulunduğu materyal yüzeyi arasındaki çekim kuvvetini kaldırmak için gerekli olan iş olarak tanımlanmaktadır ve birimi kgs, gs ve N'dur. Duyusal açıdan ise; dış yapışkanlık, damağa yapışmış olan gıda maddesinin dil ile ayrılabilmesi için gerekli olan kuvvet olarak ifade edilmektedir (Bourne 1982, Tunick 2000).

3.3.2.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness)

İç yapışkanlık, gıda örneğinin ağızda kırılmadan önceki deforme edilme derecesi ya da gıdanın iç bağlarının mukavemeti olarak tanımlanmaktadır. Tekstür analizinde uygulanan ikinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alana oranıdır ve birimi bulunmamaktadır (Friedman 1963, Bourne 1982).

3.3.2.4. Elastikiyet- sürülebilirlik (Springiness)

Elastikiyet, bir madde üzerine uygulanan deformasyon kuvvetinin kaldırılmasının ardından yapının orijinal durumuna geri dönebilme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanıma göre ise; gıdanın birinci baskı ile ikinci baskı arasında geçen zaman içinde gıdanın yüksekliğindeki geri dönüşümdür (Bourne 1982, Gunasekaran ve Ak 2003).

3.3.3. Duyusal analizler

Kontrol grubu ve süt protein katkılarıyla zenginleştirilerek üretilen yoğurt örneklerinin tüketim kalitesini test edebilmek amacıyla duyu analizi yapılmış ve duyu değerlendirme skalası (Çizelge 3.3.) modifiye edilerek, U.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli

öğretim elemanları ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 9 kişilik eğitilmiş bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizin yapılması için +4°C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri bu sıcaklıktan alınarak 12-15°C’de panelistlere sunulmuştur. Yoğurt örnekleri panelist grubu tarafından “Görünüş”, “Yapı ve Tekstür”, “Koku”, “Renk”, “Aroma Yoğunluğu”, “Tat” ve “Genel Kabul Edilebilirlik” özellikleri açısından incelenmiş ve her bir özellik için ondalıklı değerlerde dahil olmak üzere 1-5 puan sistemi kullanılmıştır. Duyusal analiz sırasında panelistlere su ve kraker ikram edilerek aroma farklılıklarını daha rahat algılayabilmeleri sağlanmıştır.

Çizelge 3.4. Kontrol grubu ve süt protein katkılarıyla zenginleştirilerek üretilen yoğurt örneklerine ait duyusal değerlendirme skalası

ÖRNEK	GÖRÜNÜŞ (1-5)	YAPI ve TEKSTÜR (1-5)	KOKU (1-5)	RENK (1-5)	AROMA YOĞUNLUĞU (1-5)	TAT (1-5)	GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK (1-5)
K							
Na- CN							
Ca- CN							
MPC							
WPC							
WPI							
WPH							

1: Kabul edilen en düşük değer
5: Kabul edilen en yüksek değer

3.3.4. İstatistiksel analizler

Denemelerde kontrol grubu da dahil olmak üzere 7 farklı ürün 2 tekerrür halinde üretilmiş ve tüm analizler her tekerrür için 3 paralelli olarak çalışılmıştır. Çalışmada, tesadüf parselleri deneme deseni uygulanarak yoğurt örneklerindeki ürün çeşitleri ve depolama süresi boyunca fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal 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. Fiziko-kimyasal Özellikler

4.1.1. pH

Ortamdaki serbest hidrojen iyonlarının eksi logaritma (-log) değeri olarak ifade edilen pH, ürünün asitliği hakkında bilgi vermekte ve kalitenin belirlenmesinde önemli bir parametre olarak yoğurdun depolanması sırasında değişim göstermektedir (Metin 1999). Yoğurt üretiminde kullanılmakta olan starter kültür bakterileri, fermentasyon boyunca ortamda bulunan laktozu hidrolize ederek laktik asit meydana getirmekte ve bunun sonucunda sürekli azalmakta olan pH değeri, belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra kazeini pıhtılaştırarak yoğurttaki jel yapısını oluşturmaktadır (Mulvihill ve Grufferty 1995, Donkor ve ark. 2006).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama pH değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde pH değerleri 3,73 ile 4,12 arasında değişmiştir. Ortalama pH değerleri incelendiğinde en düşük değer 3,82 ile depolama süresinin 14. gününde, en yüksek değer ise 4,03 ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,12	3,85	3,84
Na- CN	3,97	3,76	3,73
Ca- CN	4,06	3,94	3,88
MPC	3,97	3,95	3,88
WPC	4,11	3,99	3,87
WPI	3,98	3,95	3,76
WPH	4,01	3,86	3,78
Minimum	3,97	3,76	3,73
Maksimum	4,12	3,99	3,88
Ortalama	4,03	3,90	3,82

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkileşimini açısından istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,027461	95,58**
Süre	2	0,236957	824,77**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,007633	26,57**
Hata	42	0,000287	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek pH değeri 3,99 ile WPC örneğinde; en düşük değer ise 3,88 ile Na- CN örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.3.). pH değeri kazein partikülleri ve peynir altı suyu proteinlerinin molekül içi ve moleküller arası elektrostatik etkileşiminden etkilenmektedir. Ayrıca peynir altı suyu proteinlerinin tampolanma kapasiteleri ve protein oranındaki artışa bağlı olarak pH değerinde artış görülmektedir (Guggisberg ve ark. 2007). Amatayakul ve ark. (2006) yoğurtlarda WPC katkısının kullanılmasının pH değerinde değişikliğe neden olabildiğini saptarken; bunun sebebinin peynir altı suyu proteinlerinin içerdiği peptid ve amino asitlerin yoğurt bakterilerinin gelişiminde kullanılmasından kaynaklandığını belirtmektedir. WPC katkılı yoğurtların pH değerinin yüksek olmasının yoğurt mikslere katılan peynir altı suyu proteinlerinin tampolama kapasitelerinin diğer süt protein katkılarına göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.3. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	pH
K	9	3,94 ^b
Na- CN	9	3,82 ^d
Ca- CN	9	3,96 ^b
MPC	9	3,94 ^b
WPC	9	3,99 ^a
WPI	9	3,90 ^c
WPH	9	3,88 ^c

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek pH değeri 4,03 ile 1. günde, en düşük pH değeri ise 3,88 ile 14. günde saptanmıştır (Çizelge 4.4.).

Yoğurdun oluşumu sırasında yoğurt bakterileri çok yüksek metabolik aktiviteye sahip olmakla birlikte, soğutma ile bu aktivite azalmakta; ancak enzimatik faaliyet devam etmektedir. Bu nedenle inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama boyunca yoğurtta laktik asit miktarında artma yani pH değerlerinde azalma görülmektedir (Yaygın 1999). Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerleri incelendiğinde depolama süresi boyunca laktik asit üretiminin devam etmesine bağlı olarak yoğurt pH değerlerinde beklenen azalma gözlenmiştir. İnkübasyon ve yoğurdun muhafazası sırasında pH değerinin azaldığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Atamer ve Sezgin 1987, Barrantes ve ark. 1994b, Akalın ve ark. 1998, Tarakçı ve Küçüköner 2003, Hassan ve Amjad 2010).

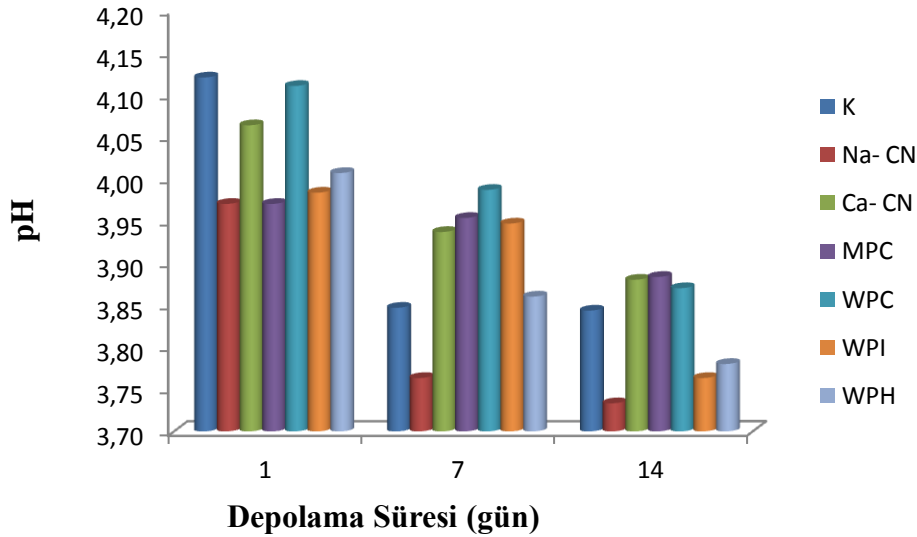
Çizelge 4.4. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	pH
1	21	4,03 ^a
7	21	3,90 ^b
14	21	3,88 ^c

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

Yoğurda işlenecek süte farklı oranlarda süttozu ve Na- CN ilave edilen bir çalışmada tüm yoğurtlarda pH değerlerinin 14 günlük depolama süresince azalma gösterdiği ve ayrıca depolamanın 14. gününde aynı oranda süttozu ve Na- CN içeren yoğurtlar karşılaştırıldığında süttozu ilaveli yoğurdun pH değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Demiralay ve Güven 2002).

Şekil 4.1’de depolama süreci boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.1. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin pH değeri değişimi

4.1.2. Titrasyon asitliği

Laktozun fermentasyon derecesi, protein, fosfat, sitrat ve laktat gibi maddeler fermente süt ürünlerinin titrasyon asitliği üzerinde etkisi olan parametrelerden bazılarını oluşturmaktadır (Tamime ve Deeth 1980).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama titrasyon asitliği değerleri izelge 4.5'te verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde yoğurtlarda asitliğin titrasyon asitliğinin % laktik asit olarak %0,6-1,5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2009). Yoğurt örneklerine ait ortalama titrasyon asitliğine bakıldığında tüm değerlerin tebliğe uygun olduğu görülmektedir. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri %1,11 ile %1,46 arasında değişmiştir. Ortalama titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde en düşük değer %1,26 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer %1,37 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (izelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim

Yoğurt eşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	1,13	1,28	1,29
Na- CN	1,21	1,36	1,39
Ca- CN	1,32	1,32	1,39
MPC	1,33	1,32	1,37
WPC	1,22	1,11	1,29
WPI	1,25	1,21	1,36
WPH	1,37	1,43	1,46
Minimum	1,13	1,11	1,29
Maksimum	1,37	1,43	1,46
Ortalama	1,26	1,29	1,37

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.6'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi olarak istatistiksel bakımdan p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,048474	238,58 **
Süre	2	0,061306	301,74 **
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,008180	40,26 **
Hata	42	0,000203	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek titrasyon asitliği değeri %1,42 ile WPH örneğinde; en düşük değer ise %1,21 ile WPC örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.3.). Marafon ve ark. (2011) kuru madde içeriği süt protein katkılarıyla güçlendirilmiş yoğurtların titre edilebilir asitlik derecelerinin kullanılan süt protein katkılarının türüne ve bileşimine göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle örnekler arasındaki değişkenliğin protein bileşimlerine bağlı olarak tamponlama kapasitelerindeki farklılıktan ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Titrasyon Asitliği (%)
K	9	1,23 ^e
Na- CN	9	1,32 ^c
Ca- CN	9	1,34 ^b
MPC	9	1,34 ^b
WPC	9	1,21 ^f
WPI	9	1,27 ^d
WPH	9	1,42 ^a

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek titrasyon asitliği değeri %1,36 ile 14. günde, en düşük titrasyon asitliği değeri ise %1,26 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge

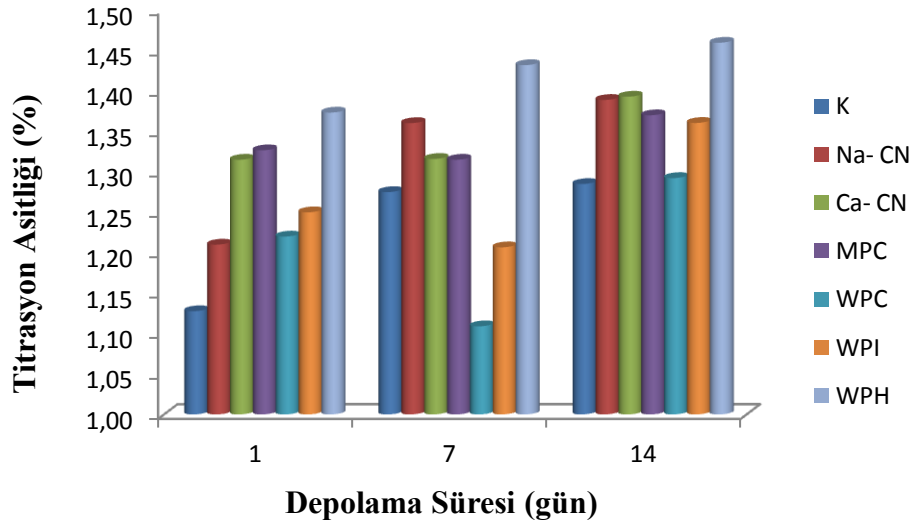
4.8.). Depolama süresi boyunca yoğurtlarda bakteri faaliyetinin belli ölçüde devam etmesi sonucu pH değerlerindeki azalışa paralel olarak yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde beklenen artış gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca starter kültürlerin ve bu kültürlerin ürettikleri enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak titrasyon asitliğinin yükseldiği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Atamer ve Sezgin 1986, Barrantes ve ark. 1994b).

Çizelge 4.8. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Titrasyon Asitliği (%)
1	21	1,26 ^c
7	21	1,29 ^b
14	21	1,36 ^a

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

Şekil 4.2’de depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.2. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değeri değişimi

4.2.3. Serum ayrılması

Süt ürünlerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan serum ayrılması, yoğurttaki pıhtı stabilitesinin özelliğini belirlemektedir. Serum ayrılması set tipi yoğurtların dıştan gelen herhangi bir etki olmaksızın jel yüzeyinde belirlenen su ya da serum olarak tanımlanmaktadır (Lucey 2002).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama serum ayrılması değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Örneklerde serum ayrılması değerleri 0,12 ile 0,35 (mL/25g) arasında değişmiştir. Ortalama serum ayrılması değerleri incelendiğinde en düşük değer 0,22 (mL/25g) ile depolama süresinin 7. ve 14. günlerinde, en yüksek değer ise 0,25 (mL/25g) ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	0,35	0,29	0,24
Na- CN	0,22	0,22	0,20
Ca- CN	0,21	0,19	0,18
MPC	0,20	0,13	0,23
WPC	0,12	0,18	0,16
WPI	0,35	0,32	0,30
WPH	0,28	0,23	0,22
Minimum	0,12	0,13	0,16
Maksimum	0,35	0,32	0,30
Ortalama	0,25	0,22	0,22

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine, depolama süresine, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonuna bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10.). Süt protein katkılarının yağsız yoğurdun serum ayrılması üzerinde önemli etkisi olup serum ayrılmasını azalttığı saptanmıştır.

Çizelge 4.10. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,033805	327,65 **
Süre	2	0,005276	51,14 **
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,003569	34,59 **
Hata	42	0,000103	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek serum ayrılması değeri 0,32 (mL/25g) ile WPI örneğinde; en düşük değer ise 0,15 (mL/25g) ile WPC örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.11.). Sütün protein içeriği başta olmak üzere, kuru madde içeriği, homojenizasyon işlemi, ısıl işlem uygulaması, serum proteinlerinin denaturasyonu, sütün mineral madde içeriği, yoğurdun asitliği ve soğutma sıcaklığının serum ayrılması üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Koçak ve Aydemir 1994). Yoğurtlarda yüksek asitlik, serum ayrılmasını arttıran önemli bir etmendir. Bu nedenle, depolama süresi boyunca düşük asitlik değerlerine sahip olan WPC grubu örneklerindeki serum ayrılması, diğer yoğurt gruplarından daha düşük saptanmıştır. Benzer şekilde Kailasapathy ve Supriadi (1998) ve Remeuf ve ark. (2003) da yoğurt üretiminde WPC kullanımının genellikle su tutma kapasitesini arttırdığını ve aynı zamanda serum ayrılmasını azalttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.11. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Serum Ayrılması (mL/25g)
K	9	0,29 ^b
Na- CN	9	0,21 ^d
Ca- CN	9	0,19 ^e
MPC	9	0,18 ^e
WPC	9	0,15 ^f
WPI	9	0,32 ^a
WPH	9	0,24 ^c

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

Yapılan çalışmalarda kazein bazlı katkılarla (Na- CN, Ca- CN) zenginleştirilen yoğurtların daha yüksek viskoziteye sahip olduğu belirtilirken; serum ayrılmasının ise katkısız yoğurtlara kıyasla daha az olduğu saptanmıştır (Guzma'n-Gonza'lez ve ark. 2000, Remuef ve ark. 2003).

Baig ve Prasad (1996) ve Bhullar ve ark. (2002) ise yaptıkları çalışmada %2 WPC ilave edilen yoğurdun aynı oranda yağsız süttozu ilave edilen yoğurda göre daha az su saldıgını saptamış ve WPC'nin bu özelliğinin yağsız süttozuna kıyasla daha fazla miktarda denature olmuş peynir altı suyu protein içermesine ve böylece daha fazla miktarda suyu bağlamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek serum ayrılması değeri 0,25 (mL/25g) ile 1. günde, en düşük değer ise 0,21 (mL/25g) ile 14. günde saptanmıştır. Süt protein katkılarının serum ayrılmasını azalttığı istatistiksel olarak da saptanmıştır (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması (mL/25g) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Serum Ayrılması (mL/25g)
1	21	0,25 ^a
7	21	0,22 ^b
14	21	0,21 ^c

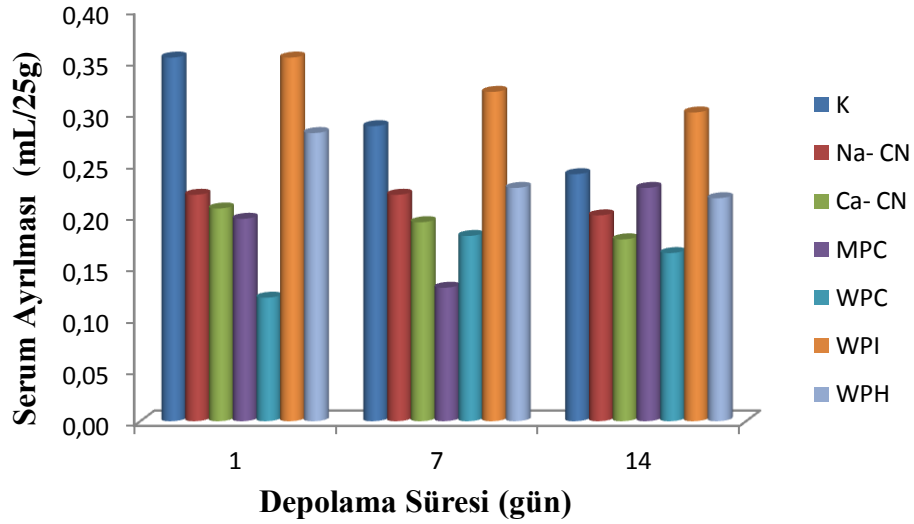
* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,01).

Yapılan çalışmalarda proteinlerin su bağlama kapasitelerine bağlı olarak WPC ilavesinin depolama boyunca su salma değerlerini azalttığı tespit edilmiştir (Augustin ve ark. 2003, Akalın ve ark. 2008). Yoğurdun yapısındaki kazein moleküllerine, uzun zincirli polisakkaritlerin bağlanması ile misel yapısı oluşmakta ve yoğurttaki pıhtının su tutma kapasitesi artmaktadır. Depolama boyunca ise pıhtının zayıflaması, bir süre sonra yapının su salmasına neden olmakta ve serum ayrılması gerçekleşmektedir (Vasiljevic ve ark. 2007).

Farklı oranlarda Na- CN ilave edilen yoğurtlar üzerinde yapılan bir çalışmada ilave edilen kazeinat oranına bağlı olarak yoğurtlarda su salma miktarının önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. Bu durum kazeinatın sütte oranla daha iyi su bağlayıcı özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada ayrıca yoğurtların su salma miktarları depolama süresince azalmıştır (Demiralay ve Güven 2002).

Everett ve McLeod (2005) ve Saint-Eve ve ark. (2006) ilave edilen süt protein katkılarının mikrojel yapısı içindeki protein matriksinin yoğunluğunu artırdığı ve yoğurtlarda serum ayrılmasının azaldığını belirtmişlerdir.

Şekil 4.3'de depolama süreci boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.3. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin serum ayrılması (mL/25g) değeri değişimi

4.1.4. Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi, yoğurt jelinin geçirgenliğinin saptanması (permeability) ve serum ayrılmasının santrifüj ya da basınç uygulanmadan süzme yöntemiyle dinamik (hareketli) ve statik (sabit) olarak belirlenmesi ile ortaya çıkan ve yoğurdun reolojik özelliklerini

kısmi olarak yansıtan bir parametredir (Harwalkar ve ark. 1986, Skriver ve ark. 1993, Sodini ve ark. 2010).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Örneklerde su tutma kapasiteleri değerleri %60,08 ile %86,50 arasında değişmiştir. Ortalama su tutma kapasiteleri değerleri incelendiğinde en düşük değer %69,19 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer ise %72,46 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	60,08	65,11	65,12
Na- CN	64,81	76,00	69,04
Ca- CN	69,70	75,47	76,30
MPC	72,65	74,58	72,03
WPC	86,50	77,55	85,93
WPI	60,50	60,94	66,66
WPH	70,12	70,77	72,17
Minimum	60,08	60,94	65,12
Maksimum	86,50	76,00	85,93
Ortalama	69,19	71,49	72,46

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	437,26	611,15**
Süre	2	59,15	82,67**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	36,67	51,26**
Hata	42	0,72	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek su tutma kapasitesi değeri %83,33 ile WPC örneğinde; en düşük değer ise %62,70 ile WPI örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.15.). Benzer şekilde Sodini ve ark. (2005) çalışmalarında WPC ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin en yüksek su tutma kapasitesinin olduğunu belirtmiştir. Bu durumu peynir altı suyu ve kazein arasındaki artan interaksiyonun yoğurt jelindeki ağısı yapının su tutma kapasitesini arttırmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Süt protein katkıları ile zenginleştirilerek üretilen yoğurtlar üzerindeki bu araştırmada, serum ayrılması ve su tutma kapasitesi arasındaki ters orantıyı yüksek serum ayrılmasına sahip olan WPI örneğinin su tutma kapasitesinin diğer örneklere göre daha düşük olmasını doğrulamaktadır (Çizelge 4.11, Çizelge 4.15).

Yüksek kuru madde oranı kazein partiküllerinin konsantrasyonunu arttırmakta ve partiküller arasındaki intreaksiyonu geliştirmektedir. Ayrıca kazein zincirleri kısalmakta, gözenek boyutları küçülmekte ve matriks yoğunluğu artmaktadır. Laktoz konsantrasyonunun artması küçük kazein partikülleri arasındaki hidratasyonu azalmasına neden olabilmektedir. Jel yüzeyinde meydana gelen bu iki zıt mekanizmadaki azalma su tutma kapasitesinin artmasına neden olmaktadır (Sodini ve ark. 2010) .

Harwalkar ve Kalab (1986) rekonstitue sütlerden elde edilen yoğurtların su tutma kapasitesinin toplam kuru madde içeriği ile orantılı olduğunu ve toplam kuru madde oranı %20 olduğunda serum ayrılmasına yatkınlığının azaldığını, su tutma kapasitesinin ise arttığını saptamışlardır. Sodini ve ark. (2010) ve Guzman-Gonzalez ve ark. (1999,2000) süt protein katkılarındaki peynir altı suyu proteini/kazein oranındaki artışın

yoğurt pıhtısının su tutma kapasitesini artırdığını belirtmişlerdir. Saint-Eve ve ark. (2006) Na- CN, yağsız süt tozu ve WPC içeren süt proteinlerinin farklı jel ağı oluştururken, Na- CN'nin büyük gözenekli heterojon jel yapısı meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca peynir altı suyu proteinleri ile zenginleştirilen yoğurtların Na- CN ilaveli yoğurtlara kıyasla daha küçük gözenekli jel yapısı ve homojen protein ağı oluşturduğunu saptamışlardır. Remeuf ve ark. (2003) da WPC katkılı yoğurtlarda küçük gözenekli iyi bir ağ yapının oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.15. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Su Tutma Kapasitesi (%)
K	9	63,43 ^e
Na- CN	9	69,95 ^d
Ca- CN	9	73,82 ^b
MPC	9	73,09 ^b
WPC	9	83,33 ^a
WPI	9	62,70 ^e
WPH	9	71,02 ^c

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

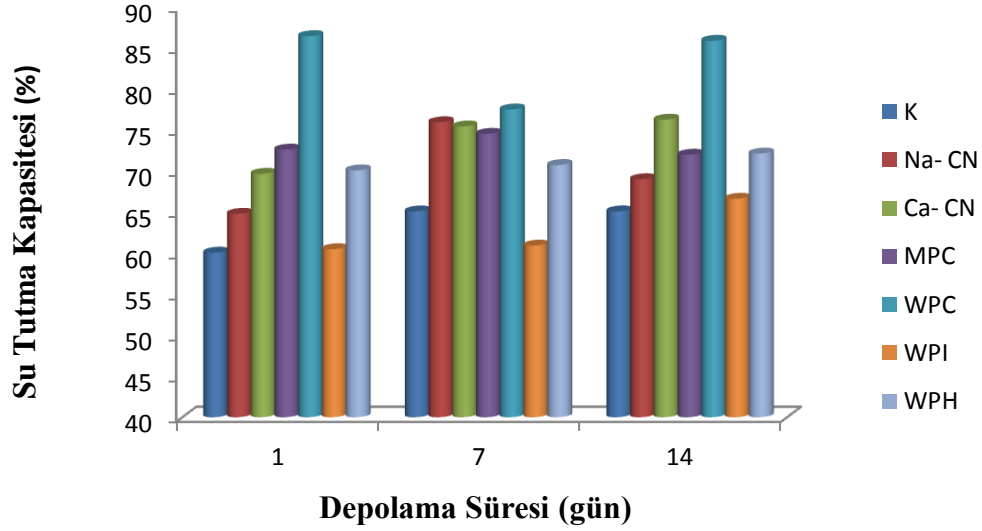
Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca en yüksek su tutma kapasitesi değeri %72,46 ile 14. günde, en düşük su tutma kapasitesi ise %69,19 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi (%) değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Su Tutma Kapasitesi (%)
1	21	69,19 ^c
7	21	71,49 ^b
14	21	72,46 ^a

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

Şekil 4.4’de 14 günlük depolama sürecinde süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.4. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi (%) değeri değişimi

4.1.5. Toplam protein

Süt proteini içeren katkı maddeleri, düşük yağlı yoğurtlarda yoğurt kuru maddesini oluşturan bileşenler içerisinde önemli yeri olan proteinin toplam kuru maddedeki miktarını artırmak ve yoğurt tekstürünü iyileştirmek için kullanılmaktadır (Tamime ve Robinson 1999). Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonucunda elde edilen ortalama toplam protein değerleri Çizelge 4.17.’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi-Fermente Sütler Tebliği’nde (Anonim 2009) yoğurtta süt proteini miktarının en az %3 olması gerektiği bildirilmiştir. Ortalama toplam protein değerlerine bakıldığında tüm değerlerin tebliğe uygun olduğu görülmektedir. Yoğurt örneklerinde toplam protein değerleri %4,07 ile %5,78 arasında değişmiştir. Ortalama toplam protein değerleri incelendiğinde en düşük değer %4,78 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer ise %5,22 ile depolama süresinin 7. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,07	5,78	4,29
Na- CN	4,53	4,67	4,67
Ca- CN	4,83	4,98	5,12
MPC	4,68	5,31	5,03
WPC	4,95	5,34	5,66
WPI	5,60	5,60	4,89
WPH	4,79	4,88	4,98
Minimum	4,07	4,67	4,29
Maksimum	5,60	5,78	5,12
Ortalama	4,78	5,22	4,95

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin toplam protein değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,69906	5242,93**
Süre	2	1,05363	7902,25**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,47313	3548,46**
Hata	42	0,00013	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam protein değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek toplam protein değeri %5,36 ile WPI örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.19.). Peynir altı suyu protein izolatlarının diğer süt protein katkılarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek oranda protein içerdiği araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Morr ve Foegeding 1990, Davis and Foegeding 2007).

Sandoval-Castilla ve ark. (2004) WPC ve MWP (mikropartiküllü peynir altı suyu proteini) içeren yağı azaltılmış yoğurtları protein içeriklerine göre incelendiklerinde WPC ve MWP protein katkılı yoğurtların diğer yoğurtlara göre daha yüksek oranda protein içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.19. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	% Toplam Protein
K	9	4,71 ^f
Na- CN	9	4,63 ^g
Ca- CN	9	4,97 ^d
MPC	9	5,00 ^c
WPC	9	5,32 ^b
WPI	9	5,36 ^a
WPH	9	4,88 ^e

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

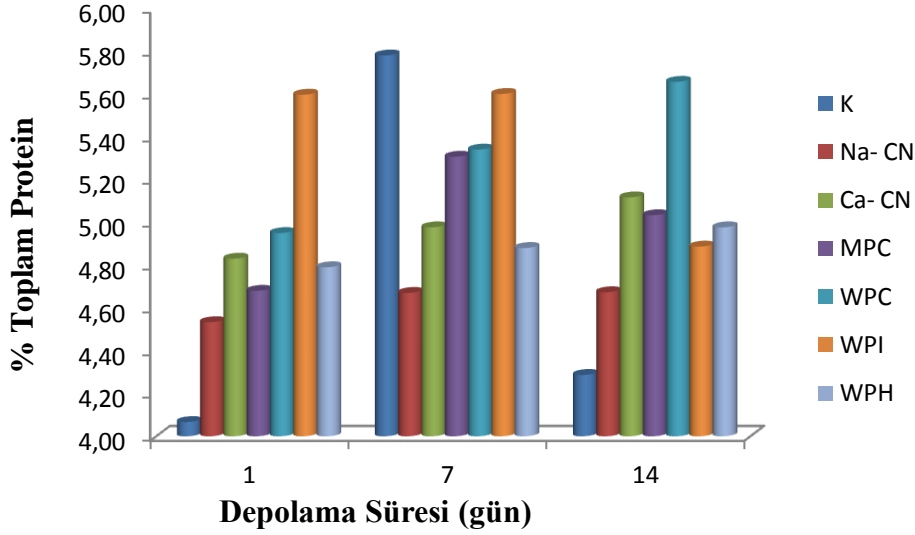
Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein oranlarının depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca toplam protein değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel bakımdan p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20.). Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca en yüksek toplam protein değeri %5,22 ile 7. günde, en düşük toplam protein ise %4,77 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.15.). Fermentasyon boyunca proteinlerin farklı hidrolizasyon derecesinin bu değişkenliğin nedeni olabileceği düşünülebilir.

Çizelge 4.20. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca % toplam protein değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	% Toplam Protein
1	21	4,77 ^c
7	21	5,22 ^a
14	21	4,94 ^b

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

Şekil 4.5.'de 14 günlük depolama sürecinde süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.5. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin % toplam protein değerleri değişimi

4.1.6. Renk

Renk analizinde yoğurt örneklerinin, beyazlık veya siyahlık (L), kırmızılık veya yeşillik (a) ve sarılık veya mavilik (b) değerleri belirlenmiştir (Seo ve ark. 2009). Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama L değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde L değerleri 86,72 ile 95,94 arasında değişmiştir. Ortalama L değerleri incelendiğinde en düşük değer 91,21 ile depolama süresinin 7. gününde, en yüksek değer ise 91,84 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.21.).

Çizelge 4.21. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	93,16	90,67	90,62
Na- CN	86,72	88,53	89,68
Ca- CN	88,00	89,05	94,79
MPC	91,81	91,76	91,51
WPC	91,69	92,36	94,23
WPI	95,16	95,94	94,23
WPH	92,67	90,17	87,85
Minimum	86,72	88,53	87,85
Maksimum	95,16	95,94	94,79
Ortalama	91,32	91,21	91,84

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama a değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde a değerleri -1,62 ile -0,25 arasında değişmiştir. Ortalama a değerleri incelendiğinde en düşük değer -0,97 ile depolama süresinin 14. gününde, en yüksek değer ise -0,87 ile depolama süresinin 1. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.22.).

Çizelge 4.22. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	-1,54	-1,34	-1,34
Na- CN	-0,52	-0,66	-0,67
Ca- CN	-0,82	-0,82	-1,06
MPC	-0,90	-1,12	-1,15
WPC	-0,63	-0,42	-0,25
WPI	-0,95	-1,15	-1,62
WPH	-0,74	-0,66	-0,67
Minimum	-1,54	-1,34	-1,62
Maksimum	-0,52	-0,42	-0,25
Ortalama	-0,87	-0,88	-0,97

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde renk analizleri sonucunda elde edilen ortalama b değerleri Çizelge 4.23’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde b değerleri 11,14 ile 15,11 arasında değişmiştir. Ortalama b değerleri incelendiğinde en düşük değer 12,13 ile depolama süresinin 7. gününde, en yüksek değer ise 13,60 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.23.).

Çizelge 4.23. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	12,36	12,25	12,34
Na- CN	12,34	11,14	12,38
Ca- CN	12,10	11,40	13,83
MPC	13,51	12,48	14,02
WPC	13,62	12,66	13,12
WPI	12,20	12,34	15,11
WPH	14,27	12,66	14,43
Minimum	12,10	11,14	12,34
Maksimum	14,27	12,66	15,11
Ortalama	12,91	12,13	13,60

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk L, a, b değerlerine ait varyans analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.24., Çizelge 4.25. ve Çizelge 4.26'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin L, a ve b değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24., Çizelge 4.25., Çizelge 4.26.).

Çizelge 4.24. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	40,807	103,63**
Süre	2	2,424	6,16**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	12,588	31,97**
Hata	42	0,394	-

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

Çizelge 4.25. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	1,10762	1123,67**
Süre	2	0,05693	57,75**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,09896	100,40**
Hata	42	0,00099	-

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

Çizelge 4.26. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	3,8612	241,02**
Süre	2	11,3967	711,38**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	1,3886	86,68**
Hata	42	0,0160	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L, a ve b değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.27.'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek L değeri 95,11 ile WPI örneğinde, en yüksek a değeri -0,43 ile WPC örneğinde, en yüksek b değeri ise 13,79 ile WPH örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.27.). Parlaklık indikatörü olan L değeri, 100 ise beyaz rengi, 0 ise siyah rengi göstermektedir (Seo ve ark. 2009). WPI örneğinde L değerinin yüksek olması beyazlık ve parlaklığının, diğer örneklerle göre daha fazla olduğunu göstermektedir. En yüksek b değerinin WPH örneğinde saptanması nedeniyle yoğurtlara peynir altı suyu protein hidrolizatı ilavesinin sarılık değerinde artışa neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

Gonzalez- Martinez ve ark. (2003) peynir altı suyu protein ilaveli yoğurtlar da protein oranına bağlı olarak sarı renk yoğunluğunun gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.27. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	L	a	b
K	9	91,48 ^c	-1,40 ^g	12,32 ^d
Na- CN	9	88,31 ^e	-0,62 ^b	11,95 ^e
Ca- CN	9	90,61 ^d	-0,90 ^d	12,45 ^d
MPC	9	91,69 ^c	-1,05 ^e	13,34 ^b
WPC	9	92,76 ^b	-0,43 ^a	13,13 ^c
WPI	9	95,11 ^a	-1,24 ^f	13,22 ^{bc}
WPH	9	90,23 ^d	-0,68 ^c	13,79 ^a

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

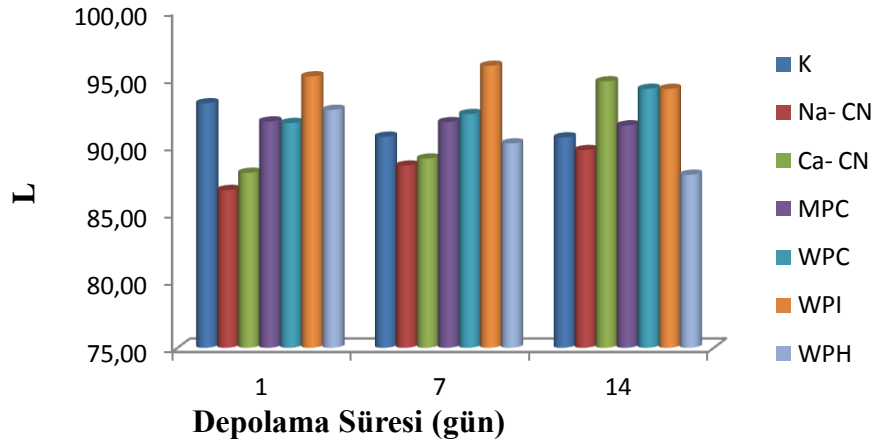
Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L, a, b değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca L, a, b değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel bakımdan p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.28.). Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca en yüksek L değeri 91,84 ile 14. günde, en düşük ise 91,21 ile 7. günde; en yüksek a değeri -0,87 ve -0,88 ile 1. ve 7. günlerde, en düşük değer ise -0,97 ile 14. günde; en yüksek b değeri 13,60 ile 14. günde, en düşük b değeri ise 12,13 ile 7. günde saptanmıştır (Çizelge 4.28.).

Çizelge 4.28. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca L, a, b değerlerine ait LSD testi sonuçları (p<0,01)*

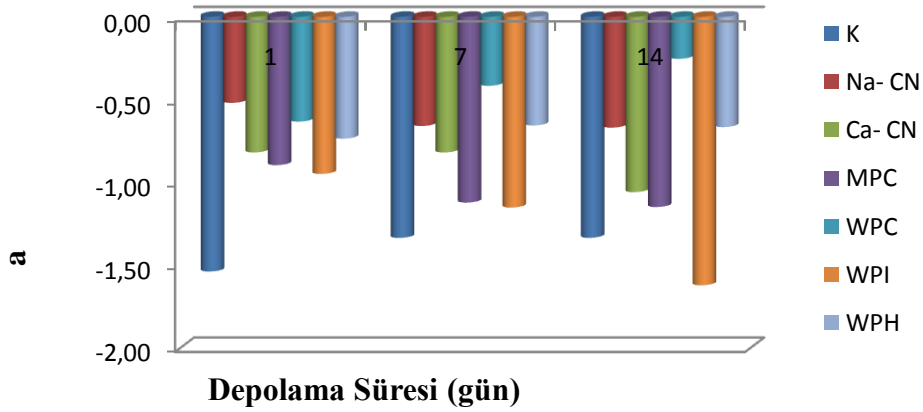
Depolama Süresi (Gün)	N	L	a	b
1	21	91,31 ^b	-0,87 ^a	12,91 ^b
7	21	91,21 ^b	-0,88 ^a	12,13 ^c
14	21	91,84 ^a	-0,97 ^b	13,60 ^a

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

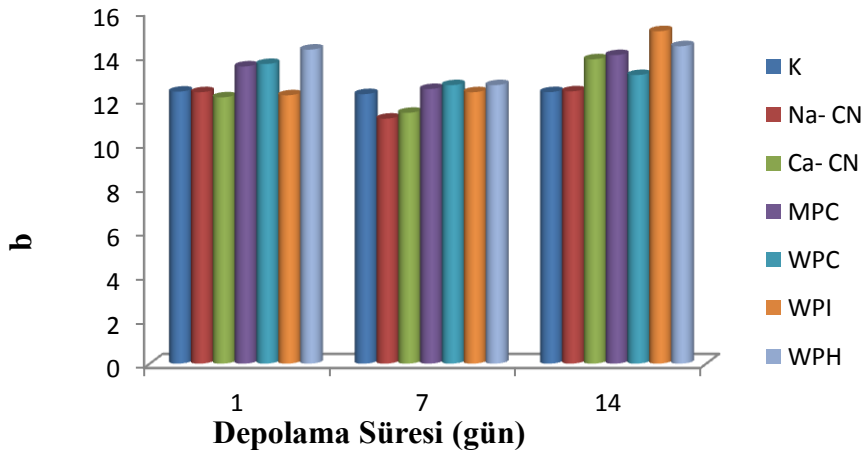
14 günlük depolama sürecinde süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk değerlerinin L, a ve b değerlerinin değişimi sırasıyla Şekil 4.6., Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.’de görülmektedir.



Şekil 4.6. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin L değeri değişimi



Şekil 4.7. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin a değeri değişimi



Şekil 4.8. Depolama süresi boyunca süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin b değeri değişimi

4.2. Tekstürel Özellikler

Tekstür yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir bileşen olarak ürünün yapısal ve duyuşal özellikleriyle yakından ilişkilidir (Borwankar 1992). Yoğurdun jel yapısı ve tekstürel özellikleri; sütün standardizasyonu ve kuru maddenin zenginleştirilmesi, homojenizasyon, ısı işleme, inkübasyon koşulları, kullanılan starter kültürler, soğutma ve depolama koşullarına göre değişkenlik göstermektedir (Sodini ve ark. 2004, 2010, Lee ve Lucey 2010).

Yoğurdun tekstürel özellikleri sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve elastikiyet parametreleri ile belirlenmektedir (Megenis ve ark. 2006).

4.2.1. Sertlik

Gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak ifade edilen sertlik, yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Konsantre fermente süt ürünlerinin sertliği; toplam kuru madde, kullanılan sütün bileşimi ve uygulanan teknolojik işlemlere göre değişiklik gösterebilmektedir (Akın 1998).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ortalama sertlik değerleri Newton (N) cinsinden belirlenmiş olup Çizelge 4.29'da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde sertlik değerleri 0,24 ile 0,51 arasında değişmiştir. Ortalama sertlik değerleri incelendiğinde en düşük değer 0,34 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer ise 0,40 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.29.).

Çizelge 4.29. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik (N) değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	0,32	0,34	0,35
Na- CN	0,40	0,43	0,46
Ca- CN	0,39	0,46	0,47
MPC	0,36	0,39	0,51
WPC	0,31	0,32	0,36
WPI	0,37	0,38	0,39
WPH	0,24	0,27	0,28
Minimum	0,24	0,27	0,28
Maksimum	0,40	0,46	0,51
Ortalama	0,34	0,37	0,40

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin sertlik değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine, depolama süresine, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksiyonuna bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30.).

Çizelge 4.30. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik (N) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,078064	205,26**
Süre	2	0,037381	98,29**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,003691	9,71**
Hata	105	0,000380	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek sertlik değeri 0,44 ile Ca-CN örneğinde; en düşük sertlik değeri ise 0,26 ile WPH örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.31.). Düşük asitlik değeri proteinlerin su tutma kapasitesinde düşmeye neden olarak sertliği olumsuz yönde etkilemektedir (Atamer 1986). Bu durum en düşük titrasyon asitliğine sahip olması nedeniyle, WPH örneğinin aynı zamanda sertlik değerinin de düşük bir değere sahip olmasını doğrulamaktadır.

Süt protein katkılarının içeriğinin yoğurt fiziksel özellikleri üzerine etkisi peynir altı suyu/kazien oranı değişiminden ve peynir altı suyu proteinlerinin ön denaturasyonundan etkilenmektedir (Sodini ve ark. 2010). Yapılan bu çalışmada üretilen yoğurtların tekstürel özellikleri ve sertlik değerlerindeki değişimlerin kazein/peynir altı suyu proteini oranından ya da peynir altı suyu proteinlerinin ön denaturasyonunda ki farklılıktan etkilendiği düşünülebilir.

Kazein miselleri ile bağlantılı denature olmuş peynir altı suyu protein köprüleri ya da çapraz bağları, protein partikülleri arasındaki bağların sayısı ve mukavemet gücünün artışı ile şekillenmektedir (Lucey ve ark. 1997). Bu durumun su tutma kapasitesi, sertlik ve viskozitesinin artışına neden olabileceği belirtilmektedir (Cho ve ark. 1991).

Modler ve ark. (1983) ve Guinee ve ark. (1995) Na- CN ile zenginleştirilen yoğurtların yağsız süt tozu ve WPC ile zenginleştirilen yoğurtlara kıyasla daha yüksek viskozite ve sertliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da kazeinat katkıları (Na-CN, Ca-CN) ile zenginleştirilen yoğurtların sertlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yoğurt üretiminde süttozu yerine kazeinat kullanımının yoğurdun sertlik değerlerini önemli düzeyde arttırabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

Tamime ve ark. (1984) Na- CN'in yoğurdun sertliği üzerine etkili olduğunu belirtmektedir. Na- CN ile proteinin artırıldığı yoğurtlarda viskozitenin de arttığı güçlü bir protein ağının oluştuğu, serum ayrılmasının azaldığı ve tekstürel özelliklerde belirgin değişimlerin ortaya çıktığı pek çok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (Guzman-Gonzalez ve ark. 2000, Remeuf ve ark. 2003, Peng ve ark. 2009).

Martín-Diana ve ark. (2003) peynir altı suyu protein konsantratu ile zenginleştirilen yoğurtlarda WPC ilavesinin ürünün sertlik değerini arttırdığını ve bu durumun kazein miselleri ile denature peynir altı suyu proteinlerinin hidrofobik interaksyonu sonucu oluşan protein kümelerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada da yağsız süttozu yerine WPC ile zenginleştirilen yoğurtlarda jel yapısının daha yoğun bağlardan oluştuğu belirlenmiştir (Sodini ve ark. 2005).

Yoğurdun mikro yapısı ve sertliği ile serum ayrılmasına olan yatkınlığı arasında bir korelasyon bulunmaktadır (Modler ve Kalab 1983). Yoğurt sütüne süt protein katkılarının ilavesi sertlik değerlerinde artış; serum ayrılması değerlerinde ise azalış meydana getirmektedir. Yoğurt mikslerindeki süt protein katkıları oranındaki artışa paralel olarak su tutma kapasitesi artmakta ve böylece daha büyük protein ağlarının ve daha yüksek jel gücünün oluştuğu belirtilmektedir (Trachoo ve Mistry 1998, Puvanenthiran ve ark. 2002).

Çizelge 4.31. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Sertlik (N)
K	18	0,33 ^d
Na- CN	18	0,43 ^b
Ca- CN	18	0,44 ^a
MPC	18	0,42 ^b
WPC	18	0,33 ^d
WPI	18	0,38 ^c
WPH	18	0,26 ^e

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek sertlik değeri 0,40 ile 14. günde, en düşük değer ise 0,34 ile 1. günde saptanmıştır (Çizelge 4.32.).

Çizelge 4.32. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca sertlik değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Sertlik (N)
1	42	0,34 ^c
7	42	0,37 ^b
14	42	0,40 ^a

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

Sodini ve ark. (2004) uzun depolama süresinin yoğurt örneklerinin bazı tekstürel özellikleri (sertlik, serum ayrılması) üzerine etkisi olduğunu belirterek; bu durumun

asitlik ve kazein hidrasyonunda meydana gelen artıştan ileri gelebileceğini bildirmişlerdir.

4.2.2. Dış yapışkanlık

Dış yapışkanlık, yoğurdun bağlanma özelliğini göstermektedir. Yüksek dış yapışkanlık değerleri prob yüzeyi ile daha fazla ilişkiyi yansıtmaktadır (Megenis ve ark. 2006).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ortalama dış yapışkanlık değerleri Newton (N) cinsinden belirlenmiş olup Çizelge 4.33'te verilmiştir. Yoğurt örneklerinde sertlik değerleri 0,06 ile 0,17 arasında değişmiştir. Ortalama dış yapışkanlık değerleri incelendiğinde en düşük değer 0,10 ile depolama süresinin 1. ve 7. günlerinde, en yüksek değer ise 0,12 ile depolama süresinin 14. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.33.).

Çizelge 4.33. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	0,10	0,10	0,10
Na- CN	0,12	0,14	0,16
Ca- CN	0,13	0,13	0,16
MPC	0,11	0,12	0,17
WPC	0,08	0,08	0,08
WPI	0,10	0,10	0,11
WPH	0,06	0,08	0,07
Minimum	0,06	0,08	0,07
Maksimum	0,13	0,14	0,17
Ortalama	0,10	0,10	0,12

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin sertlik değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine, depolama süresine, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonuna bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34.).

Çizelge 4.34. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,0141828	96,70**
Süre	2	0,0048222	32,88**
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,0008102	5,52**
Hata	105	0,0001467	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek dış yapışkanlık değeri 0,13 ile Na- CN, Ca- CN ve MPC örneklerinde; en düşük dış yapışkanlık değeri ise 0,08 ile WPC ve 0,07 ile WPH örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.35.). WPC ilavesi ile yoğurtların sertlik, elastikiyet, su tutma kapasitesi ve peynir altı suyu protein denaturasyonu değerlerini arttırdığını; fakat dış yapışkanlık değerlerini azalttığı belirtilmektedir. Bu durum jel oluşumu öncesi ve sırasında peynir altı suyu proteini ve kazein misellerinin arasındaki bağların etkisiyle açıklanmaktadır (Landge 2009). Yoğurt stabilitesi ve tekstürünün bu etkileşimin dinamiğinden etkilendiği düşünülebilir.

Çizelge 4.35. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Dış Yapışkanlık (N)
K	18	0,10 ^b
Na- CN	18	0,13 ^a
Ca- CN	18	0,13 ^a
MPC	18	0,13 ^a
WPC	18	0,08 ^c
WPI	18	0,10 ^b
WPH	18	0,07 ^c

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin dış yapışkanlık değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Yoğurt

örneklerinde depolama süresince en yüksek dış yapışkanlık değeri 0,12 ile 14. günde, en düşük değeri ise 0,10 ile 1. ve 7. günlerde saptanmıştır (Çizelge 4.36.).

Yoğurdun viskoelastik yapısı hakkında bilgi veren dış yapışkanlık, belli bir değerin üzerinde olması durumunda yoğurtta tekstürel bir hatanın olduğunu da göstermektedir. Bu durum depolamanın ilerleyen aşamalarında yoğurt pıhtı kitlesinin birbirine yapışarak ipliksi görünümüne dönüşmesine neden olabilmektedir (Altunkaya 2006).

Çizelge 4.36. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca dış yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Dış Yapışkanlık (N)
1	42	0,10 ^b
7	42	0,10 ^b
14	42	0,12 ^a

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

4.2.3. İç yapışkanlık

İç yapışkanlık güçlü bağ oluşumunun göstergesidir ve yoğurdun yapısal bir bütünlük göstermesi üzerinde etkilidir. Yüksek bir iç yapışkanlık değeri daha güçlü bir jel yapısıyla ilişkilendirilmektedir (Gastaldi ve ark. 1997).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ortalama iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.37’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde iç yapışkanlık değerleri 0,40 ile 0,48 arasında değişmiştir. Ortalama iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde en düşük değer 0,44 ile depolama süresinin 1. gününde, en yüksek değer ise 0,45 ile depolama süresinin 7. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.37.).

Çizelge 4.37. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	0,45	0,45	0,43
Na- CN	0,41	0,43	0,43
Ca- CN	0,46	0,42	0,44
MPC	0,40	0,41	0,40
WPC	0,48	0,48	0,46
WPI	0,44	0,45	0,43
WPH	0,48	0,48	0,47
Minimum	0,40	0,41	0,40
Maksimum	0,48	0,48	0,46
Ortalama	0,44	0,45	0,44

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidine, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksiyonuna bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken; depolama süresine bağlı olarak istatistiksel açıdan $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.38.).

Çizelge 4.38. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,0107434	25,90**
Süre	2	0,0012056	2,91*
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,0005954	1,44**
Hata	105	0,0004148	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek iç yapışkanlık değeri 0,47 ile WPC ve WPH örneklerinde; en düşük iç yapışkanlık değeri ise 0,40 ile MPC örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.39.). WPC katılan örneklerin daha yüksek iç yapışkanlık değerine sahip olmasının daha fazla ve güçlü bağ oluşturmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.39. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	İç Yapışkanlık
K	18	0,44 ^b
Na- CN	18	0,42 ^c
Ca- CN	18	0,44 ^{bc}
MPC	18	0,40 ^d
WPC	18	0,47 ^a
WPI	18	0,44 ^{bc}
WPH	18	0,47 ^a

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.40’da verilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresince en yüksek iç yapışkanlık değeri 0,45 ile 7. günde, en düşük değeri ise 0,44 ile 1. ve 14. günlerde saptanmıştır (Çizelge 4.32.).

Çizelge 4.40. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca iç yapışkanlık değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	İç Yapışkanlık
1	42	0,44 ^b
7	42	0,45 ^a
14	42	0,44 ^b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

4.2.4. Elastikiyet- sürülebilirlik

Elastikiyet yoğurdun yapısal bütünlüğünü yansıtan tekstürel parametrelerden biridir ve iç yapışkanlık ve sertlik ile pozitif ilişkilidir (Gastaldi ve ark. 1997).

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin ortalama elastikiyet değerleri milimetre (mm) cinsinden belirlenmiş olup Çizelge 4.41’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde elastikiyet değerleri 0,92 ile 0,99 arasında değişmiştir. Ortalama elastikiyet değerleri incelendiğinde en düşük değer 0,94 ile depolama süresinin 1. gününde, en

yüksek değer ise 0,95 ile depolama süresinin 7. ve 14. günlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.41.).

Çizelge 4.41. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	0,93	0,95	0,93
Na- CN	0,93	0,94	0,96
Ca- CN	0,95	0,96	0,95
MPC	0,94	0,95	0,99
WPC	0,96	0,96	0,97
WPI	0,94	0,97	0,95
WPH	0,93	0,93	0,92
Minimum	0,93	0,93	0,92
Maksimum	0,96	0,97	0,99
Ortalama	0,94	0,95	0,95

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin elastikiyet değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi bakımından $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken; depolama süresine, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksiyonuna bağlı olarak istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.41.).

Çizelge 4.42. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yoğurt Çeşidi	6	0,002390	2,16 *
Süre	2	0,002251	0,136
Yoğurt Çeşidi x Süre	12	0,001042	0,94
Hata	105	0,001109	-

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

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde en yüksek elastikiyet değeri 0,96 ile MPC ve WPC örneklerinde; en düşük elastikiyet değeri ise

0,93 ile WPH örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.43.). Landge (2009) WPC katkılı örneklerin elastikiyet değerlerinin sertlik ve iç yapışkanlık değerlerine paralel olarak daha yüksek olduğunu belirtmektedir.

Rawson ve Marshall (1997) yoğurttaki protein matriksinin sertlik ve elastikiyet üzerinde etkili olduğunu belirtirken; Sandoval-Castilla ve ark. (2004) WPC bileşiminde bulunan denature olmuş peynir altı suyu proteinlerinin jelleşme gücünü artırarak protein ağı içerisine tamamiyle entegre olduğunu ve böylece daha güçlü bir jelleşme ve tekstür gelişiminin sağlandığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.43. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları

Yoğurt Çeşidi	N	Elastikiyet (mm)
K	18	0,94 ^{bc}
Na- CN	18	0,94 ^{abc}
Ca- CN	18	0,95 ^{abc}
MPC	18	0,96 ^a
WPC	18	0,96 ^a
WPI	18	0,95 ^{ab}
WPH	18	0,93 ^c

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

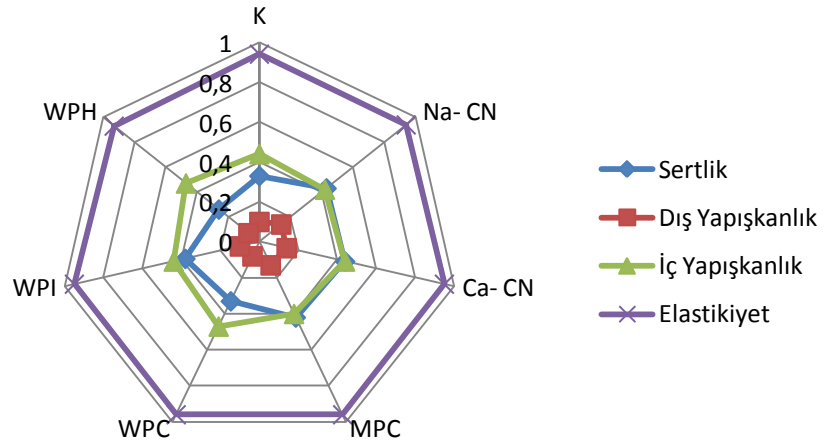
Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin elastikiyet değerlerinin depolama süresine ait LSD testi sonuçları Çizelge 4.44’de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca elastikiyet değerlerine ait LSD testi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	N	Elastikiyet (mm)
1	42	0,94 ^a
7	42	0,95 ^a
14	42	0,95 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir

Şekil 4.9.’da 14 günlük depolama sürecinde süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tekstürel değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.9. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca tekstürel değerlerinde meydana gelen değişim

4.3. Duyusal Özellikler

Bir ürünün duysal özellikleri tüketici beğenisini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Fermente süt ürünlerinin biyokimyasal bileşimi ve üretim yöntemi duysal kaliteyi etkilemektedir. Bu kapsamda kendine özgü lezzet özelliklerine sahip süt protein katkıları, bileşimine katıldıkları ürünlerin lezzetlerinde farklılığa neden olabilmektedir (Karagül-Yüceer ve ark. 2002).

Duysal olarak değerlendirmede esas alınan parametreler maksimum 5 puan üzerinden ayrıntılı hale getirilerek bir tablo oluşturulmuş ve yoğurtlarda görünüş; renk, serum ayrılması, parlaklık, matlık, üniform yapı, yapı ve tekstür; dolgunluk, vizkozite, pürüzlülük ve ağızda bıraktığı his, koku; yabancı koku, renk; beyaz, krem-beyaz ve sarımsı, aroma yoğunluğu; karakteristik tat ve aromada istenmeyen aroma taşıyıp taşımama, tat; ekşimsi, tatlımsı, acımsı, küfümsü, mayamsı, sabunumsu, keskinimsi, metalğimsi ve tebeşirimsi lezzet özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmiş ve vurgulanmıştır. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinde yapılan duysal analiz sonucunda elde edilen ortalama görünüş, yapı ve tekstür, koku, renk, aroma yoğunluğu, tat ve genel kabul edilebilirlik değerleri sırasıyla Çizelge 4.45., Çizelge 4.46., Çizelge 4.47., Çizelge 4.48., Çizelge 4.49., Çizelge 4.50. ve Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin görünüş değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,67	4,83	4,75
Na- CN	4,67	5,00	5,00
Ca- CN	4,67	5,00	5,00
MPC	4,80	4,83	4,97
WPC	4,83	4,83	4,93
WPI	4,67	4,83	4,83
WPH	4,67	4,67	4,83
Minimum	4,67	4,67	4,75
Maksimum	4,83	5,00	5,00
Ortalama	4,71	4,86	4,90

Çizelge 4.46. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,83	4,83	4,93
Na- CN	4,88	5,00	5,00
Ca- CN	4,90	5,00	5,00
MPC	4,83	5,00	5,00
WPC	4,58	4,68	4,87
WPI	4,78	5,00	5,00
WPH	4,47	4,50	4,60
Minimum	4,47	4,50	4,60
Maksimum	4,90	5,00	5,00
Ortalama	4,75	4,86	4,91

Çizelge 4.47. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin koku değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	5,00	5,00	4,83
Na- CN	4,67	5,00	5,00
Ca- CN	4,83	5,00	5,00
MPC	4,83	5,00	5,00
WPC	4,67	5,00	5,00
WPI	4,67	5,00	5,00
WPH	4,67	5,00	5,00
Minimum	5,00	5,00	5,00
Maksimum	4,76	5,00	4,98
Ortalama	5,00	5,00	5,00

Çizelge 4.48. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin renk değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	5,00	5,00	5,00
Na- CN	5,00	5,00	5,00
Ca- CN	5,00	5,00	4,98
MPC	5,00	5,00	5,00
WPC	5,00	5,00	4,97
WPI	5,00	5,00	5,00
WPH	5,00	5,00	4,97
Minimum	5,00	5,00	4,97
Maksimum	5,00	5,00	5,00
Ortalama	5,00	5,00	4,99

Çizelge 4.49. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	5,00	5,00	4,83
Na- CN	4,97	5,00	5,00
Ca- CN	4,98	5,00	5,00
MPC	4,98	5,00	5,00
WPC	4,92	4,90	5,00
WPI	4,92	4,95	5,00
WPH	4,98	4,87	4,97
Minimum	4,92	4,90	4,83
Maksimum	5,00	5,00	5,00
Ortalama	4,96	4,96	4,97

Çizelge 4.50. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin tat değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,83	4,88	4,33
Na- CN	4,92	4,95	4,97
Ca- CN	4,92	4,97	4,97
MPC	4,88	4,93	4,98
WPC	4,70	4,80	4,90
WPI	4,82	4,90	4,92
WPH	4,78	4,77	4,90
Minimum	4,70	4,77	4,33
Maksimum	4,92	4,95	4,98
Ortalama	4,84	4,89	4,85

Çizelge 4.51. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerlerindeki değişim

Yoğurt Çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	1	7	14
K	4,83	4,95	4,67
Na- CN	4,75	5,00	5,00
Ca- CN	4,78	5,00	5,00
MPC	4,75	5,00	5,00
WPC	4,70	4,95	5,00
WPI	4,80	4,98	5,00
WPH	4,77	4,97	4,98
Minimum	4,75	4,95	4,67
Maksimum	4,83	5,00	5,00
Ortalama	4,77	4,98	4,95

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin görünüş değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Yoğurt örnekleri görünüş açısından aynı derecede beğenilmiştir. Depolama süresi boyunca meydana gelen değişime istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olmasına rağmen; yoğurtların serum ayrılması değerlerinin giderek azalması ve su tutma kapasitesinin artmasına bağlı olarak görünüş değerleri artış göstermiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür değerleri arasındaki farklılık yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi etkisi açısından istatistiksel bakımdan $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Yoğurt örnekleri yapı ve tekstür açısından değerlendirildiğinde, yoğurtlar birbirine yakın puanlar almış; ancak yapı ve tekstür açısından en az WPH örneği beğenilmiştir. Panelistler tarafından peynir altı suyu protein katkılı yoğurtların kazein ilaveli yoğurtlara göre daha yumuşak ve depolama başlangıcında granüllü-taneli yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır. Genel olarak incelendiğinde ise depolama süresi boyunca serum ayrılmasının azalması ve sertliğin artışına paralel olarak yapı ve tekstür özelliklerinin iyileştiği ve granüllü-taneli yapının kaybolduğu gözlenmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin koku değerleri arasındaki farklılık, depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken; yoğurt çeşidi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Yoğurt örnekleri koku açısından aynı derece beğenilerek kontrol yoğurduna yakın fermente kokuya sahip oldukları saptanmıştır. Depolama süresi açısından ise koku değerleri giderek iyileşerek 7. günde maksimuma ulaşmış; ancak 14. günde az oranda da olsa bir düşme gözlenmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin renk değerleri arasındaki farklılık, yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Panelistler tarafından yoğurt örneklerinin renkleri istatistiksel açıdan aynı değerlendirilirken; WPH örneğinin rengi panelistler tarafından az da olsa daha krem-beyaz olarak belirlenmiştir. Bu durumun peynir altı suyu protein hidrolizatının üretim tekniğindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülebilir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin aroma yoğunluğu değerleri arasındaki farklılık, yoğurt çeşidi, depolama süresi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Genel olarak incelendiğinde yoğurtların birbirine yakın aroma yoğunluğu değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin tat değerleri arasındaki farklılık, istatistiksel bakımdan yoğurt çeşidine bağlı olarak $p < 0,01$ düzeyinde, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonuna bağlı olarak ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken; depolama süresine bağlı olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Na- CN, Ca- CN ve MPC örneklerinin yoğurtta arzulanan fermente tadı oluşturdukları ve peynir altı suyu protein katkılı örnekler (WPC, WPI, WPH) göre daha yüksek tat değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durum Na- CN, Ca- CN ve MPC katkılarının içeriklerinin sütün bileşimine daha yakın olmasına bağlanmıştır. Ayrıca depolama süresi boyunca yoğurtların tatlılık değerleri giderek iyileşerek 7.

günde maksimuma ulaşmış; ancak 14. günde düşme gözlenmiştir. Bu durum da artan asitlikle tatlılığın algılanmasındaki düşüşe bağlanmıştır.

Varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki farklılık, depolama süresine bağlı olarak istatistiksel bakımdan $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken; yoğurt çeşidi, yoğurt çeşidi ve depolama süresi interaksyonu açısından önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52.). Genel kabul edilebilirlik açısından en çok beğenilen yoğurt örnekleri Ca- CN ve WPI'dir. Depolama süresi boyunca tat ve koku değerlerindeki değişime paralel olarak genel kabul edilebilirlik değerlerinde de 7. günde artış; ancak 14. günde düşük oranda da olsa azalış gözlenmiştir.

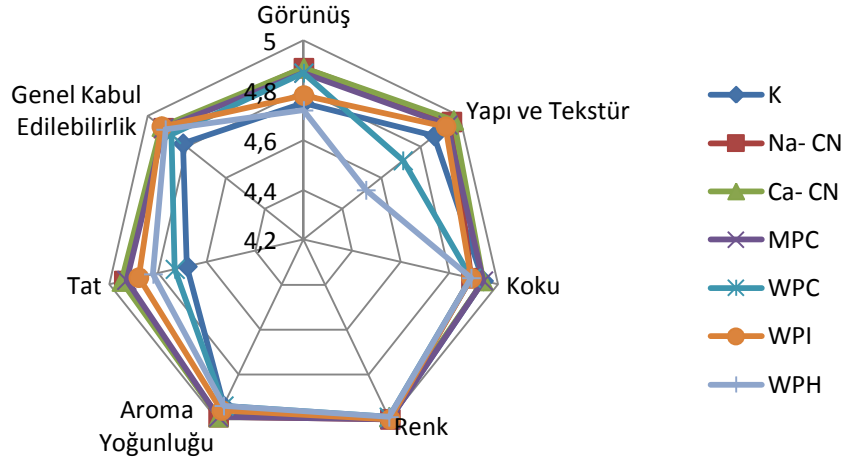
Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca belirlenen duyu değerlendirmesi sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca belirlenen duyuşal değlerlendirme sonuçları (p<0,05; p<0,01)*

	N	Görünüş	Yapı ve Tekstür	Koku	Renk	Aroma Yoğunluğu	Tat	Genel Kabul Edilebilirlik
Yoğurt Örneği								
K	18	4,75 ^a	4,87 ^a	4,94 ^a	5,00 ^a	4,94 ^a	4,68 ^b	4,82 ^a
Na- CN	18	4,89 ^a	4,96 ^a	4,89 ^a	5,00 ^a	4,99 ^a	4,94 ^a	4,92 ^a
Ca- CN	18	4,89 ^a	4,97 ^a	4,94 ^a	4,99 ^a	4,99 ^a	4,95 ^a	4,93 ^a
MPC	18	4,87 ^a	4,94 ^a	4,94 ^a	5,00 ^a	4,99 ^a	4,93 ^a	4,92 ^a
WPC	18	4,87 ^a	4,71 ^{ab}	4,89 ^a	4,99 ^a	4,94 ^a	4,73 ^{ab}	4,88 ^a
WPI	18	4,78 ^a	4,93 ^a	4,89 ^a	5,00 ^a	4,96 ^a	4,88 ^{ab}	4,93 ^a
WPH	18	4,72 ^a	4,52 ^b	4,89 ^a	4,99 ^a	4,94 ^a	4,82 ^{ab}	4,91 ^a
Depolama Süresi (Gün)								
1	42	4,71 ^a	4,75 ^b	4,76 ^b	5,00 ^a	4,96 ^a	4,81 ^a	4,77 ^b
7	42	4,86 ^a	4,86 ^{ab}	5,00 ^a	5,00 ^a	4,96 ^a	4,89 ^a	4,98 ^a
14	42	4,90 ^a	4,91 ^a	4,98 ^a	4,99 ^a	4,97 ^a	4,85 ^a	4,95 ^a
ANOVA								
Yoğurt Çeşidi		ns	**	ns	ns	ns	**	ns
Süre		ns	**	**	*	ns	ns	**
Yoğurt Çeşidi x Süre		ns	**	ns	ns	ns	*	ns

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

*Aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklı değildir



Şekil 4.10. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca duyu değerlerinde meydana gelen değişim

5. SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, besleyici özelliği olan hastalık oluşma riskini azaltan, sağlık ve iyi hali geliştirici değişik etken bileşenleri içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır.

Son yıllarda gıda alanındaki gelişmeler ürün kalitesinin artırılması ve fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla gıdaların doğal katkılarla zenginleştirilmesini kapsamaktadır. Tüm dünyadaki eğilim, ürünlerin modifikasyonunda yağ, kolesterol, sodyum ve kalorinin azaltılması, vitamin, kalsiyum, diyet lifi, probiyotik ve diğer starter kültürler ve sağlık açısından kabul edilebilir diğer aktif katkı bileşenleri ile ürünlerin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin zenginleştirilmesini içermektedir.

Uluslararası Süt Federasyonuna (IDF) göre fermente sütler; süt ve/veya süt ürünleri (tam yağlı, yağsız, bir bölümü yağlı ya da tamamen yağsız konsantre ya da toz halindeki süttten hazırlanan, kurutulmuş süt, yayık altı tozu, konsantre ya da kurutulmuş haldeki peynir altı suyu, süt proteini (peynir altı suyu proteini, peynir altı suyu proteini konsantratları, çözülebilir süt proteini, yenilebilir kazein ve kazeinat), krema, tereyağı ya da süt yağı gibi ham materyallerden (en az pastörizasyon derecesine kadar ısıtılmış) spesifik aktif mikroorganizmalarla pH'nın düşürülmesi ve pıhtılaşmanın gerçekleşmesi sonucu hazırlanan ürünlerdir.

Günümüzde birçok yeni fonksiyonel fermente süt ürünü üretilmesine rağmen, besleyici değerinin yüksek olması, çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici özelliklerinin bulunması nedeniyle ülkemizde en çok tüketilen süt ürünü yoğurttur. Bu kapsamda yüksek besin değerine sahip süt proteinlerinin yoğurdun tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde; kıvam arttırma, jel oluşumunu güçlendirme, pıhtı sıklığını sağlama, protein yönünden zenginleştirme, raf ömrünü arttırma, sertlik sağlama ve serum ayrılmasını engelleme gibi fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada sodyum kazeinat (Na- CN), kalsiyum kazeinat (Ca- CN), süt protein konsantratı (MPC) ve peynir altı suyu proteinlerinden; peynir altı suyu protein konsantratı (WPC), peynir altı suyu protein izolatı (WPI), peynir altı suyu protein hidrolizatı (WPH) ile zenginleştirilen yağsız yoğurtların depolama süresi boyunca

fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özelliklerindeki meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

Rekonstitue edilen yağsız sütlere (%11,79 KM) %1 oranında süt proteinleri ilave edilmiş ve aşılama öncesinde 90 C'de 10 dakika ısıl işleme tabi tutulmuştur. Yoğurt  retiminde kullanılacak sütlere %3 oranında yoğurt kültürü inoküle edilmiş ve 42 C'de inkübasyona bırakılmıştır. Depolama süresinin 1., 7. ve 14 günlerinde fiziko-kimyasal analizler olarak pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, protein ve renk (*L,a,b*); tekstürel (sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet) ve duyuşsal özellikler belirlenmiştir.

Yağsız yoğurtların süt proteini katkıları ile zenginleştirilmesi pH, % titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, protein ve renk değerleri üzerinde etkili olmuştur ($p<0,01$). En düşük pH değeri Na- CN  rneğinde gözlenirken; en yüksek titrasyon değerinin ise WPH  rneğinde olduğu tespit edilmiş ve asitlik değerlerindeki değişimin kullanılan süt protein katkılarının çeşidine ve bileşimine bağlı olarak tamponlama kapasitelerindeki farklılıktan ileri geldiği düşünülmüştür. Örnekler serum ayrılması ve su tutma kapasitesi açısından incelendiğinde en yüksek serum ayrılması değeri WPI  rneğinde; en düşük serum ayrılması ve en yüksek su tutma kapasitesi değeri ise WPC katılan örnekte belirlenmiştir. Genel olarak süt proteinlerinin ilavesinin peynir altı suyu ve kazein arasındaki artan interaksiyona bağlı olarak yağsız yoğurdun su tutma kapasitesini artırdığı, serum ayrılmasını ise azalttığı tespit edilmiştir. Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurtlar renk açısından değerlendirildiğinde ise en yüksek L, a ve b değerleri sırasıyla WPI, Ca- CN, WPH örneklerinde gözlenmiştir. Genel olarak incelendiğinde peynir altı suyu proteinleri ilavesinin yoğurtların b değerinin yükselmesine neden olduğu saptanmıştır.

Süt protein katkıları ile zenginleştirilen yoğurt örnekleri tekstürel olarak incelendiğinde; süt protein katkısı ilavesinin sertlik, dış yapışkanlık ve iç yapışkanlık üzerinde etkili olduğu ($p<0,01$); ancak elastikiyet üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. En yüksek sertlik değeri Ca-CN  rneğinde saptanması ile beraber kazein bazlı katkıların kullanıldığı yoğurtların sertlik değerlerinin, peynir altı suyu protein ilaveli yoğurtlara

kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Dış yapışkanlık açısından örnekler incelendiğinde en yüksek değerin Na- CN, Ca- CN ve MPC örneklerinde, iç yapışkanlık bakımından ise en yüksek değerin WPC ve WPH örneklerinin aldığı tespit edilmiştir. Süt protein katkılarının genel olarak yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olmaları, dayanıklı ve geniş kazein partiküllerini içeren daha sıkı ve güçlü bir bağ yapısı oluşturmaları yoğurdun sertliğinin arttırmasının yanı sıra tekstürünü de iyileştirmiş ve su salmaya yatkınlığını azaltmıştır. Ayrıca yoğurt örneklerinde en yüksek elastikiyet değeri MPC ve WPC örneklerinde belirlenmiş ve WPC katkılı örneklerin elastikiyet değerlerinin sertlik ve iç yapışkanlık değerlerine paralel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Duyusal analizlerde panelistler tarafından, süt protein katkıları kullanılan yoğurtların görünüş, koku, renk, aroma yoğunluğu ve genel kabul edilebilirlik özellikleri arasında önemli bir farklılık kaydedilmemiş; ancak süt protein katkısı ilavesinin yapı ve tekstür ve tat özelliklerinde önemli etki yarattığı tespit edilmiştir ($p<0,01$). Örneklerin, yoğurtlarda arzu edilen koku ve tat derecelerine sahip oldukları belirtilmiş; ancak tat açısından Na- CN, Ca- CN ve MPC katkılarıyla zenginleştirilen yoğurtlar daha çok beğenilmiştir. Genel olarak incelendiğinde ise depolama süresi boyunca serum ayrılmasının azalması ve sertliğin artışına paralel olarak yapı ve tekstür özelliklerinin ve bu duruma bağlı olarak da görünüşün iyileştiği tespit edilmiştir.

Yoğurt üretiminde kullanılan süt protein katkılarının farklı yöntemlerle elde edilmesi (mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, hidrolizasyon, iyonizasyon) ve kurutulması aşamasında peynir altı suyu proteinlerinin ön denaturasyonunun gerçekleşmesi bu katkıların kullanıldığı yoğurtların tekstürel özelliklerinin değişmesine neden olmuştur. Ön denaturasyona uğramış peynir altı suyu proteini içeren süt protein katkılarının yoğurt üretiminde ikinci bir ısıl işleme uğraması peynir altı suyu proteinleri ve kazein interaksyonundan oluşan büyük kümeleşmeleri değiştirerek jel yapısını etkilemekte ve yoğurtlar farklı özellikler gösterebilmektedir.

Sonuç olarak, genel anlamda farklı bileşime sahip ve değişik yöntemlerle elde edilen süt proteini içeren katkıların yağsız set tip yoğurdun tekstürel özelliklerini iyileştirdiği ve

fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Her ne kadar fonksiyonel ürünler ile ilgili çalışmalar tekstürel özelliklerin geliştirilmesindeki başarıyı beraberinde getirse de hala yeni ürün optimizasyonlarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilera, J.F., Bustos, M., Molina, E. 1992.** The degradability of legume seed meals in the rumen: effect of heat treatment. *Animal Feed Science and Technology*, 36(1-2): 101-112.
- Aguilera, J.M. 1995.** Gelation of whey proteins. *Food Technology*, 49(10): 83-89.
- Akalm, A.S., Ünal, G., Gönç, S., Fenderya, S. 2008.** Effect of whey protein concentrate and fructooligosaccharide on the rheological and sensory properties of reduced-fat probiotic yoghurt. *Milchwissenschaft*, 63(2): 171-174
- Akalm, S., Kınık, O., Gönç, S. 1998.** Yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi. *Gıda*, 23(1): 59-65.
- Akın, N. 1998.** İnek ve koyun sütünden üretilen bazı fermente süt ürünlerinin sertliği ve duyuşal özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları, Konya.
- Akın, N. 2004.** Modern süt ürünleri teknolojisi, Konya, s. 167-183.
- Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L. 2009.** Membrane processes in whey production. *Mljekarstvo*, 59(4): 282-288.
- Altuğ, T., Elmacı, Y. 2005.** Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım, Bornova, İzmir, 130s.
- Altunkaya, S. 2006.** Yoğurt yapımı. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun.
- Aluko, R.E., Mcintosh, T., Reaney, M. 2001.** Comparative study of the emulsifying and foaming properties of defatted coriander seed flour and protein concentrate. *Food Research International*, 34(8): 733-738.
- Alvarez, V.B.Wolters, C.L., Vodovotz, Y., Ji, T. 2005.** Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Elsevier*, 88(3): 862-871.
- Amatayakul, T., Halmos, A.L., Sherkat, F., Shah, N.P. 2006.** Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide producing starter culture and varying casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*, 16(1): 40-51.
- Amundson, C.H., Watanawanichakorn, S., Hill, C.G. 1982.** Production of enriched protein fractions of β -lactoglobulin and α -lactalbumin from cheese whey. *Journal of Food Processing and Preservation*, 6(2): 55-71.
- Anema, S.G., Pinder, D.N., Hunter, R.J. Hemar, Y. 2006.** Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). *Food Hydrocolloids*, 20(2-3): 386-393.
- Anonim, 2001.** Türk Gıda Kodeksi, Yenilebilir Kazein ve Kazeinat Tebliği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu: 2001/ 24512, Ankara, 2001.
- Anonim, 2006.** Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü TS 1330, Ankara.
- Anonim, 2009.** Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu: 2009/27143, Ankara.
- Anonim, 2012.** TÜİK, Süt Ürünleri Üretim İstatistikleri, yayın no: 10839, Ankara.
- Atamer, M., Sezgin, E. 1986.** Yoğurtlarda kuru madde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 11(6): 327-331.
- Atamer, M., Sezgin, E. 1987.** İnkübasyon sonu asitliğinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, 12(4): 213-220.
- Augustin, M.A., Cheng, L.J., Glagovskaia, O., Clarke, P.T., Lawrence, A. 2003.** Use of blends of skim milk and sweet whey protein concentrates in reconstituted yogurt. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 58(1):30-35.

- 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.
- Baig, M.I., Prasad, V. 1996.** Effect of incorporation of cottage cheese whey solids and *Bifidobacterium bifidum* in freshly made yogurt. *Journal of Dairy Research*, 63(3): 467-473.
- Baldwin, A., Pearce, D. 2005.** Milk powder, in: Encapsulated and Powdered Foods, Ed.: Onwulata, C., Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, pp: 387-434.
- Barbut, S. 1996.** Water and fat holding. In methods of testing protein functionality, Ed.: Hall, G.H., Chapman & Hall, London, pp: 187-225.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Swahd, A.M. 1994a.** Production of low a calorie yoghurt using skim milk powder and fat substitute. 4. Rheological properties. *Milchwissenschaft*, 49(5): 205-208.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Muir, D.D., Sword, A.M. 1994b.** The effect of substitution of fat by microparticulate whey protein on the quality of set-type natural yogurt. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 47(2): 61-68.
- Barth, C.A., Behnke, U. 1997.** Nutritional significance of whey and whey components. *Nahrung*, 41(1): 2-12.
- Bhullar, Y.S., Uddin, M.A., Shah, N.P. 2002.** Effect of ingredients supplementation on textural characteristics and microstructure of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 57(6): 328-332.
- Black, R.E., Williams, S.M., Jones, I.E., Goulding, A. 2002.** Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(3): 675-80.
- Blanshard, J.M.V. 1998.** Food structure-Its creation and evaluation, Ed.: Blanshard, J.M.V., Mitchell, J.R., Butterworths, London, pp: 313-330.
- Bonczar, G., Wszolek, M., Siuta, A. 2002.** The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. *Food Chemistry*, 79(1): 85-91.
- Borwankar, R.P. 1992.** Food texture and rheology. *Journal of Food Engineering*, 16(1-2): 1-16.
- Bourne, M.C. 1982.** Food texture and viscosity. Concept and Measurement. Academic Press, New York, USA.
- Brock, J.H. 2002.** The physiology of lactoferrin. *Biochemistry and Cell Biology*, 80: 1-6.
- Burmester, G., Pezzutto, A. 2003.** Fundamental principles. Ed.: Burmester, G., Pezzutto, A., New York: Thieme, pp: 1-75.
- Bylund, G. 2003.** Dairy processing handbook, Tetrapak, Sweden, 440 p.
- Campbell, M.K. 1999.** Biochemistry, Saunders College Publishing, Philadelphia, 199 p.
- Canbulat, Z., Özcan, T. 2007.** Bebek mamaları ve çocuk ek besinlerinde *Lactobacillus rhamnosus* GG kullanımını sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 69-79.
- Castro-Morel de, M., Harper, W.J. 2002.** Basic functionality of commercial milk protein concentrates. *Milchwissenschaft*, 57(7): 367-370.
- Chatterton D.E.W., Smithers G., Roupas P., Brodkorb A. 2006.** Bioactivity of lactoglobulin and α -lactalbumin Technological implications for processing. *International Dairy Journal*, 16(11): 1229-1240.

- Cheftel, J.C., Cuq, J.L., Lorient, D. 1996.** Aminoacidos, peptidos y proteinas, In: Fennema. Ed.: Química de los Alimentos., O.R., Editorial Acribia, Zaragoza, pp: 275-414.
- Cho, Y.H., Lucey, J.A., Singh, H. 1991.** Rheological properties of acid milk gels as affected by the nature of the fat globule surface material and heat treatment of milk. *International Dairy Journal*, 9(8): 537-545.
- Christiansen, K.F., Vegarud, G., Langsrud, T., Ellekjaer, M.R., Egelanddal, B. 2004.** Hydrolyzed whey proteins as emulsifiers and stabilizers in high-pressure processed dressings. *Food Hydrocolloid*, 18: 757-767.
- Clemente, A. 2000.** Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 11(7): 254-262.
- Cueva, O., Aryana, K.J. 2008.** Quality attributes of a heart healthy yogurt. *LWT*, 41(3): 537-544.
- Çapanoğlu, E., Özçelik, B., Boyacıoğlu, D. 2003.** Yeni süt ürünlerinin geliştirilmesinde duyusal analiz tekniklerinden yararlanılması. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, No: 19, 127s.
- Davis, J.P., Foegeding, E.A. 2007.** Comparisons of the foaming and interfacial properties of whey protein isolate and egg white proteins. *Colloids and Surfaces B. Biointerfaces*, 54(2): 200-210.
- De Wit, J.N. 1998.** Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*, 81(3): 597-608.
- Delikanlı, B. 2011.** Süt protein ürünlerinin gıdalardaki fonksiyonel etkileri. 2.Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 13 Mayıs 2011, Bursa, s: 144-149.
- Demiralay, B., Güven, M. 2002.** Sodyum kazeinat kullanımının yoğurtların özellikleri üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 37-44.
- Demirci, M., Şimşek, O. 1997.** Süt işleme teknolojisi, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Demirci, M., Şimşek O., Kurultay, Ş. 2000.** Sütçülük yan ürünleri ve gıda sanayinde kullanımları. Süt mikrobiyolojisi ve katkı maddeleri, VI. Süt ve süt ürünleri sempozyumu, tebliğler kitabı, Tekirdağ, s. 219-226.
- Doğan, İ.S., Küçüköner, E. 2003.** Yeni ürün geliştirmede gıda bileşenleri ve fonksiyonlarının rolü. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir, s. 195-200.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., Shah, N.P. 2006.** Effect of acidification on the activity of probiotics in yogurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16(1): 1181-1189.
- Early, R. 1998.** Milk concentrates and milk powders. The technology of dairy products. *Blackie Academic and Professional*, 228-297.
- Elliot, R.M., McLay, J.C., Kennedy, M.J., Simmonds, R.S. 2004.** Inhibition of foodborne bacteria by the lactoperoxidase system in a beef cube system. *International Journal of Food Microbiology*, 91(1): 73-81.
- El-Salam, M.H., El-Shibiny, S., Salem, A. 2009.** Factors affecting the functional properties of whey protein product. *Food Reviews International*, 25(3): 251-270.
- Etzet, M.R. 2004.** Manufacture and use of dairy protein fractions. *Journal of Nutrition*, 134(4): 996-1002.
- Euston, S.R., Hirst, R.L. 1999.** Comparison of the concentration-dependent emulsifying properties of protein containing aggregated and non-aggregated (milk protein). *International Dairy Journal*, 9(10): 693-701.

- Euston, S.R., Finnigan, S.R., Hirst, R.L. 2001.** Heat-induced destabilization of oil-in-water emulsion formed from hydrolyzed whey protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 5576-5583.
- Everett, D.W., McLeod, R.E. 2005.** Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. *International Dairy Journal*, 15(11): 1175-1183.
- Faegermand, M., Murray, B.S., Dickinson, E., Quvist, K.B. 1999.** Transglutaminase: effect on instrumental and sensory texture of set style yoghurt. *Milchwissenschaft*, 54(10): 563-566.
- Farnaud, S., Evans, R.W. 2003.** Lactoferrin-a multifunctional protein with antimicrobial properties. *Molecular Immunology*, 40(7): 395-405.
- Firebaugh, J.D., Daubert, C.R. 2005.** Emulsifying and foaming properties of derivatized whey protein ingredient. *International Journal of Food Properties*, 8(2): 243-253.
- Fitzsimons, S.M., Mulvihill, D.M., Morris, E.R. 2007.** Denaturation and aggregation process in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. *Food Hydrocolloids*, 21(4): 638-644.
- Foegeding, E.A., Luck, P.J., Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. 2003.** Whey Protein Products. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 3: 1957-1960.
- Fosset, S., Tomea, D. 2002.** Nutraceuticals from milk. *Encyclopedia of Dairy Science*, 2108.
- Fox, P.F. 1989.** The milk protein system. In *Developments in Dairy Chemistry*. Ed.: Fox, P.F., London: Applied Science.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. 1996.** Proteolysis in cheese during ripening. *Food Reviews International*, 12(4): 457-509.
- Fox, P.F., O'Connor, T.P., McSweeney, P.L.H. 1996.** Cheese: physical, biochemical and nutritional aspects, adv. *Food Nutrition Research*, 39: 163-328.
- Fox, P.F. 2001.** Milk proteins as food ingredients. *International of Journal Dairy Technology*, 54(2): 41-55.
- Fox, P.F., Kelly, A.L. 2004.** Milk proteins: technological aspects. *International Dairy Symposium*, 24- 25 Mayıs, 2004, Isparta. 17-36 p.
- Friedman, H.H., Whitney, J.E., Szczesniak, A.S. 1963.** The Texturometer-A new instrument for objective texture measurement. *Journal of Food Science*, 28(4): 390-396.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. 2003.** Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *Journal of Food Engineering*, 56(2): 153-161.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. 2004.** Recent advances in the formulation of gluten-free cerealbased products. *Trends Food Science and Technology*, 15(3): 143-152.
- Gastaldi, E., Lagaude, A., Marchesseau, S., de la Fuente, B.T. 1997.** Acid milk gel formation as affected by total solids content. *Journal of Food Science*, 62(4): 671-675.
- German, J.B., Dillard, C.J., Walzem, R.L. 2001.** Whey products and dairy ingredients for health: A Review. U.S. Dairy Export Council.
- Ginger, M.R., Grigor, M.R. 1999.** Comparative aspects of milk caseins. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 124(2): 133-145.
- Girdhar, B.K., Hansen, P.M.T. 1974.** Soluble casein by adsorption of ammonia. *Journal of Food Science*, 39(6): 1237-1243.
- Gonzales, S.M.I. 1996.** The biotechnological utilization of cheese whey. *Bioresearch Technology*, 57(1): 1-11.

- 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.
- Gonzalez-Martinez, C., Chafer, M., Albors, A., Carot, J.M. Chiralt, A. 2003.** Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Science and Technology*, 13(9-10): 334-340.
- González-Chávez, S.A., Arévalo-Gallegos, S., Rascón-Cruz, Q. 2009.** Lactoferrin: structure, function and applications. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(4): 301-301.
- Gökalp, H.Y., Işık, F. 1999.** Peynir altı suyu ve peynir altı suyu tozunun emülsiyon özellikleri ve gıda sanayinde bu amaçla kullanımları. *II. Standart Dergisi*, 38(455): 61-72.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, O. 2004.** Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 320, Erzurum, 564 s.
- Gönç, S., Uysal, H.R. 1991.** Peynir suyu tozu ve kalsiyum kazeinat katarak yoğurdu proteince zenginleştirme olanakları üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(3):151-161.
- Guggisberg, D., Eberhard, P. Albrecht, B. 2007.** Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17(11): 1353-1359.
- Guichard, E., Langourieux, S. 2000.** Interactions between beta-lactoglobulin and flavour compounds. *Food Chemistry*, 71(3): 301-308.
- Guichard, E. 2006.** Flavour retention and release from protein solutions. *Biotechnology Advances*, 24(2): 226-229.
- Guinee, T.P., Mullins, C.G., Reville, W.J., Cotter, M.P. 1995.** Physical properties of stirred-curd unsweetened yoghurts stabilised with different dairy ingredients. *Milchwissenschaft*, 50(4): 196-200.
- Gunasekaran, S., Ak, M.M. 2003.** Cheese rheology and texture. CRC Pres, New York, 437 p.
- Guzma'n-Gonza'lez, M., Morais, F., Ramos, M., Amigo, L. 1999.** Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(8): 1117-1122.
- Guzma'n-Gonza'lez, M., Morais, F., Amigo, L. 2000.** Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low-fat set-type yoghurt model system. II: Use of caseinates, coprecipitate and blended dairy powders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(4): 433-438.
- Ha, E., Zemel, M.B. 2003.** Functional properties of whey, whey components, and essential aminoacids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(5): 251-258.
- Hanmoungjai, P., Pyle, D.L., Niranjana, K. 2002.** Enzyme-assisted water extraction of oil and protein from rice bran. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 77(7): 771-776.
- Hardy, G. 2000.** Nutraceuticals and functional foods: Introduction and meaning. *Nutrition*, 16(7-8): 688-697.
- Harjinder, S., Aiqian, Y. 2008.** Interactions and functionality of milk proteins in food emulsions. *Milk Proteins from Expression to Food*, 321-345 p.

- Harper, W.J. 2000.** Biological properties of whey components. A Review. Chicago, IL: The American Dairy Products Institute.
- Harwalkar, V.R., Kalab, M. 1986.** Relationship between microstructure and susceptibility to syneresis in yogurt made from reconstituted nonfat dry milk. *Food Microstructure*, 5(2): 287-294.
- Hassan, A., Amjad, I. 2010.** Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *African Journal of Microbiology Research*, 4(1): 22-26.
- Havea, P. 2006.** Protein interactions in milk protein concentrate powders. *International Dairy Journal*, 16(5): 415-422.
- Hendrickx, A. 1992.** New Milk Protein Product. *Die Fleischerei*, 9: 3-5.
- Herceg, Z., Lelas, V. 2005.** The influence of temperature and solid matter content on the viscosity of whey protein concentrates and skim milk powder before and after tribomechanical treatment. *Journal of Food Engineering*, 66(4): 433-438.
- Herceg, Z., Lelas, V., Kresic, G. 2005.** Influence of tribomechanical micronization on the physical and functional properties of whey proteins. *International Journal of Dairy Technology*, 58(4): 225-232.
- Herrero, A.M., Requena, T. 2005.** The effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yogurt. *International of Journal Food Science and Technoogy*. 40: 1-6.
- Hui, Y.H. 1993.** Dairy science and technology handbook, Wiley-VCH, New York, USA, pp: 28-36.
- İşleten, M., Karagül-Yüceer, Y. 2006.** Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*, 89(8): 2865-2872.
- Jacob, B.M., Antony, E.K., Sreekumar, B., Haridas, M. 2000.** Thiocyanate mediated antifungal and antibacterial property of goat milk lactoperoxidase. *Life Sciences*, 66(25): 2433-2439.
- Jelicic, I., Bozanic, R., Tratnik, L. 2008.** Whey-based beverages-a new generation of diary products. *Mljekarstvo*, 58(3): 257-274.
- Jyotsna, R., Sai Manohar, R., Indrani, D., Venkateswara Rao, 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.
- Kailasapathy, K., Supriadi, D. 1998.** Effect of partially replacingskim milk powder with whey protein concentrate on the sensoryqualities of lactose hydrolysed acidophilus yoghurt. *Milchwissenschaft*, 53(7): 385-389.
- Karagül-Yüceer, Y., Cadwallader, K.R., Drake, M.A. 2002.** volatile flavor components of stored nonfat dry milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(2): 305-312.
- Kayaardı, S., Gürsoy, O. 1997.** Yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünlerinin beslenmeadaki önemi. *Gıda Bilim ve Teknoloji*, 4(4): 42-49.
- Kennedy, M., O'Rourke, A.L., McLay, J., Simmonds, R. 2000.** Use of ground beef model to assess the effect of the lactoperoxidase system on the growth of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in red meat, *International Journal of Food Microbiology*, 57(3): 147-158.
- Keogh, M.K., O' Kennedy, B.T. 1998.** Reology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*, 63(1): 108-112.
- Kinsella, J.E. 1984.** Milk proteins: physical and functional properties. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 21(3): 197-262.

- Kinsella, J.E., Soucie, W.G. 1989.** Food proteins. Am. Oil Chem. Soc. Champaign, Illinois.
- Koçak, C., Aydemir, S. 1994.** Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:20, 46 s.
- Konar, A. 1999.** Yoğurda işlenecek sütün ısıtılması ve kaliteli yoğurt üretiminde uygulanabilecek sıcaklık ve sürenin belirlenmesi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Ankara, s: 51-64.
- Kök-Taş, T., Güzel-Seydim, Z.B. 2011.** Fermente süt ürünlerinin reolojik özellikleri. *Süt Dünyası*, 6(32): 68-70.
- Kroger, M. 1975.** Quality of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 59(2): 344-350.
- Kurdal, E., Özcan T., Yılmaz L. 2011.** Süt teknolojisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 99, Bursa, 240s.
- Küçüköner, E., Tarakçı, Z. 1997.** Use of whey protein concentrate in dairy products. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 42-48.
- Landge, V.L. 2009.** Quality of yogurt supplemented with whey protein concentrate and effects of whey protein denaturation. *Master's Thesis*, Faculty of Food Sciences, Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Lee., W.J., Lucey, J.A. 2010.** Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23(9): 1127-1136.
- Lucey, J.A., Tet Teo, C., Munro, P.A., Singh, H. 1997.** Rheological properties at small (dynamic) and large (yield) deformations of acid gels made from heated milk. *Journal of Dairy Research*, 64(4): 591-600.
- Lucey, J.A. 2002.** Foundation scholar award formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85(5): 281-294.
- Luff, S. 2005.** Products for Athletes. *Food Product Design*, 15(5): 49-52.
- Makri, E., Papalamprou, E., Doxastakis, G. 2005.** Study of functional properties of seed storage proteins from indigenous European legume crops (Lupine, Pea, Broad Bean) in admixture with polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 19(3): 583-594.
- Marafon, A.P., Sumi, A., Alcântara, M.R., Tamime, Y.A., de Oliveira, M.N. 2011.** Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. *LWT - Food Science and Technology*, 44(2): 511-519.
- Marshall, K. 2004.** Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review*, 9(2): 136-156.
- Martin-Diana, A.B., Janer, C., Peláez, C. and Requena, T. 2003.** Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria, *International Dairy Journal*, 13(10): 827-833.
- Martin-Diana, A.B., Janer, C., Peláez, C., Requena, T. 2004.** Effect of milk fat replacement by polyunsaturated fatty acids on the microbiological, rheological and sensorial properties of fermented milks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(12): 1599-1605.
- Megenis, B.R., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C., Cerquierra, N.G. Jr, Oliviera, R.V.B., Soldi, V., Benedet, H.D. 2006.** Compositional and physical properties of yogurt manufactured from whey and cheese concentrated by ultra filtration. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(5): 560-568.
- Metin, M., Tavlaş, B. 1986.** Sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesi üzerindeki etkileri. I. Duyusal değerlendirme sonuçları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 4(2):29-39.

- Metin, M. 1998.** Süt teknolojisi. sütün bileşimi ve işlenmesi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Notları No: 33, İzmir, s. 95-187.
- Metin, M. 1999.** Süt teknolojisi. Sütün bileşimi ve işlenmesi, 1.Bölüm, Genişletilmiş 2.Baskı, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Notları No:33, 793s.
- Mizubuti, I.Y., Junior, O.B., Souza, L.W.O., Silva, R.S.S.F., Ida, E.I. 2000.** Response surface methodology for extraction optimization of pigeon pea protein. *Food Chemistry*, 70(2): 259-265.
- 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.
- Modler, H.W., Larmond, M.E., Lin, C.S., Froehlich, D., Emmons, D.B. 1983.** Physical and sensory properties of yogurt stabilized with milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 66(3): 422-429.
- Mohanty, B., Mulvihill, D.M., Fox, P.F. 1988.** Hydration-related properties of caseins at pH 2.0-3.0. *Food Chemistry*, 27(28): 225-236.
- Morr, C.V. 1985.** Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates. *Journal of Food Science*, 50(5): 1406-1411.
- Morr, C.V., Foegeding, E.A. 1990.** Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates and isolates: A status report. *Food Technology*, 44: 100-112.
- 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 of whey protein concentrates and isolates. *International Dairy Journal*, 18(6): 649-657.
- Mulvihill, D.M. 1991.** Trends in production & utilisation of dairy protein products: functional properties & utilisation. *Food Research Quarterly*, 51(1-2): 65-73.
- Mulvihill, D.M., Grufferty, M.B. 1995.** Effect of thermal processing on the coagulability of milk by acid. In Heat- induced Changes in Milk. Ed.: Fox, P.F., Special Issue No: 9501, International Dairy Federation, Brussels. pp. 188-205.
- Nakamura, Y., Yamamoto, N., Sakai, K., Takano, T. 1995a.** Antihypertensive effect of sour milk and peptides isolated from it that are inhibitors to angiotensin I-converting enzyme. *Journal of Dairy Science*, 78(6): 1253-1257.
- Neall, B. 2002.** The wonderful ways of whey. *Food Review*, 29: 17-19.
- Neiryck, N., Van der Meeren, P., Gorbe, S.B., Dierckx, S., Dewettinck, K. 2004.** Improved emulsion stabilizing properties of whey protein isolate. *Food Hydrocolloid*, 18(6): 949-957.
- Nicorescu, I., Loisel, C., Vial, C., Riaublanc, A., Djelveh, G., Cuvelier, G. 2008.** Combined effect of dynamic heat treatment and ionic strength on denaturation and aggregation of whey proteins-Part I. *Food Research International*, 41(7): 707-713.
- Nierman, F. 1991.** Milk protein. *Die Fleischerei*, 2: 3-5
- Noonan, W.P., Noonan, C. 2004.** Legal requirements for "functional food" claims. *Toxicol Lett*, 150(1): 19-24.
- Normen, L., Ellegard, L., Brants, H., Dutta, P., Andersson, H. 2007.** A phytosterol database: fatty foods consumed in Sweden and the Netherlands. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4): 193-201.

- Onwulata, C.I., Konstance, R.P., Tomasula, P.M. 2004.** Minimizing Variations in Functionality of Whey Protein Concentrates from Different Sources. *Journal of Dairy Science*, 87(3): 749-56.
- Oysun, G. 1996.** Süt ve ürünlerinde analiz yöntemleri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 504, İzmir, 306 s.
- Ozcan, T., Lucey, J.A., Horne, D. 2008.** Effect of tetrasodium pyrophosphate on the physicochemical properties of yogurt gels. *Journal of Dairy Science*, 91(12): 4492-4500.
- Özcan, T., Erbil, F., Kurdal E. 1998.** Sütün insan beslenmesindeki önemi. İçme Sütü, Editör: Demirci, M., Tekirdağ, s. 32-256.
- Özcan, T., Delikanlı, B. 2011.** Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 77-78.
- Özer, B. 2006.** Yoğurt bilimi ve teknolojisi. Sidas Yayıncılık, İzmir, 490s.
- Panyam, D., Kilara, A. 1996.** Enhancing the functionality of food proteins by enzymatic modification. *Trends Food Science and Technology*, 7(4): 120-125.
- Parris, N., Anema, S.G., Singh, H., Creamer, L.K. 1993.** Aggregation of whey proteins in heated sweet whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(3): 460-464.
- Patocka, G., Cervenková, R., Jelen, P. 2004.** Textural effects of soluble whey protein isolate in stirred yogurt. *Milchwissenschaft*, 59(1-2):37-40.
- Patocka, G., Cervenková, R., Narine, S., Jelen, P. 2006.** Rheological behavior of dairy products as affected by soluble whey protein isolate. *International Dairy Journal*, 16(5): 399-405.
- Pederson, P.J., Ottosen, N. 1992.** Manufacture of fresh cheese by ultrafiltration. In: New applications of membrane processes. IDF Bulletin 9201, *International Dairy Federation*, Brussels, 67-76.
- Peng, Y., Serra, M., Horne, D.S., Lucey, J.A. 2009.** Effect of fortification with various types of milk proteins on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt. *Journal of Food Science*, 74(9): 666-673.
- Permyakov E.A., Berliner L.J. 2000.** α -lactalbumin: structure and function. *Febs Letters*, 473(3): 269-274.
- Pihlanto, A., Korhonen, H. 2003.** Bioactive peptides and proteins. *Advances Food and Nutrition Research*, 47(2): 175-276.
- Pihlanto-Leppala, A. 2001.** Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in Food Science and Tecnology*, 11(9-10): 347-356.
- 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.
- Rawson, H.L., Marshall, V.M. 1997.** Effect of 'ropy' strains of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on rheology of stirred yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 32(3): 213-220.
- Remuef, F., Mohammed, S., Sodini, I., Tissier, J.P. 2003.** Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 13(9): 773-782.

- 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.
- Roberfroid, M.B. 2000.** A European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, 16(7-8): 689-691.
- Russeli, T.A., Drakei, M.A., Gerard, P.D. 2006.** Sensory properties of whey and soy proteins. *Journal of Food Science*, 71(6): 447-455.
- Saint-Eve, A., Juteau, A., Atlan, S., Martin, N., Souchon, I. 2006.** Complex viscosity induced by protein composition variation influences the aroma release of flavored stirred yogurt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11): 3997-4004.
- Saldamlı, İ., 2007.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 587s.
- Sandoval-Castilla, O., Lobato-Callerosa, 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.
- Schorsch, C., Carrie, H., Norton, I.T. 2000.** Crosslinking casein micelles by a microbial transglutaminase: Influence of crosslinks in acid-induced gelation. *International Dairy Journal*, 10(8): 529-539.
- Seo, M.H., Lee, S.Y., Chang, Y.H., Kwak, H.S. 2009.** Physicochemical, microbial, and sensory properties of yogurt supplemented with nanopowdered chitosan during storage. *Journal of Dairy Science*, 92(12): 5907-5916.
- Sezgin, E., Yıldırım, Z., Karagül, Y. 1994.** *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanılarak yapılan bazı fermente süt ürünleri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu- VHAG-953 nolu Proje Kesin raporu, Ankara.
- Singh, H. 2002.** Functional properties of milk Proteins. *Elsevier Science*, 1976 pp.
- Singh, H. 2007.** Interactions of milk proteins during the manufacture of milk powders. *Lait*, 87(4-5): 413-423.
- Skriver, A., Roemer, H., and Qvist, K.B. 1993.** Rheological characterization of stirred yogurt: Viscometry. *Journal of Texture Studies*, 24(2): 185-198.
- Sodini, I., Remeuf F., Haddad S., Corrieu, G. 2004.** The relative effect of milk base starter, and process on yogurt texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2):113-137.
- Sodini, I., Lucas, A., Tissier, J.P., Corrieu, G. 2005.** Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 15(1): 29-35.
- 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.
- Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R., Tzia, C. 2007.** Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90(6): 2641-2654.
- Southward, C.R. 1989.** Use of casein and caseinates. In: *Developments in Dairy Chemistry-4: Functional Milk Proteins*, Ed.: Fox, P.F. Elsevier Science, England, pp: 317-368.
- 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.

- Stanson, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Sinderen, D. 2005.** Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology*, 16(2): 198-203.
- Steijns, J.M., Van Hooijdonk, A.C.M. 2000.** Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin. *British Journal of Nutrition*, 84(1): 11-17.
- Superti, F., Ammendolia, M.G., Valenti, P., Seganti, L., 1997.** Antirotaviral activity of milk proteins: lactoferrin prevents rotavirus infection in the enterocyte-like cell line HT-29. *Medical Microbiology and Immunology*, 186(2-3): 83-91.
- Tamime A.Y., Robinson, Y. 1985.** Yoghurt science and technology. Pergamon Press, Oxford, pp: 15-25.
- Tamime, A.Y., Deeth, H.C. 1980.** Yoghurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12): 939-976.
- Tamime, A.Y., Kalab, M., Davies, G. 1984.** Microstructure of set-style yoghurt manufactured from cow's milk fortified by various methods. *Food Microstructure*, 3(1): 83-92.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 1999.** Yoghurt: Science and Technology. 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E. 2003.** Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavoured yoghurt. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 14: 10-14.
- Tekinşen, O.C. 2000.** Süt ürünleri teknolojisi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Trachoo, N., Mistry, V.V. 1998.** Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. *Journal Dairy Science*, 81(5): 3163-3171.
- Tunick, M.H. 2000.** Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science*, 83(8): 1892-1898
- Van der Ven, C., Gruppen, H., de Bont, D.B.A., Voragen, A.G.J. 2001.** Emulsion properties of casein and whey protein hydrolysates and the relation with other hydrolysate characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10): 5005-5012.
- Van der Ven, C., Gruppen, H., de Bont, D.B.A., Voragen, A.G.J. 2002.** Correlations between biochemical characteristics and foam forming and stabilizing ability of whey and casein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10): 2938-2946.
- Vasiljevic, T., Kealy, T., Mishra, V.K. 2007.** Effects of β -glucan addition to a probiotic containing yogurt. *Journal of Food Science*, 72(7): 405-411
- Wedholm, A., Larsen, L.B., Lindmark-Mansson, H., Karlsson, A.H., Andren, A. 2006.** Effect of protein composition on the cheesemaking properties of milk from individual dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9): 3296-3305.
- Wolf, S.M., Ferrari, R.P., Traversa, S., Biemann, K. 2000.** Determination of the carbohydrate composition and the disulfide bond linkages of bovine lactoperoxidase by mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, 35(2): 210-217.
- Yalçın, A.S. 2006.** Emerging therapeutic potential of whey proteins and peptides. *Current Pharmaceutical Design*, 12(13): 1637-1643.
- Yaygın, H. 1999.** Yoğurt Yapımında Saf Kültür Kullanımı ve Önemi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Ankara, s. 83-94.

- Zayas, J.F. 1997.** Foaming properties of proteins; Gelling properties of proteins, Ed.: Springer, V., Berlin, Germany, pp: 260-366.
- Zhu, H., Damodaran, S. 1994.** Heat-induced conformational changes in whey protein isolate and its relation to foaming properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(4): 846-855.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Berrak DELİKANLI
Doğum Yeri ve Tarihi : Balıkesir / 26.02.1986
Yabancı Dili : İngilizce
Eğitim Durumu
Lise : Bursa Erkek Lisesi (2000-2004)
Lisans : Uludağ Üniversitesi (2005-2010)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2010-2012)
Çalıştığı Kurum : ---
İletişim : berrakdelikanli@gmail.com
Yayımlar :

Özcan, T., Delikanlı, B. 2011. Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 77-78.

Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B., Yıldız, E. 2011. Bioavailability of food polyphenols. International Food Congresss-Novel Approaches in Food Industry, 26-29 Mayıs 2011, İzmir, 842-847.

Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B., Yıldız, E. 2011. The use of microorganisms for vanillin flavour production. International Food Congress-Novel Approaches in Food Industry, 26-29 Mayıs, İzmir, 4-9.

Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Yıldız, E., Delikanlı, B. 2011. Functional properties and anti-microbial activity of some macrofungal extract. International Food Congress-Novel Approaches in Food Industry, 26-29 Mayıs, İzmir, 10-15.

Delikanlı, B. 2011. Süt protein ürünlerinin gıdalardaki fonksiyonel etkileri. 2.Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 13 Mayıs, Bursa, 144-149.

Delikanlı, B., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T. 2012. *Thymus serpyllum*'un uçucu yağları ve fonksiyonel özellikleri. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, 192-194.

