

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ÜRETİMLERİNDE FARKLI TİP PEYNİRLERE AİT PEYNİRALTI SUYU
TOZLARI KULLANILAN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yaşar VURAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ÜRETİMLERİNDE FARKLI TİP PEYNİRLERE AİT PEYNİRALTI SUYU
TOZLARI KULLANILAN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yaşar VURAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜRETİMLERİNDE FARKLI TİP PEYNİRLERE AİT PEYNİRALTI SUYU
TOZLARI KULLANILAN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yaşar VURAL
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜRETİMLERİNDE FARKLI TİP PEYNİRLERE AİT PEYNİRALTI SUYU
TOZLARI KULLANILAN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yaşar VURAL
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 06/02/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Tuğba KÖK TAŞ

Doç. Dr. Muammer DEMİR

ÖZET

ÜRETİMLERİNDE FARKLI TİP PEYNİRLERE AİT PEYNİRALTI SUYU TOZLARI KULLANILAN YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yaşar VURAL

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Şubat 2023; 73 sayfa

Bu çalışmada, süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozunun, pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılması ve üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin karşılaştırmalı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada; beyaz, lor ve süzme peynirlerinin üretimi sırasında elde edilen peyniraltı suları ayrı olacak şekilde uygun proses şartlarında püskürmeli kurutucu kullanılarak toz haline getirilmiştir. Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından üretilen peyniraltı suyu tozlarının, ticari peyniraltı suyu tozunun ve süt tozunun fizikokimyasal özellikleri belirlenmiş ve bu tozlar pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimlerinde kullanılmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan sütün kurumadde miktarı; süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanılarak yaklaşık %12.5 olacak şekilde ayarlanmış ve pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir. Üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örnekleri 30 gün süresince 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH, titrasyon asitliği, nem, su aktivitesi, protein, laktoz, kül ve tuz değerlerinin sırasıyla 6.37-6.49, %0.063-0.197, %2.04-4.92, 0.180-0.260, %2.93-34.71, %40.25-71.58, %4.59-7.06 ve %0.82-1.88 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ana varyans kaynağı olarak örnek çeşidinin peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun partikül boyutu, ıslanabilirlik, yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk ile renk değerleri üzerine etkisinin $P<0.001$ önem düzeyinde olduğu saptanmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince azaldığı, titrasyon asitliği değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Kurumadde standardizasyonunda süzme, lor ve beyaz peynirlerine ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozları ile ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görünür viskozite değerlerinin sırasıyla 0.13, 0.15, 0.14, 0.15 ve 0.48 Pa.s olduğu belirlenmiştir. Reolojik analizler sonucunda örneklerin üslü yasa modeline uyan akış davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerine yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların sahip olduğu saptanmıştır. Pıhtısı

parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı ve sertlik puanları üzerine örnek çeşidinin istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.05$) etkisi olduğu, örneklerin serum ayrılması puanları arasında ise önemli bir farklılığın olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresince pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin ekşilik değerlerinin arttığı, tuzluluk değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Farklı peynirlere ait peyniraltı sularının ayrı ayrı kurutulması ile farklı bileşimlere ve özelliklere sahip peyniraltı suyu tozlarının elde edilebildiği ve söz konusu tozların kullanılacağı ürünlerin özelliklerinde farklılık oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Peynir, Peyniraltı Suyu, Peyniraltı Suyu Tozu, Püskürtmeli Kurutucu, Pıhtısı Parçalanmış Yoğurt.

JÜRİ: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Prof. Dr. Tuğba KÖK TAŞ

Doç. Dr. Muammer DEMİR

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF YOGHURT PRODUCED FROM WHEY POWDER OBTAINED BY DIFFERENT TYPES OF CHEESES

Yaşar VURAL

M.Sc. Thesis in Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

2023; 73 pages

This study aimed to use commercial whey powder, skim milk powder, and whey powders produced from ultrafiltrated white cheese whey, white pickled cheese whey, lor cheese whey in the production of stirred yoghurt and to compare physicochemical, microbiological and sensory properties of produced stirred yoghurts. In this study, wheys obtained during the production of white pickled cheese, lor cheese and ultrafiltrated white cheese were separately dried by using a spray dryer under appropriate process conditions. The physicochemical properties of whey powders produced from wheys obtained different types of cheeses, commercial whey powder and skim milk powder were determined and these powders were used in the production of stirred yoghurt. Dry matter of milk used in stirred yoghurt production was adjusted as approximately 12.5% by using of whey powders produced from wheys obtained during the production of white pickled cheese, lor cheese and ultrafiltrated white cheese, and by commercial whey powder and skim milk powder. The stirred yoghurt samples were stored at 4°C for 30 days, and physicochemical, microbiological and sensorial properties of the stirred yoghurt samples were determined on days 1, 15 and 30 of the storage.

The mean pH, titratable acidity, moisture, water activity, protein, lactose, ash and salt values of whey powders and skim milk powders ranged between 6.37 and 6.49%, 0.063% and 0.197%, 2.04% and 4.92%, 0.180 and 0.260, 2.93% and 34.71%, %40.25% and 71.58%, 4.59% and 7.06% and 0.82% and 1.88%, respectively. The effects of type of samples as the main variation source on the particle size, wettability, bulk density, tapped density, and colour values of the whey powders and skim milk powder were found be statistically significant ($P<0.001$). In the stirred yoghurt samples, the pH values decreased, and the titratable acidity values increased during the storage period. The apparent viscosity values of the stirred yoghurt samples produced using whey powders produced from wheys obtained during the production of white pickled cheese, lor cheese and ultrafiltrated white cheese, and commercial whey powder and skim milk powder were determined as 0.13, 0.15, 0.14, 0.15 and 0.48 Pa.s, respectively. Based on the results of rheological analysis, the power law model was more accurate for the stirred yoghurt samples. The highest number and perimeter of grains and visual roughness values were obtained by the stirred yoghurts produced using the skim milk powder. When the sensorial analysis results of the stirred yoghurt samples were examined, it was determined that the average color, visual consistency, particulate structure, serum separation and hardness scores of the samples were affected by the sample type at a statistically significant level ($P<0.05$), while there was no significant difference ($P>0.05$) in the serum

separation scores. It was found that the sourness values of the stirred yoghurt samples increased and the salinity values decreased during the storage period. It has been evaluated that whey powders with different compositions and properties can be obtained by drying wheys obtained from different cheeses and that these powders may create differences in the properties of the products to be used.

KEYWORDS: Cheese, Whey, Whey Powder, Spray Dryer, Stirred Yoghurt.

COMMITTEE: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Prof. Dr. Tuğba KÖK TAŞ

Assoc. Prof. Dr. Muammer DEMİR



ÖNSÖZ

Bu çalışmada, her yaş grubu için beslenmede önemli bir yeri olan, besin değeri yüksek, fonksiyonel özellikleri açısından doğal bağırsak florasını koruyan, laktoz intoleranslı bireylerce kolaylıkla tüketilebilen pıhtısı parçalanmış yoğurdun üretiminde farklı peynirlerden elde edilen peyniraltı suyu tozları kullanılmıştır. Üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerinin belirlendiği bu çalışmanın sonuçlarının süt endüstrisindeki yeni ürün geliştirme çalışmaları için katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada özellikle benimle her türlü fikrini, bilgi ve tecrübesini esirgmeden paylaştan Danışman Hocam Prof. Dr. Sayın Ahmet KÜÇÜKÇETİN'e, tam desteği ve emeğiyle yanımda hissettiğim Dr. Öğr. Üyesi Sayın Fırze ERGİN ZEREN'e, Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nün tüm öğretim üyelerine, desteğiyle tezimde büyük emeği olan birlikte çalışma fırsatı bulduğum doktora öğrencisi Esin ÖZEL'e, bünyesinde hizmet ettiğim, bu çalışmayı gerçekleştirirken tüm koşulları sağlayıp olanak tanıyan, her zaman güven ve vizyonuyla yürüdüğüm yolda, yapmak istediklerime destek ve öncülük eden Ekici Peynir ailesine, birlikte çalıştığım ekibime, çalışma arkadaşlarıma ve yöneticim Sayın Burçin EKİCİ'ye teşekkür ederim.

Son olarak, yaşamım boyunca sevgi ve şefkâtiyle birlikte büyüdüğüm, beni ben yapan değerlerimi öğreten, tüm eğitimimi üstlenen, sahip olduklarımda en büyük payın sahibi rahmetli dedem Ali VURAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Peynir	4
2.2. Peyniraltı suyu	6
2.3. Peyniraltı suyu tozu.....	9
2.4. Yoğurt	11
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	15
3.2.1. Farklı peynirlerin sularından peyniraltı suyu tozu üretimleri	15
3.2.2. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimi	16
3.2.3. Analiz yöntemleri.....	17
3.2.3.1. Peyniraltı suyu tozlarında ve yağsız süt tozunda yapılan analizler.....	17
3.2.3.2. Sütte yapılan analizler.....	18
3.2.3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan analizler.....	19
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	24
4.1. Peyniraltı suyu tozlarında ve yağsız süt tozunda yapılan analizlere ait sonuçlar	24
4.1.1. pH ve titrasyon asitliği değerleri	24
4.1.2. Nem, su aktivitesi, protein, laktoz, tuz ve kül değerleri	25
4.1.3. Partikül boyutu analizi sonuçları.....	30
4.1.4. Çözünübilirlik ve ıslanabilirlik değerleri	34
4.1.5. Yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri	36
4.1.6. Renk analizi sonuçları.....	38

4.2. Süt analizi sonuçları.....	41
4.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonuçları.....	42
4.3.1. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait kurumadde, protein ve kül değerleri.....	42
4.3.2. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri.....	43
4.3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait reolojik analiz sonuçları	47
4.3.4. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait görsel analizlerin sonuçları	50
4.3.5. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları	53
4.3.6. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait duyu analizi sonuçları	56
5. SONUÇLAR.....	63
6. KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	74

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Üretimlerinde farklı tip peynirlere ait peyniraltı suyu tozları kullanılan yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değışlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

16/02/2023

Yaşar VURAL



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
cP	: Centi-poise
dk	: Dakika
g	: Gram
kDa	: Kilo dalton
kg	: Kilogram
L	: Litre
m/s	: Metre bölü saniye
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapascal
mPa.s ⁿ	: Mili paskal saniye üzeri akış davranış indeksi
N	: Newton
nm	: Nanometre
Pa	: Paskal
Pa.s	: Paskal saniye
Pa/s	: Paskal bölü saniye
R ²	: Regresyon katsayısı
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
s	: Saniye
sa	: Saat

Kısaltmalar

F	: F değeri
KO	: Kareler ortalaması
PAS	: Peyniraltı suyu
PAST	: Peyniraltı suyu tozu
SD	: Serbestlik derecesi
TS	: Türk Standartları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Süt endüstrisi atık sularının bileşenleri	7
Şekil 2.2. Peyniraltı suyunun bileşimi	8
Şekil 2.3. Bütünleşik UF+NF ve UF+NF+Ters Osmoz (TO) işlemleri ile peyniraltı suyu bileşenlerinin ayrılması	9
Şekil 2.4. Püskürtmeli kurutucu şematik diyagramı	10
Şekil 4.1. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ve titrasyon asitliği değerleri.	24
Şekil 4.2. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerleri.	26
Şekil 4.3. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ve laktoz değerleri.	27
Şekil 4.4. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ve tuz değerleri.	29
Şekil 4.5. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D[4.3] ve D[3.2] değerleri.	31
Şekil 4.6. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama spesifik yüzey alanı değerleri.	31
Şekil 4.7. Peyniraltı suyu tozları ve süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ve $D_{0.9}$ değerleri.	33
Şekil 4.8. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünübilirlik ve ıslanabilirlik değerleri.	35
Şekil 4.9. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri.	37
Şekil 4.10. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L ve b değerleri.	39
Şekil 4.11. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama a değerleri.	39
Şekil 4.12. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görselleri	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Tatlı ve ekşi peyniraltı suyunun bileşimi (g/L)	7
Çizelge 3.1. Peyniraltı suyu tozu üretim akışı	16
Çizelge 3.2. Örnek isimleri	17
Çizelge 3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt duyusal analiz formu	20
Çizelge 4.1. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun pH ve titrasyon asitliği değerlerine (%) ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.2. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ile titrasyon asitliği değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	25
Çizelge 4.3. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun nem ve su aktivitesi değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.4. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerleri	27
Çizelge 4.5. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun protein ve laktoz değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.6. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ile laktoz değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	28
Çizelge 4.7. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun kül ve tuz değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.8. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ile tuz değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	30
Çizelge 4.9. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun D [4,3], D [3,2] ve spesifik yüzey alanı değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.10. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D [4,3] ve D [3,2] değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	32
Çizelge 4.11. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.12. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	34
Çizelge 4.13. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun çözünübilirlik ve ıslanabilirlik değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.14. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünübilirlik ile ıslanabilirlik değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	36
Çizelge 4.15. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.16. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ile sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	38

Çizelge 4.17. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun L, a ve b değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.18. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L, a ile b değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	40
Çizelge 4.19. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün ve kurumaddesi farklı peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile ayarlanan yoğurt sütlerinin ortalama yağsız kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları ile pH ve titrasyon asitliği değerleri	41
Çizelge 4.20. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların kurumadde, protein ve kül değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.21. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama protein değerleri.....	43
Çizelge 4.22. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri.....	44
Çizelge 4.23. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.24. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ortalama pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.25. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri.....	47
Çizelge 4.26. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.27. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.28. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.29. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait granül sayısı,	

granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	51
Çizelge 4.30. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama <i>Streptococcus thermophilus</i> ve <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> değerleri	53
Çizelge 4.31. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlardaki <i>Streptococcus thermophilus</i> ve <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayılarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.32. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlardaki ortalama <i>Streptococcus thermophilus</i> ve <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayılarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	55
Çizelge 4.33. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik puanları.....	57
Çizelge 4.34. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların renk ve görsel kıvam değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.35. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.36. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı ve sertlik puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.37. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanları.....	60
Çizelge 4.38. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ekşilik, tatlılık ve tuzluluk puanlarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.39. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların peynir tadı ve yağlılık puanlarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları.....	61

Çizelge 4.40. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama ekşilik, tatlılık ve tuzluluk puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları 62



1. GİRİŞ

Kaliteli beslenebilmek ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için süt ve süt ürünleri, besinsel değerleri ve fonksiyonel özellikleri ile önemli kaynaktır. Sütün besin ögesi içeriği elde edildiği hayvan türüne göre farklılık göstermekle birlikte, ortalama %88'i su olan inek sütü 100'den fazla farklı bileşen içermektedir. İnek sütü ortalama %3.0-3.5 oranında protein içermektedir. İnek sütünün protein içeriği genel olarak kazein (~%80) ve peyniraltı suyu proteinlerinden (PAS, ~%20) oluşmaktadır. Lösin, izolösin, valin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, lizin gibi elzem amino asit içeriği yüksek olan süt proteini, kaliteli protein olarak kabul edilmekte ve gıdalardaki protein kalitesinin değerlendirilmesinde standart referans olarak kullanılmaktadır (Ünal vd. 2008). Dünya üzerinde 6 milyardan fazla insan süt ve süt ürünleri tüketmektedir. Ayrıca 1960'lardan günümüze özellikle gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen süt tüketiminin iki kat artış gösterdiği bildirilmiştir. Dünyadaki süt üretim miktarı, 2014 yılından 2020 yılına %3'lük artış göstererek 910 milyon tona ulaşmıştır (Anonim 2023).

Peynir, hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren süt ürünüdür (Anonim 2015a). Peyniraltı suyu; kendine has koku ve sarımtırak-yeşilimsi rengiyle peynir üretimi sırasında ortaya çıkan bir atık (yan ürün) olmakla beraber, besin değeri açısından oldukça zengindir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre; peyniraltı suyu, pıhtı kesimi sonrasında pıhtıdan ayrılan ve teleme dışında kalan yan ürün olarak ifade edilmektedir (Anonim 2015a). Peyniraltı suyunun keşfedilmesi ve kullanımı antik Yunan çağına kadar uzanmaktadır. M.Ö. 460'da Hipokrat, hastalıkların tedavisinde peyniraltı suyunun kullanımının fayda sağlayabileceğini bildirmiştir. 19. yüzyılın ortalarında Batı Avrupa'da bazı hastalıklar için peyniraltı suyu ile tedavilere başlanmış ve 400'ün üzerinde tedavi merkezi açılmıştır. 1940'lı yılların sonlarında ise Orta Avrupa'da sindirim güçlükleri, romatizmal hastalıklar, gut hastalığı, kansızlık, karaciğer rahatsızlıkları ve tüberküloz da dahil olmak üzere pek çok hastalığın tedavisinde günde 1500 g peyniraltı suyu tüketilmesi odaklı tedavi biçimleri uygulanmaya başlanmıştır (Holsinger vd. 1989). Beslenme açısından hayvansal proteinlere duyulan talep göz önüne alındığında, içeriğindeki peyniraltı suyu proteinlerinden dolayı peyniraltı suyunun değerlendirilmesi ilgi çeken bir araştırma konusudur (Esen ve Güzeller 2019).

Ulusal Süt Konseyi tarafından yayımlanan süt ve süt ürünleri yıllık üretim rakamlarına göre 2020 yılında toplam peyniraltı suyu tozu miktarı 3.2 bin ton olarak belirtilmiştir (Anonim 2023). Yıllık üretilen peyniraltı suyu tozu miktarı dikkate alındığında; bu kadar yüksek miktarlarda elde edilen ve içerisinde peyniraltı suyu proteinleri gibi oldukça zengin gıda bileşenleri bulunduran peyniraltı suyu gibi bir yan ürünün, deşarj edilmesi ya da imha edilmesi ekonomik açıdan büyük bir kayıp olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bileşiminde yer alan organik madde içeriğinden dolayı peyniraltı suyunun biyolojik ve kimyasal oksijen ihtiyacı oldukça yüksektir. Bu nedenle, peyniraltı suyu doğal ortama verildiğinde ortamdaki oksijeni tüketmekte ve ekosistemin

doğal dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) değeri, deşarj edilen sulardaki organik bileşenlerin parçalanabilmesi için mikroorganizmaların ihtiyacı olan oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Peyniraltı suyunun BOİ değeri 32 g O₂/L'dir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre 1 L peyniraltı suyunun çevreye verdiği zarar, 40-45 kişinin oluşturduğu çevresel zarar ile eşdeğerdir. Söz konusu Bakanlığın tavsiyesine göre, besin içeriği zengin olan peyniraltı suyu değerlendirilmeli (peyniraltı suyu tozuna işlenmeli vb.) ve kesinlikle kanalizasyonlara deşarj edilememelidir (Anonim 2018). Birçok ülkede yapılan mevzuat düzenlemeleri ile besinsel değeri yüksek ve farklı gıdaların üretiminde kullanılabilecek nitelikte olan peyniraltı suyunun hiçbir işleme tabi tutulmadan doğrudan çevreye atılması yasaklanmış ve böylelikle hem bir çevre sorununa çözüm sağlanmaya hem de ekonomik kayıpların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Ülkemizde de son yıllarda sütçülük yan ürünlerinin değerlendirilmesine büyük önem verilmiş, süt endüstrisi ile birlikte yan ürün sanayisi de gelişmeye başlamıştır (Masatçıoğlu vd. 2020).

Peyniraltı suyunun %95 oranında su içermesi hacimsel olarak depolanmasını kısıtlamakta ve çabuk bozulmasına neden olmaktadır (Anonim 2016). Peyniraltı suyunun değerlendirilmesinde yüksek su içeriği nedeni ile genellikle kurutma ve yoğunlaştırma işlemleri tercih edilmektedir. Süt sektöründe en yaygın kullanılan kurutma yöntemi, püskürtmeli kurutmadır. Bu yöntemde sıvı ürüne, kurutucularda belirli normlarda sıcaklık ve basınç uygulanmakta ve sıvı ürün toz forma dönüştürülmektedir. Böylelikle ürünün raf ömrü artarken depolama ve taşıma için ağırlık ve hacim azalması da sağlanmaktadır (Kaya 2019). Peyniraltı suyu tozu gıda sektöründe; dondurma, yoğurt, çikolata, bisküvi, cips, hazır çorba, puding, bebek maması ve sporcu gıdaları gibi birçok paketli ürünün üretiminde ve ayrıca hayvan yemlerine karıştırılarak kullanılmaktadır (Anonim 2014). Peyniraltı suyunun ve tozunun süt endüstrisinde kullanımı yaygın olup özellikle yoğurtta kullanımı üzerine bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Bryan vd. 2019, Fang vd. 2019).

Keşfedilmesinden günümüze kadar insan beslenmesi ve sağlığına olan olumlu etkilerinden dolayı yoğurt ve peynir, süt ürünleri içerisinde en çok tercih edilen ürünlerin başında gelmektedir (Farg vd. 2021). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt, fermentasyonda spesifik starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un birlikte kullanıldığı, inkübasyon sonrasında pıhtısı karıştırılarak kırılmamış (set) ya da kırılmış (stirred) formda elde edilen ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürünüdür (Anonim 2022a). Ülkemizde yoğurt üretimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %1.7 oranında artarak 1.12 milyon tona, kişi başı yoğurt tüketimi ise 29 kg'a ulaşmıştır (Anonim 2023). Yoğurt yapısını oluşturan jelleşmenin temelini, kazeinin pıhtılaşarak kararsız forma geçmesi ve tekrar bir araya gelmesi oluşturmaktadır. Bununla birlikte denatüre peyniraltı suyu proteinlerinin kazein ile oluşturduğu hidrojen ve disülfid bağları da jel oluşumuna katkı sağlamaktadır (Damin vd. 2009). Yoğurdun hem besin değerinin zenginleştirilmesi hem de yapısının iyileştirilmesi amacıyla peyniraltı suyu tozunun yoğurt üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir (Ghanimah 2018).

Konu ile ilgili elde edilen tüm bilgiler ışığında, farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarının pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanımının araştırılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmada; süzme peynirine ait

peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozunun pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılması ve üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin karşılaştırmalı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK TARAMASI

Gıda ve tıp alanlarındaki bilimsel gelişmeler ve buna bağlı olarak önleyici sağlık uygulamalarının öneminin anlaşılmasıyla tüketicilerin beslenme bilinci artmıştır. Sağlıklı ve dengeli beslenmeye verilen önemle birlikte bireyler gıda tercihlerini vücudun temel besin öğelerini karşılayan, hastalıklardan koruyan ve hastalıkların tedavisinde kullanılan gıdalardan yana kullanmaktadırlar (Saçkesen ve Ocak 2019). Bu nedenle içerdiği protein, biyoaktif bileşenler, esansiyel yağ asitleri, mineral maddeler ve suda çözünen vitaminler açısından besleyici değeri yüksek olan süt ve süt ürünlerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Süt endüstrisi, oluşan talep nedeni ile günden güne büyüyen bir sektör haline gelmektedir (Chokshi vd. 2016, Anonim 2023). Tüm bireyler için temel gıda maddelerinden biri olan sütün vücutta en iyi değerlendirilme şekli doğrudan içme sütü olarak tüketilmesidir. Ancak süt, yüksek hacmi nedeniyle taşınması zor, ayrıca içerdiği su miktarı ve nötre yakın pH değeriyle mikroorganizmaların gelişimine uygun olmasına bağlı olarak çabuk bozulan bir gıdadır. Söz konusu nedenlerden dolayı süt farklı özellikte dayanıklı süt ürünlerine işlenerek tüketicilere sunulmaktadır (Üçüncü 2010).

2.1. Peynir

Süt ürünleri arasında tüketicilerin en çok tercih ettiği ürünlerin başında peynir gelmektedir. Peynir farklı tekstür, biçim, lezzet ve çeşitte olacak şekilde üretilmektedir. Peynirin keşfedilmesinin, yaklaşık 8000 yıl önce Mezopotamya’da bazı hayvanların evcilleştirilmesine dayandığı düşünülmektedir. İnsanoğlu zamanla evcil hayvanların yavruları için ürettiği sütün besleyici değerini anlamış ve sütü bu anlamda değerlendirmeye başlamıştır (Akın 2010). Sütün mikroorganizmalar için de uygun bir besi ortamı olması ve bazı bakteri türlerinin (*Lactococcus*, *Lactobacillus* vb.) enerji elde edebilmek için süt şekeri olan laktozu kullanarak laktik asit üretmeleri fermente süt ürünlerinin tesadüfen de olsa üretilmesinin kapısını açmıştır (Fox 1993). Peynir, yüksek biyolojik değere sahip bir süt ürünüdür (Ektik 2022). Peynirin beslenme fizyolojisi açısından önemi, çeşidine göre %10-15 arasında değişen oranda protein ile esansiyel yağ asitlerini içeren süt yağından kaynaklanmaktadır. Kalsiyum ve fosfor gibi mineral maddelerin yanı sıra, A, B₂, B₆ ve B₁₂ vitaminlerince zenginliği ve geniş çeşitliliği peynirin tüm dünyada tercih edilen bir süt ürünü olmasını sağlamaktadır (Üçüncü 2004).

Genel olarak peynir üretimi, süte peynir mayası ile birlikte yeterli miktarda starter kültür aşılama suretiyle gerçekleştirilmektedir. Elde edilen pıhtıdan peyniraltı suyu ayrılma ve belirli bir süre olgunlaştırılarak peynir elde edilmektedir (Salih 2022). Sütün standardizasyonu, pastörizasyon, starter kültür aşılama, pıhtılaşma ve pıhtının işlenmesi, pıhtının karıştırılması ve sinerezis, peyniraltı suyunun uzaklaştırılması ve presleme, birçok farklı peynirin üretilmesinde temel işlem basamaklarını oluşturmaktadır (Law ve Tamime 2010). Dünyada 2 bin ile 4 bin arasında peynir çeşidi olduğunu bildirilmektedir (Anonim 2023). Peynir üretiminde kullanılan sütün elde edildiği hayvan türü (inek, koyun, keçi, manda vb), sütün yağ oranı (tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı ve yağsız), sütün ısıl işlem görüp görmemesi (çiğ süt veya ısıl işlem), sütte pıhtı oluşturma yöntemi (asit veya enzim), peynirin tekstürel yapısı (çok sert, sert ve yumuşak), tuz miktarı (tuzlu ve tuzsuz), olgunlaşma süresi (taze, olgun ve yarı olgun) ve katkı maddeleri (çeşitli baharat ve otlar) peynir çeşitliliğinin oluşmasının temel etkenleridir (Karahancı 2018). Türkiye’de başta beyaz peynir olmak üzere kaşar peyniri ve tulum peynirinin yanı

sıra lor peyniri, otlı peynir, dil peyniri, çökelek gibi pek çok çeşitte peynir üretimi gerçekleştirilmektedir (Karaahançer 2018).

Ülkemizde beyaz peynir en fazla üretimi yapılan peynir olup tüketici tercihi bakımından ilk sırada yer almaktadır. Bu nedenle beyaz peynir ülkemizde oldukça büyük ekonomik değere sahiptir. Türkiye’de üretilen beyaz peynir yumuşak veya yarı sert dokulu ve salamurada tuzlanarak elde edilen geleneksel bir peynir olmakla birlikte bu peynir, Mısır’da Domiati, Yunanistan ve Romanya’da Teleme, Bulgaristan’da Bjalo olarak bilinmektedir (Karagül Yüceer vd. 2006). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’ne göre beyaz peynir, “Hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015a). Ayrıca beyaz peynir; Edirne peyniri, salamura peyniri ve teneke peyniri adlarıyla da bilinmektedir (Kamber 2015).

Taze olarak tüketilen lor peyniri ise, ülkemizde yalnızca peyniraltı suyundan veya peyniraltı suyuna %10-30 oranında süt ilave edilerek, tuzlu ya da tuzsuz olarak üretilen yumuşak bir peynir olarak tanımlanmaktadır. Renk, tat ve kokusunun; içerisine süt ilave edilip edilmediğine veya peyniraltı suyunun niteliğine ve çeşidine göre değiştiği bildirilmektedir (Altınay Uysal 2022).

Son yıllarda peynir üretim teknolojisinde membran filtrasyon uygulamaları ile süzme peynir üretiminde gelişmeler sağlanmıştır. Ayırma, zenginleştirme ve fraksiyonlara ayırma gibi amaçlar ile kullanılan membran filtrasyon sistemlerinden biri olan ultrafiltrasyon 1-200 kDa arası moleküler ağırlığa sahip maddelerin ayırımında kullanılmaktadır. Geleneksel peynir üretiminde pıhtılaşmayan ve önemli bir kısmı peyniraltı suyunda kalan peyniraltı suyu proteinleri, peynir üretiminde kullanılacak sütün ultrafiltrasyonu ile peynirin bileşiminde tutulmakta ve böylelikle randıman artışı olmasının yanı sıra ultrafiltrasyon işleminin düşük sıcaklıkta yapılmasından dolayı da süt bileşenlerinin doğal yapısı korunmaktadır. Yapılan çalışmalar ile geleneksel peynir üretimine göre ultrafiltre edilen sütler kullanılarak üretilen peynirlerin daha pürüzsüz yapıya ve daha zengin aromaya sahip oldukları ve aynı zamanda depolama süresince peynirlerin duyuusal niteliklerinin daha iyi korunduğu bildirilmiştir (Demiral 2022).

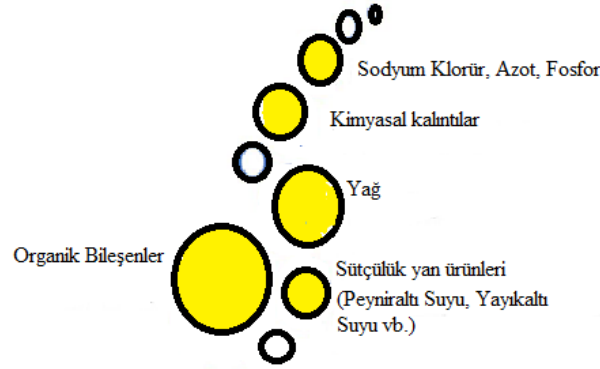
Peynir üretiminde kullanılan hammaddenin özelliklerinin, işlemlerin ve işlem koşullarının değiştirilmesiyle farklı çeşitlerde peynirler üretilbildiği gibi üretilen peynirlerin ve peynirlerin üretiminden sonra açığa çıkan peyniraltı sularının bileşimi ve karakteristik özellikleri de farklılık gösterebilmektedir (Yetişmeyen vd. 1995). Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, süte uygulanan homojenizasyon işlemi ve ısıl işlemin beyaz peynir ve peyniraltı suyunun bileşimleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada, sütler üç kısma ayrılmış ve bir kısım süte homojenizasyon işlemi uygulanmamış, diğer kısım sütler 10 MPa ve 20 MPa basınç değerlerinde homojenizasyon işlemi uygulanmıştır. Sonra her kısım süt tekrar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup sütler 65°C’de 30 dakika ısıl işleme maruz bırakıldıktan sonra, ikinci grup sütler ise ısıl işlem uygulanmaksızın beyaz peynire işlenmiştir. Homojenizasyon işlemi uygulanan sütlerle üretilen beyaz peynir örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ oranları, homojenizasyon işlemi uygulanmayan sütlerden üretilen peynir örneklerine göre yüksek bulunurken, kurumaddede protein ve kurumaddede kül oranlarının ise düşük olduğu

tespit edilmiştir. Süte uygulanan ısıt işleminin peynir örneklerinin kül ve kalsiyum miktarlarını arttırdığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, süte uygulanan homojenizasyon işlemi ve ısıt işlemin beyaz peynirin bileşimi üzerine etkisinin olumlu olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, peynir sütüne farklı basınç değerlerinde uygulanan homojenizasyon işleminin ve ısıt işlemin peynir bileşimindeki değişikliklere bağlı olarak peyniraltı suyu bileşimine de doğrudan etki ettiği saptanmıştır. Çiğ süttten üretilen beyaz peynirlerin üretiminden elde edilen peyniraltı suyunun kurumadde, protein, yağ, kül ve kalsiyum değerlerinin sırasıyla %6.55-6.93, %0.98-1.04, %0.05-0.40, %0.54-0.58 ve 422.8-506.5 mg/kg arasında, ısıt işlem uygulanan süttten üretilen beyaz peynirlerin üretiminden elde edilen peyniraltı suyunda söz konusu değerlerin sırasıyla %6.30-6.82, %0.96-1.04, %0.05-0.45, %0.49-0.51 ve 299.8-384.1 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Tunçtürk vd. 2010).

2.2. Peyniraltı suyu

Peynir ve kazein üretimleri sırasında oluşan peyniraltı suyu, süt endüstrisinin en önemli yan ürünüdür. Peyniraltı suyu; peynir üretimi sırasında süttün pıhtılaştırılması sonrası pıhtıdan ayrılan ve teleme dışında kalan, yarı şeffaf yapıda ve yeşilimsi-sarı renkte olan sıvı olarak ifade edilmektedir (Ertürk ve Özgen 2021).

Peynir üretiminde kullanılan her 100 kg süttün yaklaşık 80-90 kg'ı peyniraltı suyuna dönüşmektedir. Pek çok ülkede süt ve süt ürünlerine olan talep, peynir üretim miktarını arttırmakta ve buna bağlı olarak peyniraltı suyu miktarında da artış meydana gelmektedir. Fakat bu artış ciddi bir atık yönetim sorunu oluşturmaktadır (Uygun 2019). Bu nedenle, ekonomik bir değere dönüştürmek ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla peyniraltı suyunun değerlendirilmesi son derece önemlidir. Peyniraltı suyu içerdiği yüksek organik madde miktarı ile süt endüstrisi atıklarının 1/3'ünü oluşturmaktadır (Şekil 1). BOİ/KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) değerlerinin yüksek olması nedeniyle ana kirleticilerdendir (Chatzipaschali ve Stamatis 2012). Çevre kirlenmesinde kriter olarak kullanılan BOİ; mikroorganizmaların kirli ve atık sularda organik maddeleri parçalamak için kullandığı oksijen miktarı olarak ifade edilmektedir. KOİ ise, yüzey suyu veya atık suda bulunan organik maddelerin kimyasal olarak oksitlenmesi için gerekli olan oksijen ihtiyacı olarak tanımlanmaktadır (Şerifoğlu 2021). Peyniraltı suyunun biyolojik oksijen ihtiyacı 39000 ile 48000 ppm arasında değişmektedir (Özdemir 2018). Dünyada ortalama 180 ile 190 milyon ton/yıl peyniraltı suyu elde edildiği tahmin edilmektedir. Ortalama 10 ton süttü peynire işleyen ve arta kalan yaklaşık 8 ton peyniraltı suyunu değerlendirmeden çevreye döken bir süt işletmesinin yaklaşık 8000 bin nüfuslu bir kentin çevreye verdiği zararlar aynı düzeyde bir çevre kirliliğine yol açtığı bildirilmektedir (Yüksel vd. 2019). Peyniraltı suyu uygun bir şekilde işlenmeden doğrudan toprağa ya da kanalizasyona bırakılırsa ekosistemde bulunan doğal hayata zarar vermekte ve birçok canlının yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle süt atıklarının fizikokimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri ile işlenmesi gerekmektedir (Chatzipaschali ve Stamatis 2012).



Şekil 2.1. Süt endüstrisi atık sularının bileşenleri (Özcan ve Harputlugil 2021'den modifiye edilmiştir).

Peynir işletmelerinde peyniraltı suyu farklı kaynaklardan elde edilmektedir. Sütün laktik asit bakterileriyle asitlendirilmesi veya süte organik asit katılması yöntemiyle peynir üretiminde açığa çıkan peyniraltı suyu “ekşi peyniraltı suyu” ya da “asit peyniraltı suyu”, peynir üretiminde pıhtılaştırıcı ajan olarak peynir mayası enzimi (rennet) kullanılması durumunda ortaya çıkan peyniraltı suyu “tatlı peynir suyu” ya da “maya peyniraltı suyu”, kaşar peyniri yapımında telemenin haşlanması sonucu ortaya çıkan peyniraltı suyu “haşlama suyu” veya “kaşar peyniri suyu” ve kazein üretilmesi sonucu oluşan peyniraltı suyu “teknik peyniraltı suyu” olarak adlandırılmaktadır (Dinçoğlu ve Ardıç 2012).

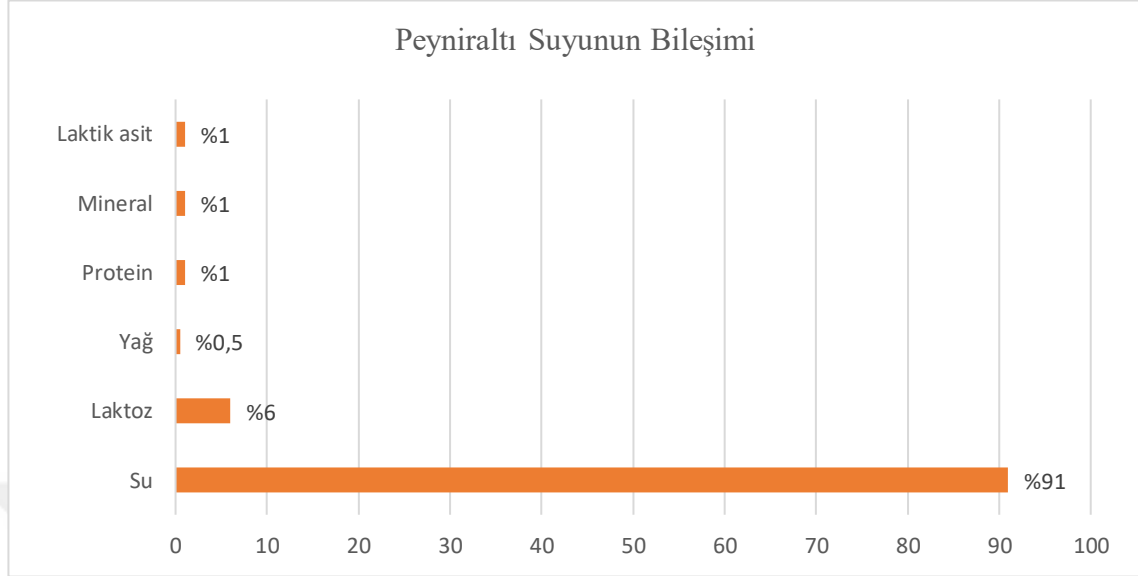
Çizelge 1’de tatlı ve ekşi peyniraltı sularının bileşimi görülmektedir. Bileşimi ve özellikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretilen peynirin çeşidine göre değişen peyniraltı suyu sütün kurumaddesinin yaklaşık yarısını içermektedir. Peyniraltı suyunun yüksek kalitede protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral madde içeriği açısından zengin olması besin değerini arttırmaktadır (Yüksel vd. 2019).

Çizelge 2.1. Tatlı ve ekşi peyniraltı suyunun bileşimi (g/L) (Yerlikaya vd. 2010)

Bileşen	Tatlı peyniraltı suyu	Ekşi peyniraltı suyu
Laktoz	46.0-52.0	44.0-46.0
Protein	6.0-10.0	6.0-8.0
Kalsiyum	0.4-0.6	1.2-1.6
Fosfat	1.0-3.0	2.0-4.5
Laktat	2.0	6.4
Klorür	1.1	1.1

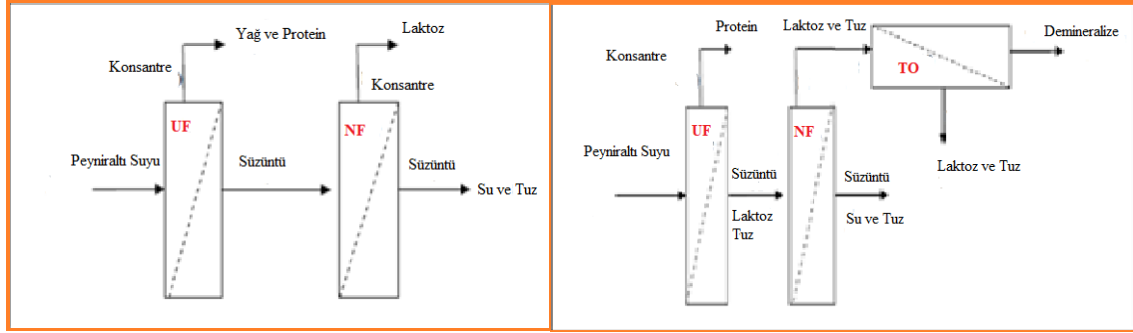
Peyniraltı suyunun kurumadde içeriği yaklaşık %5-9 olmakla birlikte, kurumaddenin %67’sini laktoz, %12’sini peyniraltı suyu proteinleri ve geri kalanını mineral maddeler ile az miktarda yağ oluşturmaktadır (Özcan ve Harputlugil 2021) (Şekil 2). Peyniraltı suyunun yeşilimsi-sarı rengi, içermiş olduğu B₂ vitamininden kaynaklanmaktadır (Arasan 2020). Peyniraltı suyu proteinleri, farklı biyolojik değere ve molekül ağırlığına sahip majör ve minör proteinlerden oluşmaktadır. Majör peyniraltı suyu proteinlerini serum albümin, immunoglobülin, α -laktalbümin, β -laktoglobülin ve glikomakropeptidler, minör peyniraltı suyu proteinlerini ise lizozim, mikroglobülin,

laktoferrin, laktoperoksidaz, globünlere ve insülin benzeri büyüme faktörü oluşturmaktadır (Özcan ve Delikanlı 2011).



Şekil 2.2. Peyniraltı suyunun bileşimi (Özcan ve Harputlugil 2021'den modifiye edilmiştir).

Uzun yıllar atık olarak düşünülen peyniraltı suyu, yüksek besin değerine sahip olmasının son zamanlarda ön plana çıkması ile birlikte biyoaktif bileşenlerin ve fonksiyonel gıdaların üretilmesinde hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek kirletici kapasitesi olan bir yan ürünün katma değerli ürünlerin üretiminde ucuz bir hammadde olarak kullanılabilmesi endüstriyel açıdan şüphesiz ilgi çekicidir (Altınay Uysal 2022). Süt endüstrisinin ilgisine bağlı olarak çeşitli teknolojik yaklaşımlar sonucunda peyniraltı suyundan katma değeri yüksek ürünler elde edilebilmektedir. Peyniraltı suyunun işlenmesi için membran teknolojileri kullanılarak peyniraltı suyu demineralize edilmekte, fraksiyonlarına ayrılmakta ve evaporasyon işlemi ile konsantre edilerek veya püskürtmeli kurutma ile toz haline getirilerek ekonomik değere sahip ürünlere dönüştürülebilmektedir. Peyniraltı suyundan proteinlerin ayrılması mikrofiltreasyon (MF) ve ultrafiltreasyon (UF); laktoz ayrılması, nanofiltreasyon (NF) ve UF; mineral maddelerin ve diğer iyonların ayrılması, NF, elektodiyaliz (ED) ve iyon değiştirme (ID) gibi yöntemler veya bunların bütünleşik uygulamaları ile sağlanmaktadır (Şekil 3-4) (Özdemir vd. 2018). Peyniraltı suyu bileşenlerinin izolasyonu ve konsantre edilerek değerlendirilmesi, bileşimine katıldığı ürünün tekstürel ve duyu özelliklerinin iyileştirilmesinde ve yeni ürünlerin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Özcan ve Delikanlı 2011).



Şekil 2.3. Bütünleşik UF+NF ve UF+NF+Ters Osmoz (TO) işlemleri ile peyniraltı suyu bileşenlerinin ayrılması (Özdemir vd. 2018’den modifiye edilmiştir).

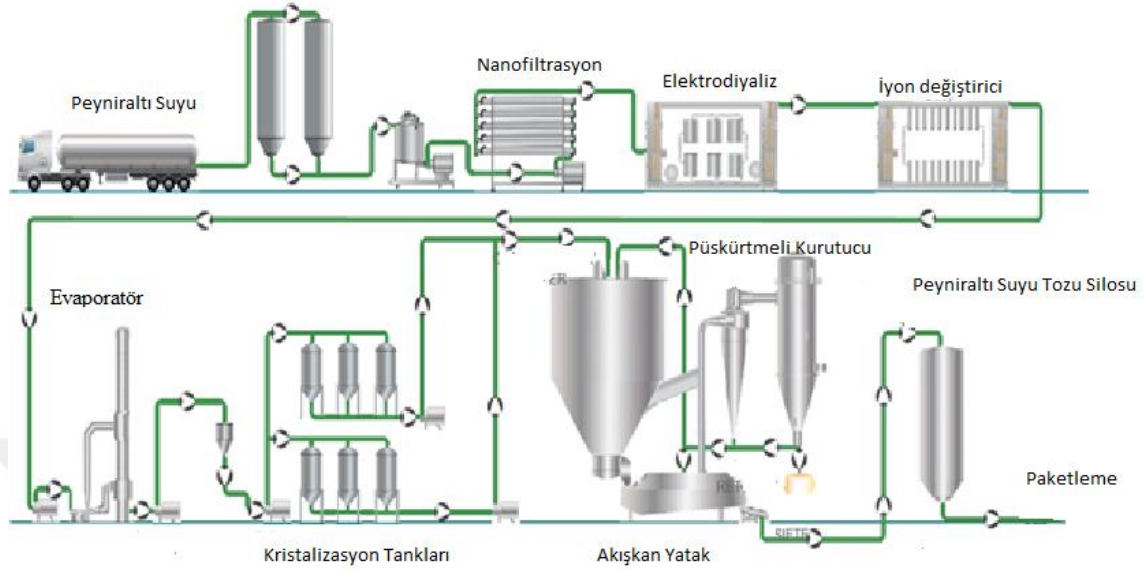
2.3. Peyniraltı suyu tozu

Peyniraltı suyunun yaklaşık %90-95 oranında su içermesi, hacimsel olarak depolanmasını kısıtlamakta ve çabuk bozulmasına neden olmaktadır (Anonim 2016). Peyniraltı suyunun kurutulmasıyla ürünün raf ömrü uzarken, depolama ve taşıma için ağırlık ve hacim azalması da sağlanmaktadır (Kaya 2019).

Gıda endüstrisinde peyniraltı suyundan en fazla üretilen toz formlar; peyniraltı suyu tozu (% 6-11 protein), peyniraltı suyu konsantratları (%34-98 protein) ve peyniraltı suyu izolatları (>%90 protein)’dır (Davis ve Foegeding 2007). Ticari olarak en çok kullanılan peyniraltı suyu ürünü, peyniraltı suyu tozudur. Peyniraltı suyunun işlenerek toz haline getirilmesiyle hem raf ömrü uzamakta hem de muhafazası, taşınabilirliği ve depolanması kolaylaşmaktadır. Kurutma işlemi peyniraltı suyunun yem ve gıda sektörlerinde yaygın bir kullanım alanı bulmasını sağlamıştır. Peyniraltı suyunun uygun şekilde kurutularak toz haline getirilmesi sonucunda, vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılayan, bazı hastalıkların oluşma riskini azaltıcı ve/veya bazı hastalıkların tedavi edilmesinde kullanılan bir gıda bileşeni olarak peyniraltı suyu tozu elde edilmiştir. Yoğurt, peynir, bebek mamaları, çikolata, unlu mamüller, işlenmiş et ürünleri, çorbalar, soslar, içecekler ve şekerlemeler gibi pek çok gıdanın üretiminde peyniraltı suyu tozu kullanılmaktadır (Aydoğdu 2022). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’ne göre peyniraltı suyu tozu; peyniraltı suyundan suyun uzaklaştırılmasıyla elde edilen ve son ürünlerdeki nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu toz ürün olarak ifade edilmektedir (Anonim 2015). Ulusal Süt Konseyi’nin yayımladığı raporda, dünya peyniraltı suyu tozu üretiminin bir önceki yıla göre %0.6 oranında artış göstererek 2020 yılında 3.2 milyon ton olduğu belirtilmiştir. Türkiye’de peyniraltı suyu tozu üretimi 2020 yılında 36.902 bin ton iken, 2021 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %45 oranında artarak 53.510 bin tona ulaşmıştır (Anonim 2023).

Gıda endüstrisinde pek çok kurutma yöntemi uygulanmaktadır. Fakat sıvı gıdaların toz formuna getirilmesinde en çok kullanılan kurutma yöntemi, püskürtmeli kurutucularla gerçekleştirilen kurutmadır (Şekil 4). Kurutma süresinin çok kısa olması püskürtmeli kurutma işleminin ısıya karşı hassas olan gıdaların/gıda bileşenlerinin kurutulmasında tercih edilme sebebidir. Ayrıca yüksek kapasiteli ve sürekli bir sistem olmasının yanında; şekil, nem içeriği ve partikül boyutu gibi özelliklerin kontrol edilebilir olması püskürtmeli kurutmanın önemli avantajlarından. Bu sistemde; sisteme giren sıvının, atomizer bölümüne pompalanması ve bu bölümde basınç uygulanarak

damlacıklar halinde sıcak ortama püskürtülmesiyle kurutma işlemi başlamaktadır. Damlacıkların sıcak hava ile teması sonrası kuruyarak toz haline gelmesi ve toz ürünün sistemden uzaklaşması ile kurutma işlemi sonlanmaktadır (Uçal 2020).



Şekil 2.4. Püskürtmeli kurutucu şematik diyagramı (Anonim 2022b)

Peynir üretimindeki işlem farklılıkları peyniraltı suyunun bileşimini ve söz konusu peyniraltı sularından elde edilen tozların fizikokimyasal özelliklerini etkilemektedir (Torres vd. 2019). Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, yoğurt üretiminden asit peyniraltı suyu, peynir üretiminden tatlı ve tuzlu peyniraltı suyu, çiğ süttten doğal peyniraltı suyu elde edildikten sonra ultrafiltrasyon ve diafiltrasyon sistemleri kullanılarak konsantre hale getirilmiştir. Dört farklı konsantre peyniraltı suyu 210°C giriş sıcaklığı ve 80°C çıkış sıcaklığında püskürtmeli kurutucuda kurutulmuştur. Elde edilen peyniraltı sularının ve peyniraltı suyu tozlarının kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. En yüksek Ca (%0.14) ve laktik asit (%0.6) asit peyniraltı sularında belirlenirken, en yüksek Na (%1.1) içeriği tuzlu peyniraltı suyunda tespit edilmiştir. Nem içerikleri doğal, tatlı, asit ve tuzlu peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozları için sırasıyla %5.5, %4.1 %5.7 ve %3.9; protein içerikleri ise sırasıyla %84.1, %61.8, %67.0 ve %10.9 olarak saptanmıştır. Doğal, tatlı, asit ve tuzlu peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarının partikül boyutları sırasıyla 22.4, 27.8, 22.8 ve 22.9 µm olarak belirlenmiştir. Tatlı peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun partikül boyutunun daha yüksek olmasının içerdiği yüksek kurumadde miktarından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca elektron taramalı mikroskop ile yapılan görüntüleme analizinde, kaynakları farklı olan peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarının yüzey yapılarının birbirlerinden farklı olduğu belirlenmiştir. Yüksek protein içeriğine bağlı olarak doğal peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun yüzey yapıları çöküntülü ve buruşuk, yüksek nem ve laktik asit içeriği ile ilişkili olarak asit peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ise topaklaşmış olarak görüntülenmiştir. Yoğurt ve peynir üretim aşamasındaki işlemlerin peyniraltı suyu tozlarının bileşimlerinde ve fiziksel özelliklerinde etkili olduğu değerlendirilmiştir (Nishanthi vd. 2017).

Fournaise vd. (2021) yaptıkları çalışmada, farklı peyniraltı suyu proteini/kazein oranlarında (100/0 (PM1), 79/21 (PM2), 57/43 (PM3), 35/65 (PM4) ve 12/88 (PM5)) ve %15 toplam kurumaddeye sahip peyniraltı sularını 200°C giriş, 85°C çıkış sıcaklığında olacak şekilde püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlardır. Çalışmada elde edilen beş farklı peyniraltı suyu tozunun fiziksel özellikleri incelenmiştir. PM1, PM2, PM3, PM4 ve PM5 örneklerine ait ortalama partikül boyutlarının (D_{90}) sırasıyla 31.02, 28.51, 33.81, 47.04 ve 51.33 μm olduğu ve kazein oranının artmasına bağlı olarak partikül boyutlarındaki artışın kuruma sırasında kazeinin damlacık yüzeyinde hızla kabuk oluşturmamasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. En düşük su içeriği (%3.78) ve su aktivitesi (0.16) değerlerinin PM4 örneğine; en düşük ıslanabilirlik (%3.26) ve çözünabilirlik (%40.12) değerlerinin ise PM5 örneğine ait olduğu saptanmıştır. Aynı üretim koşullarında kurutulan örneklerin su içerikleri arasındaki farkın peyniraltı suyu proteinlerinin ve kazeinlerin higroskopik özelliklerindeki farklılıktan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Kazein oranının artmasına bağlı olarak peyniraltı suyu tozlarının çözünürlük değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Peyniraltı suyu tozlarının protein içeriklerinin akış özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki etmediği, bununla birlikte daha büyük partikül boyutuna ve homojen dağılıma sahip olan tozların akabilirliklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Peyniraltı suyu tozu; çikolata, bisküvi, bebek maması gibi birçok üründe farklı amaçlarla kullanılmakla birlikte süt endüstrisinde peynir ve yoğurt üretiminde de kullanılabilmektedir (Çelik 2020).

2.4. Yoğurt

Gıda sektöründe pek çok alanda kullanım olanağı bulunan peyniraltı suyu konsantratu ve peyniraltı suyu tozunun süt ürünleri içinde en yaygın kullanıldığı ürünlerden biri yoğurttur. Yoğurdun yapısal özellikleri, tüketici kabulünü ve algılanan kaliteyi önemli düzeyde etkilemektedir (Peng vd. 2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun süt proteini miktarının en az kütlege %3, süt yağı miktarının ise en fazla kütlege %15 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2022a). Yoğurt, çok sayıda protein ağından oluşan yarı katı bir gıdadır. Yoğurt oluşumu sırasında laktozun yoğurt bakterileri (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) tarafından laktik aside dönüştürülmesiyle sütün asitliği artmaktadır. Sütün pH değerinin 6'nın altına düşmesiyle birlikte kazein miselinin yüzeyindeki negatif iyon yükü ve kazein miselleri arasındaki elektrostatik itme kuvveti azalmakta, ayrıca koloidal kalsiyum fosfat yapısı çözünmektedir. Böylece kazein miselinden ayrılan alt miseller arasında kazein-kazein interaksiyonu meydana gelmekte ve yoğurdun jel yapısı oluşmaktadır (Harindran ve Madhurima 2020). Ayrıca, peyniraltı suyu proteinleri (α -laktalbümin ve β -laktoglobulin) -SH ve -SS bağlarıyla κ -kazein ile etkileşime girmekte ve yoğurt jel yapısının stabilitesini arttırmaktadır (Adhikari 2022). Yoğurda sıkı bir yapı vererek serum ayrılmasını engellemek, farklı bir aroma kazandırmak, besleyici değerini arttırmak ve reolojik özelliklerini iyileştirmek gibi amaçlar ile yoğurt üretiminde %1-2 oranında olmak üzere peyniraltı suyu konsantratu ve peyniraltı suyu tozu, yağsız süt tozu ile birlikte kullanılabilmektedir (Ertürk ve Özgen 2021).

Yoğurt üretiminde peyniraltı suyu tozunun yağsız süt tozu yerine kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada; süte %3.0 oranında yağsız süt tozu (YST), peyniraltı suyu tozu (PAST) ve her iki tozun belirli oranlardaki karışımları eklenerek yoğurt üretilmiş ve üretilen yoğurtlar depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri bakımından incelenmiştir. A örneği, %3.0 YST; B örneği, %0.5

PAST ve %2.5 YST; C örneği; %1.0 PAST ve %2.0 YST; D örneği; %1.5 PAST ve %1.5 YST; E örneği, %2.0 PAST ve %1.0 YST; F örneği, %2.5 PAST ve %0.5 YST ve G örneği, %3.0 PAST içerecek şekilde üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre PAST ilavesinin yoğurt örneklerinin uçucu yağ asitleri ve tirozin miktarları ile viskozite ve serum ayrılması değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu bulunurken, laktik asit ve asetaldehit miktarları ile titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerinde önemli bir değişim meydana getirmediği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, panelistler tarafından en düşük ve en yüksek toplam puanlar sırasıyla G ve C örneklerine verilmiştir. Çalışma sonucunda %2.0'ye kadar PAST ilavesinin yoğurt üretiminde kullanılabileceği değerlendirilmiştir (Arslaner 2002).

Esen ve Güzeler (2019), süte %70 demineralize peyniraltı suyu tozu (PAST) ve yağsız süt tozu (YST) ilave ederek ürettikleri kefir yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini 21 gün depolama süresince incelemişlerdir. Çalışmada A örneği, %3.0 YST; B örneği, %1.0 PAST ve %2.0 YST; C örneği, %2.0 PAST ve %1.0 YST ve D örneği, %3.0 PAST ilave edilerek üretilmiştir. Depolamanın 1. gününde A, B, C ve D örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla %1.00, %0.94, %0.89 ve %0.88; asetaldehit miktarları sırasıyla 2.62, 2.66, 3.85 ve 3.58 ppm ve toplam uçucu yağ asidi miktarları ise sırasıyla 10.75, 10.92, 11.03 ve 10.62 NaOH/100 g olarak tespit edilmiştir. Örneklerin üretimlerinde kullanılan PAST oranının artmasına bağlı olarak titrasyon asitliği değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Serum ayrılması değerlerinin depolamanın 1. gününde A, B, C ve D örnekleri için sırasıyla %23.68, %26.27, %30.95 ve %35.80 olduğu saptanmıştır. Örneklerin viskozite değerlerinin PAST oranının artmasına bağlı olarak arttığı, titrasyon asitliği değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir. Duyusal özelliklere göre en çok beğeniyi B örneğinin aldığı belirlenmiştir.

Güven ve Karaca (2003), yaptıkları çalışmada evaporasyon ve yağsız süt tozu (YST), peyniraltı suyu tozu (PAST), yayıkaltı suyu tozu (YAST) ilavesi ile kurumaddesini yaklaşık %15'e standardize ettikleri sütlerden ürettikleri yoğurtların fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada A örneği, evaporasyon işlemi; B örneği, %3 YST; C örneği, %3 PAST; D örneği, %3 YAST; E örneği, %2 YST+ %1 PAST; F örneği, %2 YST+%1 YAST; G örneği, %1 YST+%2 PAST; H örneği, %1 YST+%2 YAST ve I örneği, %1 YST+%1 PAST+%1 YAST kullanılarak üretilmiştir. Depolama süresince en yüksek pH değerinin D örneğine ait olduğu belirlenmiş olup, YAST kullanımının laktik asit bakterilerinin aktivitelerini yavaşatabileceği değerlendirilmiştir. Çalışmada örneklerin pıhtı sıklıkları penetrometre ile ölçülmüş ve konsistens değeri adı altında sunulmuştur. En düşük ve en yüksek konsistens değerlerine sırasıyla A ve C örneklerinin sahip olduğu, PAST kullanımının yoğurtların konsistens değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Çalışma sonunda, süt tozu ile peyniraltı suyu tozunun bir arada kullanılmasının yoğurt üretimi için uygulanabilir olduğu, ancak yayıkaltı tozu kullanımının uygun olmadığı belirtilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, toplam süt kurumaddesinin sırasıyla %0, 12, 22, 25 ve 33'ünü oluşturacak şekilde peyniraltı suyu tozu (PAST) ilave edilmiş sütlerden A, B, C, D ve E yoğurtları üretilmiş ve depolamanın 1., 15. ve 28. günlerinde yoğurtların bazı özelliklerinin belirlenmesi için analizler yapılmıştır. Depolamanın ilk 15 gününde PAST ilavesinin artışına bağlı olarak örneklerde asitlik gelişiminin düşük olduğu, söz konusu durumun yoğurt örneklerindeki iyon konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak starter kültür aktivitesinin düşmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Depolama

süresince ortalama sertlik değerlerinin A, B, C, D ve E örnekleri için sırasıyla 2.9, 6.8, 4.7, 4.4 ve 4.3 N; serum ayrılması değerlerinin ise sırasıyla 23, 29, 28, 28 ve 23 g/100 g yoğurt olduğu saptanmıştır. PAST ilavesinin artışıyla örneklerdeki kazein miktarının azaldığı ve buna bağlı olarak da sertlik değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda en beğenilen örneklerin D ve E örnekleri olduğu tespit edilmiştir (Gonzalez-Martinez vd. 2002).

Yıldız (2016) yaptığı çalışmada, yağsız kurumadde değeri %9.2 olan çiğ inek sütüne, yağsız süt tozu (YST), yayıkaltı suyu tozu (YAST) ve peyniraltı suyu tozu (PAST)'den farklı oranlarda (A, 3/0/0; B, 1/2/0; C, 1/1.5/0.5; D, 1/1/1; E, 1/0.5/1; F, 1/0/2 YST/YAST/PAST) ilave ederek yoğurt üretmiştir. Üretilen yoğurtlar 4°C'de 28 gün boyunca depolanmıştır. YAST ve PAST ilavesinin yoğurt örneklerinin kül miktarı ile viskozite ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisinin istatistiksel açıdan $P < 0.01$ düzeyinde; serum ayrılması üzerine etkisinin ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin serum ayrılması değerleri karşılaştırıldığında B örneğinin en yüksek değerlere, A örneğinin ise en düşük değerlere sahip olduğu; C, D, E ve F örneklerinin serum ayrılması değerlerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır. En düşük viskozite değeri (2598 ± 373.35 cP) depolamanın 7. gününde B örneğinde, en yüksek viskozite değeri (6363 ± 2181.42 cP) ise depolamanın 1. gününde A örneğinde belirlenmiştir. Çalışma sonucunda serum proteinleri ve fosfolipitler bakımından zengin olan peyniraltı suyu tozu ile yayıkaltı suyu tozunun yoğurt üretiminde kullanılmasının faydalı olacağı belirtilmiştir.

Peyniraltı suyu protein izolatı (PSI) ilavesinin katı tip yoğurdun kıvamı ve mikro yapısı üzerine etkisinin incelendiği farklı bir çalışmada; %2 yağsız süt tozu içeren yoğurt sütüne 92°C'de 5 dakika ısı işlem uygulandıktan sonra farklı oranlarda (%3, %6, %9 ve %12) peyniraltı suyu protein tozu ilave edilerek yoğurtlar üretilmiş ve yoğurtların 5°C'de 6 günlük depolama süresinin sonunda bazı kimyasal ve reolojik özellikleri belirlenmiştir. Depolama sonunda %3, %6, %9 ve %12 PSI ilave edilen sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerinin sırasıyla 4.04, 4.14, 4.20 ve 4.35 olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin 194-544 Pa.s arasında, n (akış davranış indeksi) değerlerinin ise 0.115-0.137 arasında değiştiği saptanmıştır. Sütlerle ilave edilen PSI'nın artışına bağlı olarak yoğurtların kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Söz konusu durumun, sütteki PSI'nın artışının yoğurt jeli oluşumu sırasında kazein-kazein interaksiyonunu azaltmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir (Guggisberg vd. 2007).

Yapılan bir çalışmada, 12 g yağsız süt tozunun 88 g suda çözündürülmesiyle elde edilen rekonstitüye süt üç kısma ayrılmış ve sütlerin protein içeriklerini 1 g arttırmak için ilk kısım süte 0.52 g peyniraltı suyu konsantresi (PSK), ikinci kısım süte 0.42 g sodyum kazeinat (SK) ve 1.39 g yağsız süt tozu (YST) eklenmiştir. Hazırlanan üç farklı süttten probiyotik yoğurtlar üretilmiş ve 28 gün süresince depolanmıştır. Probiyotik yoğurt örneklerinin asit oluşum kinetik parametre değerleri (maksimum asit oluşum oranı, maksimum asit oluşumu oranına ulaşma süresi, maksimum pH ve pH 4.5'e ulaşılması için geçen süre) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. YST ile üretilen yoğurtların G' (depo modülü) değerlerinin depolama süresince 79.7'den 16.2 Pa düştüğü belirlenirken, PSK ve SK ilaveli sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin G' değerlerinin depolama süresince arttığı saptanmıştır. PSK ve SK ilavesinin probiyotik yoğurtların reolojik ve duyusal özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (Marafon vd. 2011).

Peyniraltı suyu tozu (PAST) ve turunc ekstresi (TE) ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı özellikleri üzerine olan etkilerinin incelendiği bir araştırmada; A (PAST ve TE ilave edilmeden üretilen kontrol yoğurdu), B (%0.2 TE), C (%1 PAST), D (%0.1 TE + %0.5 PAST), E (%0.15 TE + %0.25 PAST) ve F (%0.05 TE + %0.75 PAST) yoğurtları üretilmiş ve yoğurtların fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri 21 gün depolama süresince belirlenmiştir. Probiyotik yoğurtlara ilave edilen TE ve PAST miktarları ile depolama süresinin yoğurtların pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde değerleri, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Lactobacillus acidophilus* sayıları ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu belirtilmiştir. *L. acidophilus*'un canlılığı üzerine olumlu etkinin TE ilave edilen sütlerden üretilen yoğurtlarda, PAST ilave edilen sütlerden üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerine ilave edilen PAST miktarındaki artışa bağlı olarak örneklerin kıvam, tat, aroma, renk, görünüş ve genel kabul edilebilirlik puanlarının arttığı, buna karşın serum ayrılması değerlerinde azalış meydana geldiği saptanmıştır. Sütler ilave edilen TE miktarındaki artışın yoğurt örneklerinin duyuşal puanlarını düşürdüğü, buna karşın antioksidan kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir. Çalışma ile probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan süte %0.1 TE + 0.5 PAST veya %1 PAST ilavesi önerilmiştir (Çevik 2013).

Değirmenci (2017) yaptığı çalışmada; peyniraltı suyu tozu (PAST) ile peyniraltı suyu tozu (%83)-arabik gam (%17) içeren çözeltiyle püskürtmeli kurutucuda 140°C giriş sıcaklığında kapsüllenmiş *Lactobacillus acidophilus* LA-5'in süte aşılmasının, yoğurdun mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, A örneği; herhangi bir ilave yapılmadan, B örneği, %2 PAST+arabik gam; C örneği, %2 PAST+arabik gam+%1 serbest formda *L. acidophilus* LA-5 ve D örneği, %2 kapsüllenmiş *L. acidophilus* LA-5 içerecek şekilde üretilmiştir. Yoğurt örnekleri 28 gün boyunca 4°C'de depolanmış ve depolama süresince bazı özellikleri belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde C ve D örneklerinde 8.0 log kob/g düzeyinde *L. acidophilus* LA-5 tespit edilirken, depolamanın 28 gününde örneklerdeki *L. acidophilus* LA-5 sayısının sırasıyla 5.0 ve 8.0 log kob/g olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayılarının A ve B örnekleri için birbirine yakın olduğu, *Lactobacillus bulgaricus* sayısının ise depolamanın 28. gününde A ve B örnekleri için sırasıyla yaklaşık 8.0 ve 6.5 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. PAST ve arabik gam ile kapsüllemenin serbest forma göre *L. acidophilus* LA-5'in canlılığının korunmasını sağladığı, ayrıca süte ilave edilen PAST ve arabik gamın *L. bulgaricus*'un canlılığını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Duyuşal analiz sonucunda, yoğurt örneklerinin aroma, koku, görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Ekici Peynir A. Ş. (Antalya, Türkiye)'de üretilen farklı peynir çeşitlerinden elde edilen peyniraltı suları Ekso Süt ve Gıda Mam. San. Tic. A. Ş. (Antalya, Türkiye) kurutma tesisinde kurutulularak peyniraltı suyu tozları üretilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimi için kullanılan çiğ inek sütü Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne bağlı Sığır Çiftliği'nden satın alınmıştır. Rafine tuz piyasadan, yoğurt starter kültürü (YO-MIX™ 511) Türker Endüstri Teknik Makina ve Tic. San. Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye)'den, yağsız süt tozu ve peyniraltı suyu tozu Ekso Süt ve Gıda Mam. San. ve Tic. A. Ş.'den temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Farklı peynirlerin sularından peyniraltı suyu tozu üretimleri

Ekici Peynir firmasının tesislerinde üretilen süzme, lor ve beyaz peynirlere ait peyniraltı suları, depolama tankları, hatlar ve pompalar aracılığı ile toz tesisine (Ekso Süt ve Gıda Mam. San. ve Tic. A. Ş.) transfer edilip, toz tesisindeki peyniraltı suyu depolama tanklarına aktarılmıştır. Peyniraltı suyundan peyniraltı suyu tozu üretimi ile ilgili akım şeması Çizelge 3.1'de görülmektedir. Süzme, lor ve beyaz peynirlere ait peyniraltı sularından her biri ayrı olacak şekilde peyniraltı suyu tozları üretilmiştir. Peyniraltı suları yaklaşık 10-15°C'ye soğutulduktan sonra klarifikasyon (Samr 15036, Westfalia, Gea, İzmir, Türkiye, 20.000 L/sa) işlemine tabi tutulmuştur. Ön ısıtma (50-55°C) uygulanan peyniraltı sularının yağı separatör (Msd 300, Westfalia, Gea, Oelde, Almanya, 35.000 L/sa) kullanılarak ayrılmıştır. Yağsız peyniraltı suları 70-75°C'de yaklaşık 30 s süreyle ısıtılma (537, Pastör, İstanbul, Türkiye, 20.000 L/sa) tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası 10°C'ye soğutulan peyniraltı suları, nanofiltrasyon ünitesinde (3090426, NF, Alpma, Dresden, Almanya, 20.000 L/sa) 20-40 bar basınçta demineralizasyon işlemi uygulandıktan sonra sıcaklığı 60-65°C'ye çıkartılarak evaporasyon işlemi (F1-Mvr-Ost-231, Anhydro, Apv, Kopenhag, Danimarka, 10.000 L/sa) için hazır hale getirilmiştir. Evaporasyon (70-75°C) işlemi ile kurumaddesi yaklaşık %60'a konsantre edilen peyniraltı suları, kristalizasyon işlemi için 25°C'de homojen bir karışım sağlayan özel karıştırıcı kristalize tanklarında 5-7 saat süreyle bekletilmiştir. Monopompa (İşmaksan, IMS-BH, İşmaksan Makine Pompa Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye, 2.000 L/sa) ile kurutma kulesine aktarılırken arada holder ısıtma sisteminden geçen peyniraltı suyu konsantresi 50-60°C sıcaklığa ulaştıktan sonra akışkan yatak ile kombine olan atomizerli püskürtmeli kurutucuya (Compact Dryer, Niro, Gea, Kopenhag, Danimarka, 500 kg/sa) verilmiştir. Yüksek devirde dönen atomizer (F35, Niro, Gea, Kopenhag, Danimarka, 11.000 devir/dk) peyniraltı suyu konsantresininin sıcak havayla (185-200°C) çarpışmasını sağlamıştır. Üfleme ve çekme fanının sağladığı 0-(-5) mbar eksi basınçla aşağı doğru hareketi sağlanan peyniraltı suyu tozu, püskürtmeli kurutucuya bağlı olan akışkan yatağa düşerek burada kurutmadan geriye kalan neminin atılması amacıyla elenmiştir. Peyniraltı suyu tozunun eleme hareketiyle yatay eksende akışı sağlanırken, önce sıcak havaya ardından soğuk havaya maruz bırakılmıştır. Peyniraltı suyu tozunun sıcaklığı paketlenme için 20-25°C düşürülmüştür. Titreşimli elekten (Elek, Ekso Süt Teknik İmalat Atölyesi, Antalya, Türkiye, 1.500 kg/sa) geçirilen peyniraltı suyu tozu

dışta kâğıt kraft, içte polietilen torba (polietilen torba yapıştırıldıktan sonra kraft torba dikiş ipiyle dikilmiştir) ile paketlenmiştir.

Çizelge 3.1. Peyniraltı suyu tozu üretim akışı

Depolanan süzme, lor ve beyaz peynirlere ait peyniraltı sularının kurutma tesisine transferi
Peyniraltı suyu depolama (20-30°C)
Peyniraltı suyu soğutma (10-15°C)
Klarifikasyon (20.000 L/sa)
Ön ısıtma (50-55°C)
Yağ separasyonu (peyniraltı suyu yağ oranı % 0.001)
Isıl işlem (70-75°C, 30 s)
Peyniraltı suyunun soğutulup depolanması (10-15°C)
Demineralizasyon (10°C, 20-40 bar, 20.000 L/sa)
Demineralize peyniraltı suyu depolama (10-15°C)
Ön ısıtma (60-65°C)
Evaporasyon (70-75°C 10.000 L/sa)
Kristalizasyon (25°C, 5-7 saat)
Konsantrenin kurutma kulesine transferi
Isıl işlem (50-60°C)
Kurutma (Atomizerli püskürtme yöntemi ile 185-200°C)
Akışkan yatak
Siklon
İnce elek
Peyniraltı suyu tozu eldesi
Paketleme (900 kg/sa, 25 kg'luk ambalaj, 20-25°C)

3.2.2. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimi

Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimleri Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Yoğurt üretimlerinde kullanılan inek sütü 55°C'ye ısıtılarak yağ oranı separatör (G140 model, SMS Ltd. Şti., Kayseri, Türkiye) kullanılarak %0.1'e ayarlanmıştır. Yağsız sütün kurumadde miktarı süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanılarak yaklaşık %12.5 olacak şekilde ayarlanmıştır. Standardize sütler 90°C'de 10 dakika ısıl işleme tabi tutulmuş ve 42°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan sütler 0.03 g/L olacak şekilde yoğurt starter kültürü aşılınmış ve sütler 42°C'de ürünlerin pH'sı yaklaşık 4.6'ya ulaşmaya kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda yoğurtlar 4°C'ye soğutulup mikser (Bosch Mixxo Quattro, Jesenice, Slovenia) ile 30 s karıştırılmıştır. Daha sonra yoğurt örnekleri 200 mL'lik kapaklı plastik ambalajlar içerisine doldurulmuş ve 30 gün süresince 4°C'de depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve

duyusal analizler yapılmıştır. Çalışmada üretilen örneklerle ait isimler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Örnek isimleri

Örnekler	
Süz Past	Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu
Lor Past	Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu
Bey Past	Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peynir peyniraltı suyu tozu
Tic Past	Ticari peyniraltı suyu tozu
Süt Tozu	Ticari yağsız süt tozu
SüzY	Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt
LorY	Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt
BeyY	Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt
TicY	Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait peyniraltı sularının karışımından elde edilen peyniraltı suyu tozu (ticari peyniraltı suyu tozu) kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt
SütY	Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

3.2.3. Analiz yöntemleri

3.2.3.1. Peyniraltı suyu tozlarında ve süt tozunda yapılan analizler

Peyniraltı suyu tozlarının ve süt tozunun pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre (Ayer Rajah Crescent, Singapur) kullanılarak Anonim (1987)’ye göre tespit edilmiş, titrasyon asitliği değerleri ise Anonim (2015b)’e göre belirlenmiştir. Nem miktarı Anonim (TS 1329)’a göre, yağ içeriği Anonim (2015c)’ye göre ölçülmüştür. Peyniraltı suyu tozlarının ve süt tozunun azot miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Anonim 2014b).

Su aktivitesi analizi: Peyniraltı suyu tozlarının ve yağsız süt tozunun su aktivitesi değerleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (AquaLab 4TE, Meter Group Inc, Pullman, WA, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak 25°C’de ölçülmüştür (Tontul vd. 2018).

Çözünme oranı analizi: Toz örneklerin çözünme oranı Cano-Chauca vd. (2005) tarafından bildirilen metoda göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0.1 g örnek, oda sıcaklığındaki 50 mL saf su içerisinde manyetik karıştırıcıda 600 devir/dk olmak kaydı ile 5 dakika süresince karıştırılarak çözündürülmüştür. Elde edilen çözelti falkon santrifüj tüplerine (50 mL) aktararak, 3000 g’de 5 dakika oda sıcaklığında santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında üstte kalan sıvı kısımdan alınan 20 mL örnek, önceden darası alınmış

cam petri kaplarına aktarılmış ve 70°C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Ağırlık farkından hesaplanan yüzde çözünme oranı örneklerin kurumaddesi üzerinden verilmiştir.

Islanabilirlik analizi: Toz örneklerin ıslanabilirliğini ölçmek amacıyla 0.5 gram toz 20°C’de karıştırmasız olarak, 100 mL’lik beher içindeki 50 mL distile suyun üstüne eklenmiş ve manyetik karıştırıcı yardımıyla 900 devir/dk’da karıştırılmıştır. Toz partiküllerinin su yüzeyinden kaybolma süresi izlenmiş ve örnekler arasında karşılaştırma yapılarak ıslanabilirlik belirlenmiştir (El- Tinay ve Ismail 1985).

Yığın yoğunluğu ($\rho_{yığın}$) analizi: 10 mL hacme sahip mezür içerisine 2 g toz örneği hava boşluğu kalmayacak şekilde ancak herhangi bir basınç uygulamaksızın doldurulmuş ve kütle/hacim oranından toz örneklerin yığın yoğunluğu hesaplanmıştır (Jinapong vd. 2008).

Sıkıştırılmış yoğunluk ($\rho_{sıkıştırılmış}$) analizi: 2 g toz örneğin 10 mL hacme sahip mezür içerisine doldurulup saniyede 1 vuruş olacak şekilde 180 kez vurularak sıkıştırılması ile kütle/hacim oranından sıkıştırılmış yoğunluğu belirlenmiştir (Jinapong vd. 2008).

Renk analizi: Peyniraltı suyu tozlarının ve yağsız süt tozunun rengi, Hunter L.a.b. renk ölçme cihazı (Conica-Minolta, CR 400, Sensing, Inc, Japan) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler öncesinde cihaz magnezyum oksit beyaz plaka kullanılarak ($L = 95.24$, $a = -0.32$, $b = 3.01$) kalibre edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen L, a ve b değerleri verilmiştir (Caner ve Aday 2009).

Parçacık boyut analizi: Peyniraltı suyu tozlarının ve yağsız süt tozunun parçacık boyut analizleri lazer difraksiyon prensibi ile çalışan parçacık boyut analiz cihazı (Malvern, Mastersizer 2000SR, Worcestershire, İngiltere) ve bu cihaza bağlanan toz modülü (Malvern Hydro 2000S, Worcestershire, İngiltere) kullanılarak Barone vd. (2019)’a göre yapılmıştır. Yapılan partikül analizi sonucunda peyniraltı suyu tozlarının ve yağsız süt tozunun hacim ağırlıklı ortalama yarı çapları $D[4,3]$ ($\sum n_i \cdot d_i^4 / \sum n_i \cdot d_i^3$; n_i , d_i çapındaki partikül sayısı), yüzey alanı ağırlıklı ortalama yarı çapları $D[3,2]$ ($\sum n_i \cdot d_i^3 / \sum n_i \cdot d_i^2$) ve spesifik yüzey alanları ($6 \cdot \phi / D[3,2]$; ϕ , süt yağının hacim oranı) tespit edilmiştir. Parçacık büyüklüğünü ifade etmek için kullanılan diğer bir değer olan D_x değeri de belirlenmiştir. D_x değerini temsil eden D_{50} ve D_{90} değerleri parçacıkların sırasıyla %50 ve %90’ının kendisinden küçük olduğu değerlerdir.

3.2.3.2. Sütte yapılan analizler

Kurumadde, TS 1018 Çiğ Süt Standardı’nda verilen metoda göre gravimetrik yöntem kullanılarak saptanmıştır (Anonim 1994). Yağ, Gerber yöntemi ile tespit edilmiştir (Anonim 1995). Protein, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kurt vd. 1993). pH, Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre ile ölçülmüştür. Titrasyon asitliği, TS 1018 Çiğ Çiğ Süt Standardında verilen metoda göre belirlenmiştir (Anonim 1994). Kül, gravimetrik yöntem kullanılarak saptanmıştır (Kurt vd. 1993).

3.2.3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan analizler

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin toplam kurumadde içerikleri International Dairy Federation (IDF, Uluslararası Sütçülük Federasyonu)'nin bildirdiği referans metoda göre gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 1987). Protein miktarı Kjeldahl metodu (Anonim 1986) ile belirlenmiş olup,

pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması analizleri: Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 star marka pH metre kullanılarak, titrasyon asitliği ise IDF'nin bildirdiği referans metotta belirtilen Soxhlet-Henkel yöntemi ile tespit edilmiştir (Anonim 1991). Serum ayrılması analizi ise Keogh ve O'Kennedy (1998)'in bildirdiği yöntemle gerçekleştirilmiştir.

Reoloji analizi: Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait reolojik parametreler Koksoy ve Kılıc (2004)'ün belirttikleri yöntemle göre belirlenmiştir. Örneklerin reolojik ölçümleri Brookfield R/S plus reometre kullanılarak (Brookfield Engineering Co., Middleboro, MA, Amerika Birleşik Devletleri) yapılmıştır. Ölçümlerde double gap concentric cylinder geometry (DG 3) kullanılmıştır. Ölçüm sırasında su banyosu (Brookfield TC-502) kullanılarak örneklerin sıcaklığı 10°C'de sabit tutulmuştur. Isıl dengenin sağlanabilmesi için örnekler ölçüm kabında yaklaşık 2 dakika bekletildikten sonra ölçümlere başlanılmıştır. Kontrollü artan ve azalan kayma hızında örneklerin kayma gerilimleri ölçülmüştür. Kayma hızı 0.1'den 300'e 1/s arttırılarak 5 dakika çıkış ve 300'den 0.1'e 1/s azaltılarak 5 dakika iniş eğrileri belirlenmiştir. Örneklerin reolojik özellikleri, çıkış ve iniş eğrilerine ait veriler kullanılarak, üslü yasa modeline göre Rheo3000 (Rheotec Messtechnik GmbH, Berlin, Almanya) yazılımı ile belirlenmiştir.

Granüllü yapı ve görsel pürüzlülük analizleri: Pıhtısı parçalanmış yoğurttaki granüllü yapının belirlenmesinde, granül sayısı ve granül çevre uzunluğu olmak üzere iki parametre kullanılmıştır. Söz konusu parametreler, görüntüleme analizi ile Küçükçetin vd. (2009)'un belirttikleri yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Görüntüleme analizinde BAB Bs200 (BAB Image Analysing Systems Inc., Ankara, Türkiye) yazılımı kullanılmış olup, granül sayısı belirlenmesinde 3 mL yoğurt örneğinde çevre uzunluğu 1.0 mm'den büyük olan granüller dikkate alınmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde görsel pürüzlülüğünün belirlenmesinde pıhtısı parçalanmış yoğurttaki granüllü yapı analizinde elde edilen dijital görüntüler kullanılmıştır. Görüntüleme analizinde kullanılan pıhtısı parçalanmış yoğurt fotoğrafları dijital görüntüleme kabini (B430, Sanoto, Guangdong, China) içinde sabit ışık altında dijital fotoğraf makinası (EOS 450D, Canon, Tokyo, Japonya) ile çekilmiştir. Söz konusu pıhtısı parçalanmış yoğurt görüntülerinin renk yoğunluk dağılımının belirlenmesi prensibine dayanan görsel pürüzlülük analizinde Küçükçetin (2008)'nin geliştirdiği eşitlik kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik analiz: Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı için pH değeri 6.5'e ayarlanmış MRS agar (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak petri kutuları anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. *Streptococcus thermophilus* sayımında %1 laktöz ilave edilmiş M-17 agar (Merck KGaA) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonların her birinden besiyerine

dökme plak yöntemi ile ekim yapılmış ve petri kutuları 37°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Anonim 2003).

Duyusal analiz: Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin duyusal yönden değerlendirilmesi Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencileri ve Ekici Peynir A. Ş. ve Ekso Süt ve Gıda Mam. San. ve Tic. A. Ş. çalışanları tarafından oluşturulan 100 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurtların duyusal yönden değerlendirilmesinde Aktar (2022)’nin belirttiği kriterler kullanılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt duyusal analiz formu

Katılmakta olduğunuz bu duyusal analizde amaç üretmiş olduğumuz yoğurt örneklerinin duyusal profilinin belirlenmesidir. Size verilen yönlendirmeleri dikkate alarak, aşağıdaki sorulara en uygun gelen değeri veriniz.

Analize katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkürler.

Tarih/ saat:
Yaş:
Cinsiyet:

Yoğurt tüketim sıklığınız (yemeklerin tüketimi içinde dâhil ediniz)?	Her gün tüketirim	Haftada en az 3-5 kez tüketirim	Ayda en az 7-9 kez tüketirim	Ayda en fazla 3-5 kez tüketirim	Hiç tüketmem

(Devamı Arkada)

Çizelge 3.3'ün devamı

Sadece görünüş (herhangi bir tadım ya da koklama yapmayınız!) olarak örneklere bakınız.

Örnekleri kodlarıyla birlikte rengini (beyaz/sarılık oranı) gözlemleyerek aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı beyaz 0 5 10 15 Aşırı sarı
Örnekleri kodlarıyla birlikte göze anlaşılabılır kıvam özelliğini kaşıkla bakarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı sıvı 0 5 10 15 Aşırı katı
Örnekleri kodlarıyla birlikte görülebilir partikül-topaklanma özelliğini gözlemleyerek aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı az partikül 0 5 10 15 Çok fazla partikül

Şimdi size verilen örnekleri koklayınız ve aşağıdaki değerlendirmeleri yapınız (istediğiniz kadar tekrar koklama yapabilirsiniz)

Örnekleri kodlarıyla birlikte süte has koku açısından koklayarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı az süt kokusu 0 5 10 15 Aşırı fazla süt kokusu
Örnekleri kodlarıyla birlikte fermente koku (ekşimtrak koku) açısından koklayarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı az fermente kokusu 0 5 10 15 Aşırı fazla fermente kokusu
Örnekleri kodlarıyla birlikte peynir kokusu açısından koklayarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Aşırı az peynir kokusu 0 5 10 15 Aşırı fazla peynir kokusu

(Devamı Arkada)

Çizelge 3.3'ün devamı

Şimdi size verilen örneklerin tadına bakınız ve aşağıdaki değerlendirmeleri yapınız (istediğiniz kadar tekrar tadım yapabilirsiniz).

Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>kıvam</u> açısından değerlendirerek aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. En az En fazla
Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>peynir tadı</u> açısından değerlendirerek aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. En az En fazla
Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>eksilik (yoğurda has eksilik)</u> açısından tadarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. En az En fazla
Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>tatlılık</u> açısından tadarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. En az En fazla
Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>tuzluluk</u> açısından tadarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. Az tuzlu Çok Tuzlu
Örnekleri kodlarıyla birlikte <u>ağız kaplama (yağlılık)</u> açısından tadarak aşağıdaki skalaya yerleştiriniz. En az En fazla

3.2.4. İstatistiksel analizler

Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar sonucunda elde edilen sonuçlar SAS 9.0 (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, Amerika Birleşik Devletleri) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd. 1987).

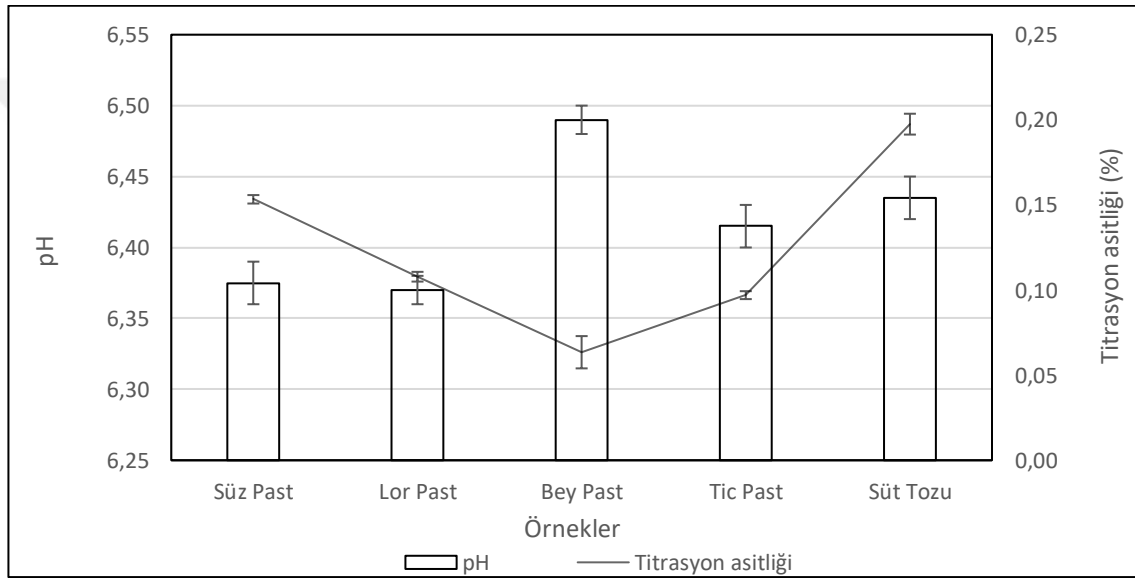


4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Peyniraltı suyu tozlarında ve süt tozunda yapılan analizlere ait sonuçlar

4.1.1. pH ve titrasyon asitliği değerleri

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ve titrasyon asitliği değerlerin yer aldığı grafik Şekil 4.1’de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH değerleri sırasıyla 6.38, 6.37, 6.49, 6.42 ve 6.44; titrasyon asitliği değerleri ise sırasıyla %0.153, 0.108, 0.063, 0.097 ve 0.197 olarak tespit edilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.1. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ve titrasyon asitliği değerleri.

Varyans kaynağı olarak örnek çeşidinin peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Örnek çeşidinin pH değerleri üzerine $P < 0.01$ önem düzeyinde, titrasyon asitliği değerleri üzerine ise $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun pH ve titrasyon asitliği değerlerine (%) ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH			Titrasyon asitliği (%)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	0.005	13.76**	4	0.005	92.72***
Hata	5	0.000		5	0.000	

** P<0.01, *** P<0.001

Çizelge 4.2’de peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ile titrasyon asitliği değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait hem pH ve hem de titrasyon asitliği değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklıdır (P<0.05). En yüksek pH değeri beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunda, en yüksek titrasyon asitliği değeri ise yağsız süt tozunda belirlenmiştir. Örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın peynir üretiminde kullanılan tekniklerin farklı olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH ile titrasyon asitliği değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

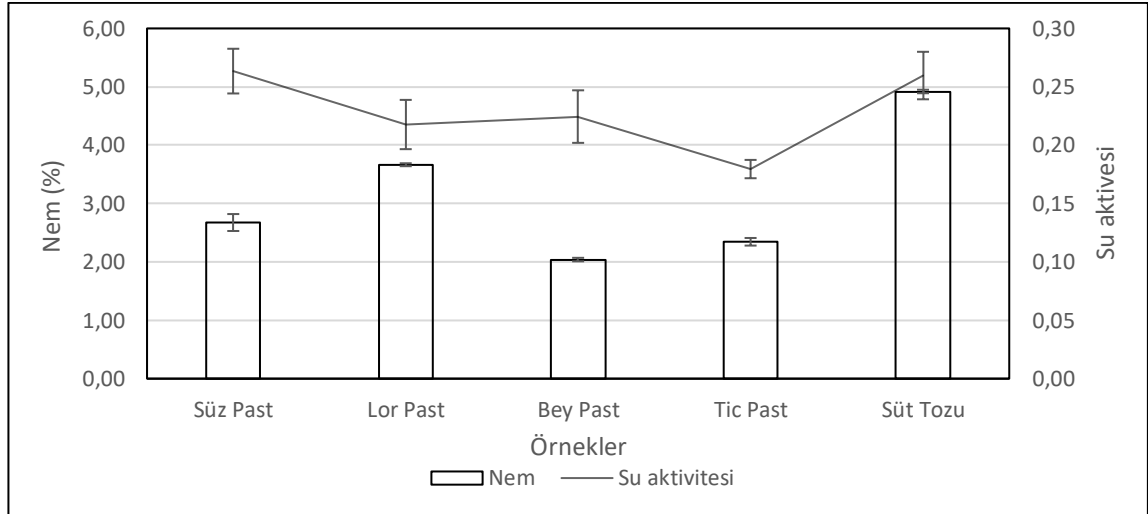
Örnek Çeşidi	pH	Titrasyon asitliği (%)
Süz Past*	6.38±0.01c **	0.153±0.002b
Lor Past	6.37±0.01c	0.108±0.003c
Bey Past	6.49±0.01a	0.063±0.009d
Tic Past	6.42±0.01cb	0.097±0.002c
Süt Tozu	6.44±0.02b	0.197±0.006a

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

4.1.2. Nem, su aktivitesi, protein, laktoz, tuz ve kül değerleri

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerlerinin bulunduğu grafik Şekil 4.2’de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem değerleri sırasıyla %2.68, %3.67, %2.04, %2.35 ve %4.92 olarak saptanmıştır. Aynı örneklerle ait ortalama su aktivitesi değerlerinin sırasıyla 0.225, 0.248, 0.193, 0.180 ve 0.260 olduğu belirlenmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.2. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerleri.

Varyasyon kaynağı olarak örnek çeşidinin peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerleri üzerine etkisi belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Örnek çeşidinin nem değerleri üzerine $P < 0.001$ önem düzeyinde, su aktivitesi değerleri üzerine ise $P < 0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun nem ve su aktivitesi değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Nem (%)			Su aktivitesi (a_w)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	2.751	248.49***	4	0.0023	5.35*
Hata	5	0.011		5	0.0000	

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

Çizelge 4.4’de peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem (%) ile su aktivitesi değerleri (a_w) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları sunulmuştur. En yüksek nem ve su aktivitesi değerleri yağsız süt tozunda tespit edilmiştir. Bununla birlikte yağsız süt tozunun su aktivitesi değeri ile süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozuna ait su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı saptanmıştır. Peyniraltı suyunun laktoz oranı süte göre daha yüksektir. Toz üretimi sırasında konsantrasyon aşamasından sonra laktozun kristalizasyonu gerçekleştirilmektedir. En düşük nem ve su aktivitesi değerleri ticari peyniraltı suyu tozu örneklerinde tespit edilmiştir. Ancak ticari peyniraltı suyu tozunun su aktivitesi değeri ile süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozuna ait su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı saptanmıştır. Laktoz kristalizasyonu ile

suyun henüz konsantre aşamasında laktozdan ayrılması sağlanmakta ve söz konusu durum bir sonraki adım olan kurutma sırasında suyun daha kolay buharlaşmasını sağlamaktadır (Ibach ve Kind 2007). Peyniraltı suyu tozlarının bu sebeple yağsız süt tozuna göre daha az nem içerdiği düşünülmektedir.

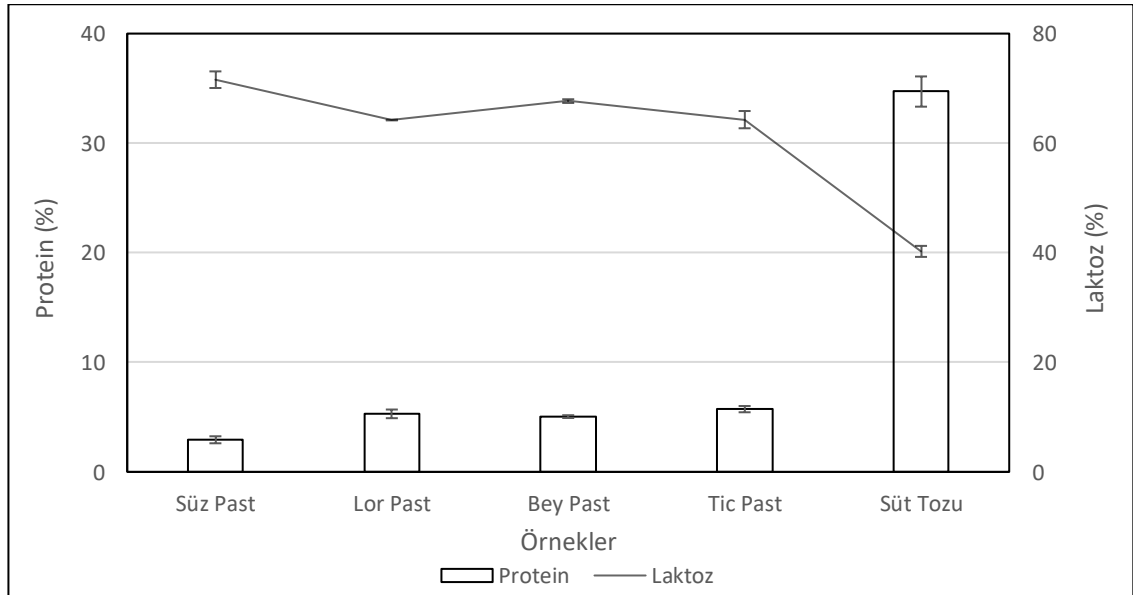
Çizelge 4.4. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama nem ve su aktivitesi değerleri

Örnek Çeşidi	Nem (%)	Su aktivitesi (a_w)
Süz Past*	2.68±0.14c**	0.225±0.023bac
Lor Past	3.67±0.02b	0.248±0.009ba
Bey Past	2.04±0.03e	0.193±0.007bc
Tic Past	2.35±0.06d	0.180±0.008c
Süt Tozu	4.92±0.03a	0.260±0.020a

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ve laktoz değerlerinin grafiği Şekil 4.3’de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait protein değerleri sırasıyla %2.93, %5.30, %5.05, %5.73 ve %30.71 olarak, laktoz değerleri ise sırasıyla %71.58, %64.22, %67.68, %64.49 ve %40.25 olarak saptanmıştır.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.3. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ve laktoz değerleri.

Çizelge 4.5’de de görüleceği üzere varyasyon kaynağı olarak örnek çeşidinin, peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ve laktoz değerleri üzerine etkisinin $P<0.001$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Peynir üretimlerindeki farklılıkların, peyniraltı suyu tozlarının bileşimlerinin farklı olmasına neden olabileceği değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.5. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun protein ve laktoz değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Protein (%)			Laktoz (%)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	271.92	300.84***	4	303.32	128.37***
Hata	5	0.90		5	2.36	

*** P <0.001

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına (Çizelge 4.6) göre en yüksek protein değerinin ve en düşük laktoz değerinin yağsız süt tozuna ait olduğu saptanmıştır. Peyniraltı suyu tozları TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu Standardına göre protein oranı <4.0 ise az proteinli, $4.0-9.9$ arası proteinli, en az 10.0 ise çok proteinli peyniraltı suyu tozu olarak kategorize edilmiştir (Anonim 2014). Aynı standartta peyniraltı suyu tozunun laktoz oranı en düşük 65 olarak bildirilmiştir. Söz konusu standarda göre örneklerden süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun az proteinli; lor peyniri ve beyaz peynire ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarının ve ticari peyniraltı suyu tozunun proteinli olduğu tespit edilmiştir. Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve ticari peyniraltı suyu tozunun laktoz değerlerinin 65 ’den düşük; süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun ise laktoz değerlerinin 65 ’den yüksek olduğu belirlenmiştir. TS 1329 Süt Tozu Standardına göre süt tozunun protein oranı en az 34 olması gerekmektedir (Anonim 2005). Çalışmamızda kullanılan yağsız süt tozunun protein içeriği açısından söz konusu tebliğe uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama protein ile laktoz değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

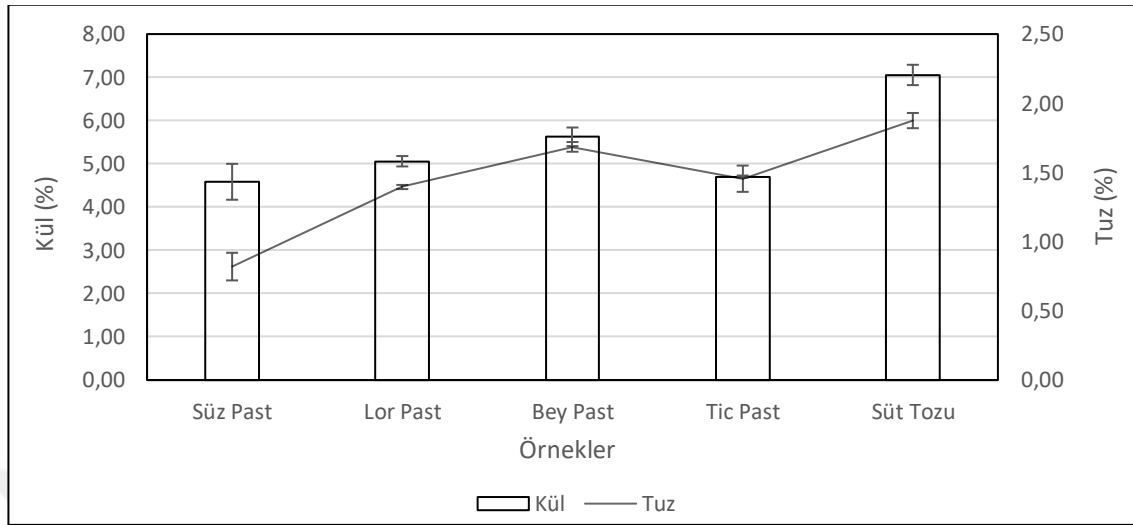
Örnek Çeşidi	Protein (%)	Laktoz (%)
Süz Past*	$2.93 \pm 0.32^{c**}$	$71.58 \pm 1.52a$
Lor Past	$5.30 \pm 0.40cb$	$64.22 \pm 0.06b$
Bey Past	$5.05 \pm 0.13cb$	$67.68 \pm 0.34ba$
Tic Past	$5.73 \pm 0.29b$	$64.29 \pm 1.57b$
Süt Tozu	$34.71 \pm 1.38a$	$40.25 \pm 1.01c$

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ve tuz değerlerinin yer aldığı grafik Şekil 4.4’de verilmiştir. Peyniraltı suyu tozları ve süt tozuna ait ortalama kül

değerlerinin %4.59 ile 7.06; tuz değerlerinin ise %0.82 ile 1.88 arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.4. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ve tuz değerleri.

Örnek çeşidinin peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ve tuz değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde, varyasyon kaynağının kül değerleri üzerinde etkisinin $P < 0.01$ düzeyinde, tuz değerleri üzerine etkisinin ise $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun kül ve tuz değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kül (%)			Tuz (%)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	2.03	17.55**	4	0.32	33.81***
Hata	5	0.12		5	0.01	

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Çizelge 4.8’de farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül (%) ve tuz değerleri (%) ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre en yüksek kül değeri yağsız süt tozunda tespit edilmiş olmakla birlikte, kül içeriği açısından yağsız süt tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. En yüksek tuz değeri yağsız süt tozunda belirlenmiş, ancak yağsız süt tozu ve beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Ayrıca en düşük kül değeri süzme

peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunda bulunmuştur. TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu Standardı'nda peyniraltı suyu tozlarının kül oranının en çok %9.5 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2014). Bu çalışmada kullanılan peyniraltı suyu tozlarının kül değerlerinin söz konusu değerden düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca yağsız süt tozunun kül ve tuz içeriklerinin, peyniraltı suyu tozlarına göre yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun nedeninin; sütün doğal bileşimindeki mineral maddelerin kurutma sırasında konsantrasyonunun artması, peyniraltı suyu tozlarında ise üretim basamaklarından olan nanofiltrasyon işleminde mineral maddelerin bir kısmının ayrılması olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama kül ile tuz değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

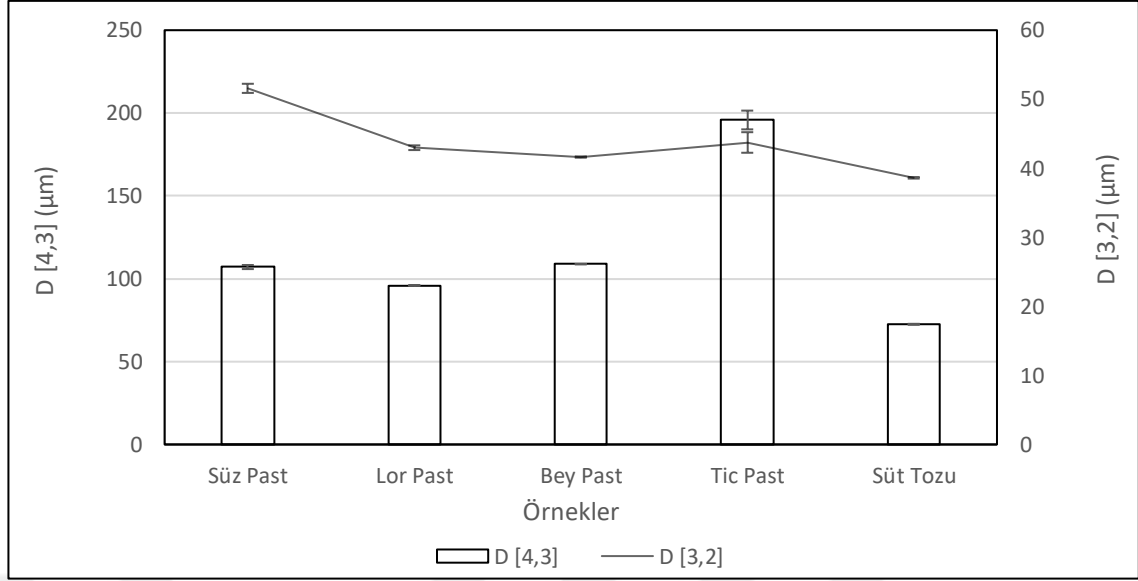
Örnek Çeşidi	Kül (%)	Tuz (%)
Süz Past*	4.59±0.42b**	0.82±0.10d
Lor Past	5.06±0.12ba	1.40±0.02c
Bey Past	5.63±0.22ba	1.69±0.04ba
Tic Past	4.71±0.03ba	1.46±0.10bc
Süt Tozu	7.06±0.24a	1.88±0.05a

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

4.1.3. Partikül boyutu analizi sonuçları

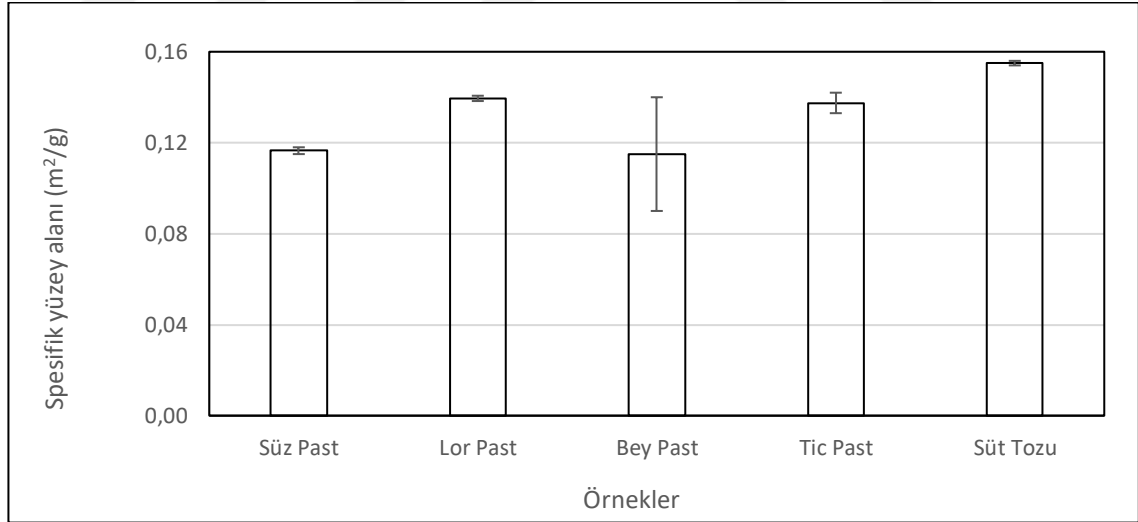
Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D[4,3] ve D[3,2] değerlerinin bulunduğu grafik Şekil 4.5'de verilmiştir. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D [4,3] değerlerinin 72.52 ile 108.80 µm; D [3,2] değerlerinin ise 38.63 ile 51.58 µm arasında değiştiği belirlenmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.5. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D[4.3] ve D[3.2] değerleri.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama spesifik yüzey alanı değerlerinin 0.115 ile 0.155 m²/g arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.6. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama spesifik yüzey alanı değerleri.

Çizelge 4.9'daki varyasyon kaynağı olarak örnek çeşidinin, peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D[4.3] ve D[3.2] değerleri üzerine etkisinin P<0.001

düzeyinde önemli olduğu, spesifik yüzey alanına (m^2/g) etkisinin ise önemli olmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun D [4,3], D [3,2] ve spesifik yüzey alanı değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	D[4.3] (μm)			D[3.2] (μm)			Spesifik yüzey alanı (m^2/g)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	418.93	33.93***	4	46.28	37.04***	4	0.0006	2.19
Hata	5	13.51		5	1.11		5	0.0002	

* $P<0.05$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.10’da peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D [4,3] ve D [3,2] değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre en yüksek D [4,3] değeri süzme ve lor peynirlerine ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarında, en düşük D [4,3] değeri ise yağsız süt tozunda tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek D [3,2] değeri süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunda, en düşük D [4,3] değeri ise yağsız süt tozunda saptanmıştır.

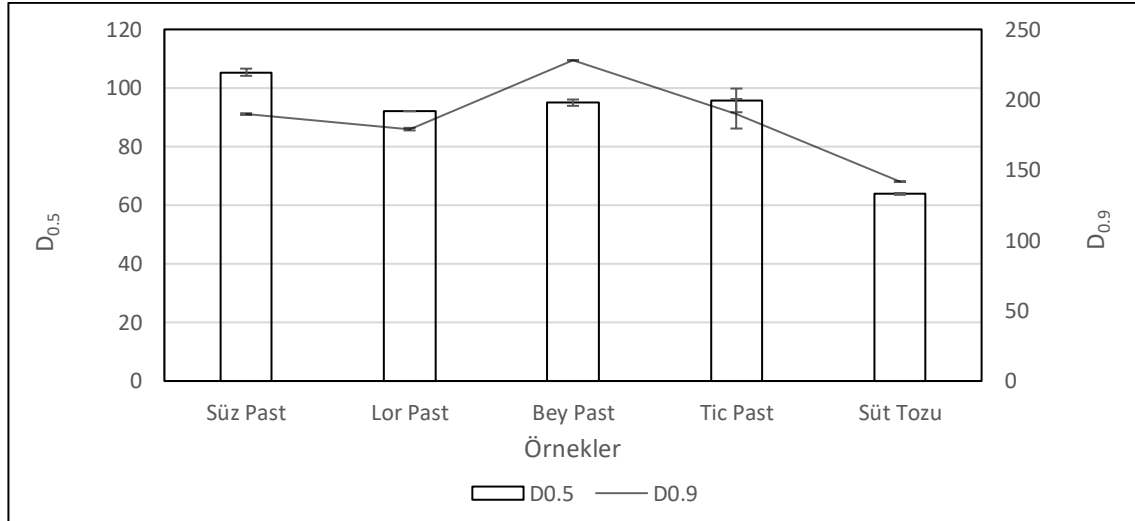
Çizelge 4.10. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama D [4,3] ve D [3,2] değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	D[4.3] (μm)	D[3.2] (μm)
Süz Past*	107.07 $\pm$ 1.24a**	51.58 $\pm$ 0.65a
Lor Past	95.98 $\pm$ 0.21b	42.98 $\pm$ 0.34b
Bey Past	108.80 $\pm$ 0.14a	41.64 $\pm$ 0.09b
Tic Past	95.81 $\pm$ 5.67b	43.75 $\pm$ 1.49b
Süt Tozu	72.52 $\pm$ 0.30c	38.63 $\pm$ 0.10c

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ve $D_{0.9}$ değerlerinin yer aldığı grafik Şekil 4.7’de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait $D_{0.5}$ değerleri sırasıyla 105.38, 92.11, 95.00, 95.78 ve 63.85 olarak, $D_{0.9}$ değerleri ise sırasıyla 189.79, 179.09, 228.04, 190.00 ve 141.82 olarak tespit edilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.7. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ve $D_{0.9}$ değerleri.

Çizelge 4.11’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre örnek çeşidinin, peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerleri üzerinde $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	$D_{0.5}$			$D_{0.9}$		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	491.04	64.50***	4	1898.71	48.33***
Hata	5	6.89		5	44.50	

*** $P < 0.001$

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre en yüksek ve en düşük $D_{0.5}$ değerleri sırasıyla süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunda ve yağsız süt tozunda belirlenmiştir. Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun en yüksek $D_{0.9}$ değerine sahip olduğu, en düşük $D_{0.9}$ değerinin ise yağsız süt tozuna ait olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama $D_{0.5}$ ile $D_{0.9}$ değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	$D_{0.5}$	$D_{0.9}$
Süz Past*	105.38±1.22a**	189.79±0.60b
Lor Past	92.11±0.02b	179.09±0.91b
Bey Past	95.00±1.08b	228.04±0.09a
Tic Past	95.78±4.04b	190.00±0.49b
Süt Tozu	63.85±0.31c	141.82±0.13c

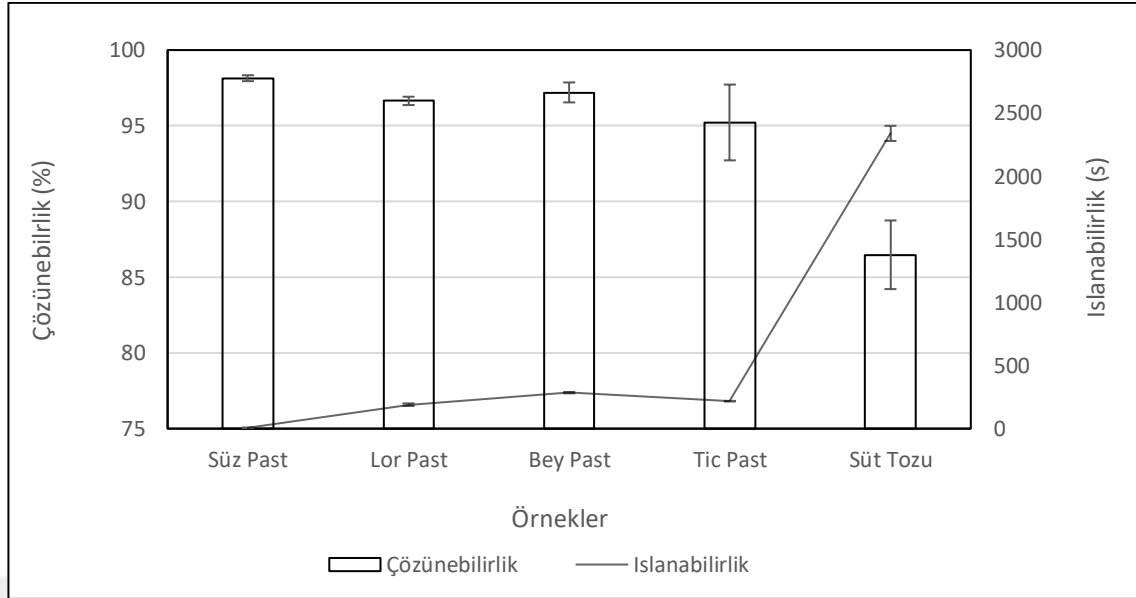
*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Farklı peyniraltı suyu proteini/kazein oranlarında (100/0 (PM1), 79/21 (PM2), 57/43 (PM3), 35/65 (PM4) ve 12/88 (PM5)) %15 toplam kurumaddeye sahip peyniraltı sularının püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada, PM1, PM2, PM3, PM4 ve PM5 örneklerine ait ortalama partikül boyutlarının (D_{90}) sırasıyla 31.02, 28.51, 33.81, 47.04 ve 51.33 μm olduğu ve kazein oranının artmasına bağlı olarak partikül boyutlarındaki artışın kuruma sırasında kazeinin damlacık yüzeyinde hızla kabuk oluşturmamasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir (Fournaise vd. 2021). Yapılan başka bir çalışmada, konsantre peyniraltı suyu proteini ve laktozu 0.1/99.9, 1/99, 10/90, 40/60, 60/40 ve 100/0 oranlarında içeren toplam kurumadde değeri %17.5 olan çözeltilerle peyniraltı suyu tozları üretilmiştir. Üretilen tozların $D[4.3]$ değerlerinin 10.8-12.2 μm arasında değiştiği ve başlangıç bileşiminin tozların partikül boyutlarını istatistiksel olarak etkilemediği saptanmıştır (Andersson vd. 2019). Li vd. (2016) yaptıkları çalışmada farklı süt proteini ve laktoz oranına sahip (0:100, 20:80, 50:50, 75:25 ve 100:0) toplam kurumadde %15 olan çözeltileri laboratuvar ve pilot ölçekli iki farklı püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlardır. Süt proteini:laktoz oranı 20:80 olan çözelti ile laboratuvar ölçekli kurutucu ile üretilen tozlarda $D_{0.5}$ ve spesifik yüzey alanı değerleri sırasıyla 7.41 μm ve 2131 m^2/kg olarak bulunmuş olup, pilot ölçekli kurutucuda üretilen tozlar için ise bu değerlerin sırasıyla 40.90 μm ile 234.90 m^2/kg olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tozların partikül boyutlarına ilişkin sonuçların diğer çalışmalardan düşük, spesifik yüzey alanı değerlerinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu durumun kurutulan çözeltilerin bileşimleri ile kullanılan kurutucu sisteminin farklı olmasından ve diğer çalışmalarda kurutma sonrası akışkan yatak ile aglomerasyon işleminin olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.4. Çözünabilirlik ve ıslanabilirlik değerleri

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünabilirlik ve ıslanabilirlik değerlerinin bulunduğu grafik Şekil 4.8’de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünabilirlik değerleri sırasıyla %98.14, %96.64, %97.20, %95.22 ve %86.48, ortalama ıslanabilirlik değerleri ise sırasıyla 7.0, 190.0, 285.00, 217.5 ve 2340.0 s olarak tespit edilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.8. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünürlük ve ıslanabilirlik değerleri.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait çözünürlük ve ıslanabilirlik değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Varyasyon kaynağı olan örnek çeşidinin çözünürlük değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak $P < 0.01$ düzeyinde, ıslanabilirlik değeri üzerine ise $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun çözünürlük ve ıslanabilirlik değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Çözünürlük (%)			Islanabilirlik (s)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	44.85	8.02*	4	1896284	1270***
Hata	5	4.78		5	1492	

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünürlük (%) ile ıslanabilirlik (s) değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre yağsız süt tozunun çözünürlük değerinin diğer örneklerden yüksek olduğu, peyniraltı suyu tozlarının çözünürlük değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Süt tozunun ıslanabilirlik değerinin peyniraltı suyu tozlarının ıslanabilirlik değerinden yüksek olduğu, en düşük ıslanabilirlik değerine süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun sahip olduğu tespit edilmiştir. TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu Standardına göre çözünmezlik indeksinin en çok 0.5 mL, TS 1329 Süt Tozu Standardı’na göre çözünürlük en az %98 (v/v) olduğu belirtilmiştir (Anonim

2005, Anonim. 2014a). Çalışmamızda yağsız süt tozu ve peyniraltı suyu tozlarında çözünübilirlik analizi için kullanılan yönteminin TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu Standardı ve TS 1329 Süt Tozu Standardı'nda belirtilen yöntemlerden farklı olması nedeniyle elde edilen sonuçların standartlara uymadığı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.14. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama çözünübilirlik ile ıslanabilirlik değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	Çözünübilirlik (%)	Islanabilirlik (s)
Süz Past*	98.14±0.20a**	7.00±1.00c
Lor Past	96.64±0.27a	190.00±10.00b
Bey Past	97.20±0.66a	285.00±5.00b
Tic Past	95.22±2.50a	217.50±2.50b
Süt Tozu	86.48±2.27b	2340.00±60.00a

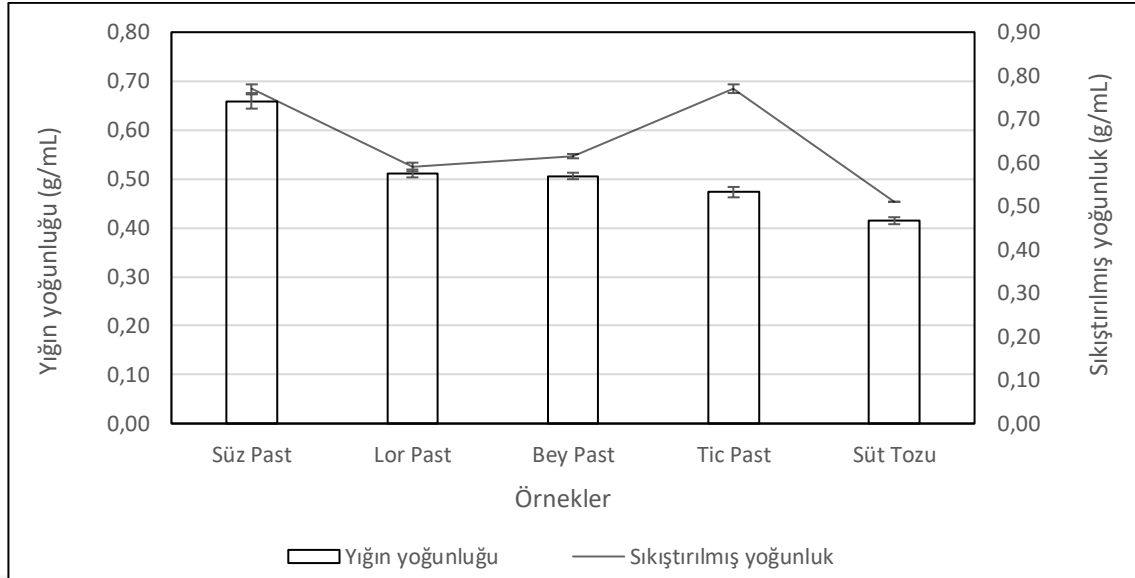
*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Gıdalara ait tozların rehidrasyon özellikleri, tozun bileşimi, partikül boyutu, aglomerasyon derecesi, partikül yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Gaiani vd. 2011). Andersson (2020)'nin farklı peyniraltı suyu proteini/laktoz oranlarına sahip çözeltileri püskürtmeli kurutucuda kuruttuğu çalışmasında, çözeltide peyniraltı suyu proteinin artmasına bağlı olarak tozların çözünübilirlik ve ıslanabilirlik özelliklerinin zayıfladığını belirlemiş ve söz konusu durumun laktoz ile peyniraltı suyu proteinlerinin hidrofilik-hidrofobik özelliklerinden kaynaklandığını bildirmiştir. Farklı partikül boyutlarına sahip yağsız süt tozlarına ait ıslanabilirlik değerlerinin incelendiği başka bir çalışmada ise 40-250 µm arasında partikül boyutunun artışına bağlı olarak ıslanabilirlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Gaiani vd. 2011). Çalışmada kullanılan peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun bileşimleri ile fiziksel özelliklerinin çözünürlük ve ıslanabilirlik değerlerini etkilediği düşünülmektedir.

4.1.5. Yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerinin bulunduğu grafik Şekil 4.9'de verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu değerleri sırasıyla 0.66, 0.51, 0.51, 0.47 ve 0.41 g/mL; sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ise sırasıyla 0.77, 0.59, 0.62, 0.56 ve 0.51 g/mL olarak tespit edilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.9. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri.

Örnek çeşidinin peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerine etkisinin, varyans analiz sonuçlarına göre $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Yığın yoğunluğu (g/mL)			Sıkıştırılmış yoğunluk (g/mL)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	0.016	83.31***	4	0.019	144.69***
Hata	5	0.000		5	0.000	

*** $P < 0.001$

Farklı peynirlerden elde edilen peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu değerleri ile sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun yığın değeri ve sıkıştırılmış yoğunluk değerinin, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında yağsız süt tozunun en düşük yığın değerine ve sıkıştırılmış yoğunluk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama yığın yoğunluğu ile sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	Yığın yoğunluğu (g/mL)	Sıkıştırılmış yoğunluk (g/mL)
Süz Past*	0.66±0.01a**	0.77±0.01a
Lor Past	0.51±0.01b	0.59±0.01cb
Bey Past	0.51±0.01cb	0.62±0.01b
Tic Past	0.47±0.01c	0.56±0.01c
Süt Tozu	0.41±0.01d	0.51±0.00d

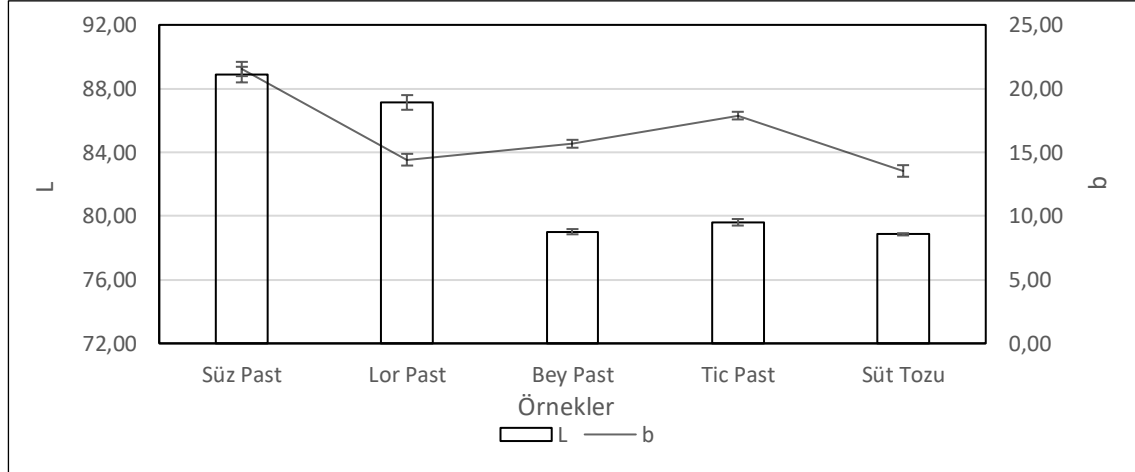
*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Han vd. (2021) farklı süt bileşenlerini içeren tozlarda yaptıkları çalışmada, laktoz (%99.57 laktoz, %0.15 protein), yağsız süt tozu (%51.92 laktoz, %37.59 protein) ve farklı oranlarda laktoz ve konsantre peyniraltı suyunun karıştırılıp kurutulmasıyla elde edilen WL1 (%40.02 laktoz, %44.93 protein), WL2 (%23.06 laktoz, %58.73 protein), WL3 (%18.03 laktoz, %70.23 protein), WL4 (%58.60 laktoz, %30.34 protein) ile WL5 (%71.24 laktoz, %18.86 protein) tozlarının yığın yoğunluk değerlerini sırasıyla 0.743, 0.460, 0.229, 0.273, 0.267, 0.257 ve 0.272 kg/L; sıkıştırılmış yoğunluk değerlerini ise sırasıyla 0.917, 0.576, 0.289, 0.316, 0.314, 0.292 ve 0.309 kg/L olarak belirlemişlerdir. Ayrıca söz konusu çalışmada tozların yoğunluk değerlerinin partikül boyutuyla ilgili olduğu, partikül boyutunun küçülmesine bağlı olarak spesifik yüzey alanının arttığı ve toz taneleri arasında daha fazla havanın hapsedilerek yoğunluğun azaldığı bildirilmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda elde ettiğimiz yığın yoğunluğu değerleri ve sıkıştırılmış yoğunluk değerlerinin yukarıda bahsi geçen diğer çalışma ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

4.1.6. Renk analizi sonuçları

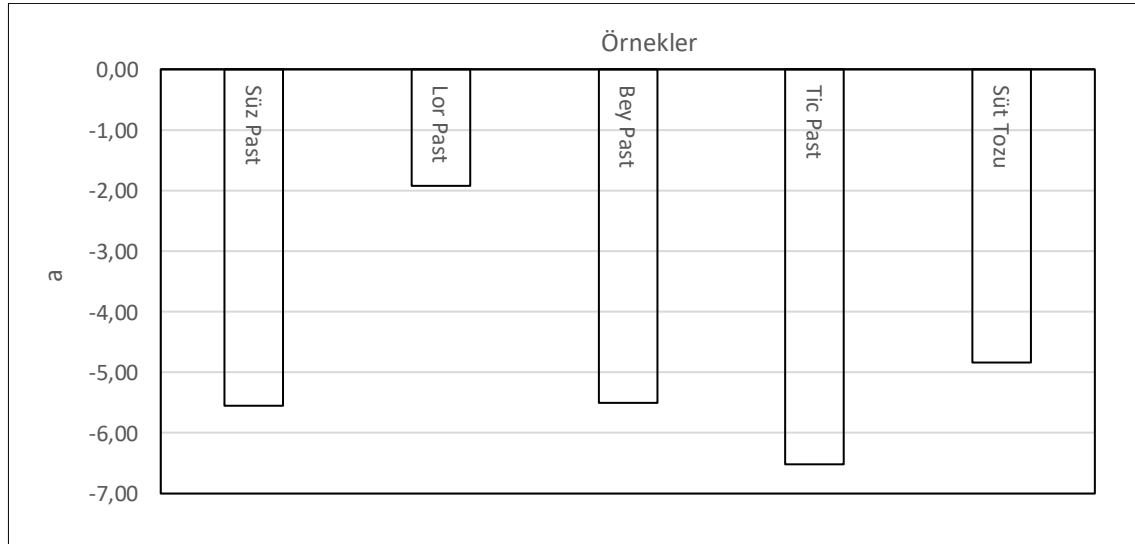
Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L ve b değerlerinin yer aldığı grafik Şekil 4.10'de verilmiştir.



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.10. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L ve b değerleri.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama a değerlerinin bulunduğu grafik ise Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekil 10 ve Şekil 11 incelendiğinde, en yüksek L (88.88), a (-0.55) ve b (21.54) değerlerinin süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozuna ait olduğu saptanmıştır. Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu ve ticari peyniraltı suyu tozlarının hem L, hem a hem de b değerlerine ait sonuçların birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Bu durumun bu çalışma özelinde ticari olarak adlandırılan peyniraltı suyu tozu üretilirken diğer tüm peynirlerden elde edilen peyniraltı suları içerisindeki en fazla oranın beyaz peyniraltı suyuna ait olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Peyniraltı suyunun spesifik duyu özellikleri kendine has sarımtırak rengi olduğu için b değerlerinin pozitif olduğu saptanmıştır (Anonim 2014).



Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

Şekil 4.11. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama a değerleri.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L, a ile b değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarına göre örnek çeşidinin L, a ve b değerleri üzerine $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozunun L, a ve b değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	L			a			b		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	47.90	227.72***	4	6.10	143.80***	4	20.53	55.88***
Hata	5	0.21		5	0.04		5	0.37	

*** $P < 0.001$

Çizelge 4.18’de farklı peynirlerden elde edilen peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait renk analiz sonuçlarının ortalama L, a ile b değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun L değerinin diğer örneklerden yüksek olduğu, bu örneği lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun izlediği tespit edilmiştir. Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu arasında L değerleri açısından farklılık bulunmadığı saptanmıştır. Örnekler a değerleri açısından karşılaştırıldığında en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunda ve ticari peyniraltı suyu tozunda belirlenmiştir. Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozunun b değerinin diğer örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama L, a ile b değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	L	a	b
Süz Past*	88.88±0.49a**	-0.55±0.20c	21.54±0.56a
Lor Past	87.13±0.46b	-1.93±0.05a	14.42±0.46dc
Bey Past	79.02±0.17c	-5.51±0.12c	15.67±0.31c
Tic Past	79.61±0.20c	-6.51±0.07d	17.88±0.30b
Süt Tozu	78.85±0.07c	-4.84±0.22b	13.54±0.46d

*Süz Past: Süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Lor Past: Lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Bey Past: Beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, Tic Past: Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozu

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Süt tozlarında L ve b değerlerinin kurutma sırasında Maillard reaksiyonu sonucu oluşan kahverengi pigmentlerle, a değerinin ise süt bileşiminde bulunan karatoneidlerle ilgili olduğu bildirilmektedir (Grigioni vd. 2007). Yapılan bir çalışmada ozon gazı uygulanmayan konsantre peyniraltı suyundan (%60 kurumadde, %53.6 laktoz, %2.5 protein) elde edilen peyniraltı suyu tozu ile 30, 60, 90 ve 120 dakika ozon uygulanarak elde edilen peyniraltı suyu tozlarının L değerlerinin sırasıyla 95.66, 95.91, 95.86, 95.82 ve 96.02; a değerlerinin sırasıyla -4.09, -4.39, -4.36, -4.52 ve -4.60; b değerlerinin sırasıyla 18.14, 18.38, 18.72, 18.89 ve 18.78 olduğu belirlenmiştir (Sert ve Mercan 2022).

Barone vd. (2019) yaptıkları çalışmada, yağsız süt tozu ve peyniraltı suyu konsantratinin L değerlerinin 93.9 ile 94.3, a değerlerinin -5.33 ile -2.91 ve b değerlerinin ise 16.4 ile 9.52 arasında değiştiğini saptamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada, 35 farklı tatlı peyniraltı suyu tozunun L ve b değerlerinin sırasıyla 76.36-81.79 ve 13.48-23.46 arasında değiştiği tespit edilmekle birlikte, L değerinin partiküllerin spesifik yüzey alanları ile doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Baravana vd. 2003). Çalışmamızda bulunan sonuçlar ile diğer çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıkların peyniraltı sularının bileşimi ile kurutma koşullarının farklı olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

4.2. Süt analizi sonuçları

Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan çiğ süt ve kurumaddesi farklı peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile ayarlanan yoğurt sütlerinin ortalama kurumadde (%), yağ (%), protein (%) ve kül (%) miktarları ile pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün ve kurumaddesi farklı peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile ayarlanan yoğurt sütlerinin ortalama yağsız kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları ile pH ve titrasyon asitliği değerleri

	Çiğ süt	SütSüt Tozu*	SütSüzPast	SütLorPast	SütBeyPast	SütTicPast
Yağsız kurumadde (%)	8.37±0.02	12.44±0.02	12.53±0.03	12.37±0.09	12.47±0.01	12.49±0.02
Yağ (%)	2.85±0.01	0.15±0.05	0.10±0.00	0.15±0.05	0.10±0.00	0.10±0.00
Protein (%)	3.16±0.01	4.44±0.06	3.16±0.03	3.27±0.09	3.26±0.02	3.29±0.12
Kül (%)	0.74±0.02	1.02±0.02	0.90±0.05	0.93±0.02	0.95±0.03	0.91±0.01
pH	6.64±0.01	6.65±0.04	6.46±0.01	6.43±0.03	6.54±0.05	6.52±0.02
Titrasyon asitliği (%)	0.15±0.02	0.18±0.03	0.16±0.01	0.16±0.02	0.16±0.01	0.16±0.01

* SütSüt Tozu: Kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süt; SütSüzPast: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süt; SütLorPast: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süt; SütBeyPast: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süt; SütTicPast: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süt

Çizelge incelendiğinde; pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan sütlerde yağsız kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları ve pH ve titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla %12.37-12.53, %0.10-0.15, %3.26-4.44, %0.9-1.02, 6.46-6.65 ve %0.15-0.16 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yıldız (2016) yaptığı çalışmada yoğurt üretiminde kullandığı çiğ sütün ortalama yağsız kurumadde, yağ, protein, kül, pH ve titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla %9.16, %4.05, %4.08, %0.72, 6.62 ve %0.18 olarak belirlerken, Akal (2017) yapmış olduğu çalışmada söz konusu ortalama değerleri sırasıyla %8.51, %3.60, %3.51, %0.61, 6.74 ve %0.16 olarak saptamıştır. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütler Tebliği’nde inek sütünün yağsız kurumadde, protein ve laktik asit cinsinden asitlik değerlerinin sırasıyla en az %8.0, en az %2.9 ve %0.135-0.20 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim 2019). Farklı peynirlere ait peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan sütlerin diğer çalışmalar ve Türk Gıda Kodeksi İçme Sütler Tebliği ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmada

kullanılan yoğurt sütlerinin yağ miktarlarının %0.15'e eşit ve düşük olması söz konusu tebliğe göre yoğurt üretimlerinde kullanılan sütlerin yağsız olduğunu göstermektedir.

4.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan analiz sonuçları

4.3.1. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait kurumadde, protein ve kül değerleri

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların kurumadde, protein ve kül değerleri depolamanın 1. günü tespit edilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerinin %12.64-12.71, protein ve kül değerlerinin ise sırasıyla %3.42-4.84 ve %0.75-0.98 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.20'de belirtilen varyans analiz sonuçlarından anlaşılabacağı üzere üretiminde yağsız süt tozu ve farklı peyniraltı suyu tozlarının kullanımının pıhtısı parçalanmış yoğurtların protein değerleri üzerine $P < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Yağsız süt tozunun protein değerinin peyniraltı suyu tozlarına göre yaklaşık 5.4 ile 10.5 kat yüksek olmasına bağlı olarak yağsız süt tozu ile kurumadde standardize edilen yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin protein değerlerinin diğer örneklere göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların kurumadde, protein ve kül değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Kurumadde (%)			Protein (%)			Kül (%)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi	4	0.001	0.24	4	0.70	38.48***	4	0.01	1.05
Hata	5	0.005		5	0.02		5	0.01	

*** $P < 0.001$

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenen protein değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; yoğurt sütü kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin protein değerlerinin, üretiminde peyniraltı suyu tozları kullanılan pıhtısı parçalanmış yoğurtlara göre yüksek olduğu ($P < 0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca en düşük protein değerleri kurumadde standardizasyonunda süzme ve lor peynirlerine ait peyniraltı suyu tozları kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir. Ancak kurumadde standardizasyonunda süzme ve lor peynirlerine ait peyniraltı suyu tozları kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin protein değerleri ile beyaz peynirine ait peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinin protein değeri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama protein değerleri

Örnek Çeşidi	Protein (%)
SüzY*	3.42±0.04c
LorY	3.39±0.07c
BeyY	3.70±0.08cb
TicY	3.90±0.06b
SütY	4.84±0.18a

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Delikanlı (2012) yaptığı çalışmada, %11.79 kurumadde içerecek şekilde yağsız süt tozu ile hazırladığı rekonstitüye sültere %1 oranında süt protein konsantratu, peyniraltı suyu konsantratu, peyniraltı suyu izolatu ve peyniraltı suyu hidrolazatu ekledikten sonra yoğurt üretmiş ve üretmiş olduğu yoğurtların ortalama toplam protein değerlerinin sırasıyla %5.00, 5.32, 5.36 ve 4.88 olduğunu belirlemiştir. Güven ve Karaca (2003) evaporasyon, süt tozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı suyu tozu kullanarak kurumadde standardizasyonu yaptıkları sülterden ürettikleri yoğurt örneklerinin kurumadde, protein ve yağ değerlerinin %14.77-15.11, %3.76-4.61 ve %3.05-4.30 arasında değiştiğini saptamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada, süte süt tozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı suyu tozu eklenerek üretilen yoğurt örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve kül oranlarının sırasıyla %14.00 ile 14.38, %3.20 ile 3.40, %3.75 ile 4.46 ve %0.802 ile 1.005 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Arslaner, 2002). Diğer çalışmalarda yoğurtlara ait kurumadde, protein ve kül değerleri ile çalışmamızdaki sonuçların genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3.2. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri

Yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince 4.63 ile 4.36 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek pH değeri depolamanın 1. gününde beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenirken, en düşük pH değeri depolamanın 30. gününde yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde saptanmıştır. Çizelge 4.22 incelendiğinde; pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde ortalama titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1. gününde %0.71 ile %0.75, 15. gününde %0.76 ile %0.88 ve 30. gününde %0.81 ile %0.96 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin, depolamanın 1. 15. ve 30.

günlerinde sırasıyla %1.00-3.00, %7.00-17.00 ve %10.25-21.00 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri

Örnek Çeşidi	Analiz	1. gün	15. gün	30. gün
SüzY*	pH	4.61±0.01	4.40±0.02	4.39±0.00
LorY		4.61±0.01	4.42±0.01	4.42±0.00
BeyY		4.63±0.00	4.43±0.00	4.40±0.00
TicY		4.59±0.01	4.39±0.01	4.37±0.00
SütY		4.59±0.01	4.41±0.01	4.36±0.00
SüzY*	Titrasyon asitliği (%)	0.72±0.00	0.76±0.00	0.84±0.00
LorY		0.71±0.01	0.78±0.01	0.82±0.01
BeyY		0.71±0.00	0.77±0.00	0.81±0.01
TicY		0.71±0.00	0.77±0.01	0.85±0.01
SütY		0.75±0.04	0.88±0.02	0.96±0.02
SüzY*	Serum ayrılması (%)	3.00±0.00	17.00±0.00	21.00±0.00
LorY		2.90±0.10	14.50±0.50	19.00±0.00
BeyY		2.75±0.25	14.50±0.50	18.00±1.00
TicY		2.00±0.00	13.00±0.00	16.50±0.50
SütY		1.00±0.00	7.00±0.00	10.25±0.25

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda, incelenen ana varyasyon kaynaklarından örnek çeşidinin örneklerin pH değeri üzerinde $P<0.05$ ve depolama süresinin $P<0.001$ önem düzeylerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23). Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerleri üzerine örnek çeşidi ve depolama süresinin istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.23. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH			Titrasyon asitliği (%)		Serum ayrılması (%)	
	S.D.	K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	0.00	4.46*	0.01	25.81***	49.85	198.33***
Depolama Süresi (DS)	2	0.14	433.01***	0.05	109.77***	576.61	2294.19***
ÖÇxDS	8	0.00	0.80	0.00	2.64*	6.56	26.09***
Hata	15	0.00		0.01		0.25	

* P<0.05, *** P<0.001

Çizelge 4.24’de depolama süresince pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişim ve örneklerin pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları sunulmuştur. Üretiminde ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanılan pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinin aynı ve diğer pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinden düşük olduğu saptanmıştır. Yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinin titrasyon asitliği değerinin diğer pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinden yüksek olduğu, ayrıca diğer pıhtısı parçalanmış yoğurt örnekleri arasında titrasyon asitliği değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresince pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin pH değerlerinin azaldığı, titrasyon asitliği değerlerinin ise arttığı ve depolamanın 1. ile 30. günlerinde örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0.05) belirlenmiştir. Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyu tozu ile yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların sırasıyla en yüksek ve en düşük serum ayrılması değerlerine sahip olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. Depolama süresince pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ortalama pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH	Titrasyon asitliği (%)	Serum ayrılması (%)
Örnek çeşidi			
SüzY*	4.46±0.10ba**	0.77±0.05b	13.67±7.72a
LorY	4.48±0.09a	0.77±0.05b	12.13±6.79b
BeyY	4.49±0.10a	0.76±0.04b	11.75±6.56b
TicY	4.45±0.10b	0.78±0.06b	10.50±6.18c
SütY	4.45±0.10b	0.86±0.09a	6.08±3.83d
Depolama süresi			
1. gün	4.60±0.01a	0.72±0.02c	2.33±0.76c
15. gün	4.41±0.02b	0.79±0.04b	13.20±3.37b
30. gün	4.39±0.03c	0.86±0.06a	16.95±3.69a

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Yapılan bir çalışmada, %12 kurumadde içerecek şekilde yağsız süt tozu ile hazırlanan rekonstitüye sütlere %1 oranında peyniraltı suyu konsantratu, peyniraltı suyu izolatu ve peyniraltı suyu hidrolazatu ekledikten sonra yoğurt üretilmiş ve yoğurtların ortalama pH değerlerinin sırasıyla 3.99, 3.90 ve 3.89; titrasyon asitliği değerlerinin %1.21, 1.27 ve 1.42; serum ayrılması değerlerinin ise 0.15, 0.32 ve 0.24 mL/25g olduğunu belirlemiştir (Delikanlı ve Özcan 2014). Yıldız (2016) yaptığı çalışmada süte %3 oranında süt tozu veya %1 süt tozu + %2 peyniraltı suyu tozu ekleyerek ürettikleri yoğurt örneklerinin pH değerlerini depolamanın 1. gününde sırasıyla 4.21 ve 4.33; titrasyon değerlerini %1.32 ve 1.13; serum ayrılması değerlerini ise 7.08 ve 8.28 mL/25g olarak saptamıştır. Süte %3 oranında süt tozu veya peyniraltı suyu tozu ilave edilerek yoğurt üretilen başka bir çalışmada, süt tozu ile kurumaddesi arttırılan sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerinin 14 gün depolama süresince sırasıyla 4.28-4.55, %0.99-1.13 ve 5.74-7.90 mL/25g; peyniraltı suyu tozu ile kurumaddesi arttırılan sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve serum ayrılması değerlerinin ise sırasıyla 4.35-4.54, %0.91-1.10 ve 7.30-8.88 mL/25g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan sütlerdeki peyniraltı suyu tozu miktarının artışına bağlı olarak yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacı depolama süresince yoğurt örneklerinin pH değerlerinin azaldığını, titrasyon asitliği değerlerinin ise arttığını tespit etmiştir (Arslaner 2002). Çalışmamızda belirlediğimiz pH değerlerinin diğer çalışmalardan yüksek, titrasyon asitliği değerlerinin ise düşük olduğu belirlenmiş ve söz konusu durumun pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan yoğurt sütünün kurumadde miktarı, starter kültür tipi ve inkübasyon süresi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

4.3.3. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait reolojik analiz sonuçları

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri Çizelge 4.25’de verilmiştir. Örneklerle ait ortalama görünür viskozite değerlerinin depolamanın ilk gününde 0.13 ile 0.48 Pa.s, 15. gününde 0.15 ile 0.51 Pa.s ve 30. gün sonunda ise 0.15 ile 0.52 Pa.s arasında değiştiği belirlenmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin depolama süresince 1.38 ile 6.75 Pa.sⁿ arasında değiştiği saptanmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin akış davranış indeksi (n) değerlerinin 0.23 ile 0.38 arasında değiştiği ve Newtoniyen akış davranışa yönelik eğilim gösterdikleri belirlenmiştir. Üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin Newtoniyen olmayan (n<1) psödoplastik akış davranışı gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Örneklerin reolojik ölçümlerine ait çıkış ve iniş eğrilerindeki kayma gerilimi ve kayma hızı değerlerine üslü yasa modeli uygulanmış ve model için elde edilen regresyon katsayılarının 0.87 ile 0.95 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.25. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri

Örnek Çeşidi	Analiz	1. gün	15. gün	30. gün
SüzY*		0.13±0.01	0.15±0.01	0.15±0.00
LorY	Görünür	0.15±0.02	0.15±0.00	0.16±0.00
BeyY	viskozite	0.14±0.00	0.15±0.01	0.16±0.00
TicY	(Pa.s)	0.15±0.00	0.17±0.01	0.24±0.01
SütY		0.48±0.00	0.51±0.02	0.52±0.03
SüzY*		1.38±0.02	1.38±0.06	1.44±0.05
LorY	Kıvam katsayısı	1.38±0.11	1.57±0.16	1.73±0.09
BeyY	(Pa.s ⁿ)	1.47±0.02	1.51±0.27	1.67±0.05
TicY		1.57±0.02	1.66±0.06	3.40±0.03
SütY		5.71±0.38	6.36±0.20	6.75±0.12
SüzY*		0.38±0.01	0.36±0.00	0.35±0.00
LorY	Akış davranış	0.37±0.00	0.35±0.01	0.33±0.01
BeyY	indeksi	0.36±0.01	0.34±0.00	0.35±0.03
TicY	(n)	0.35±0.00	0.32±0.01	0.32±0.00
SütY		0.23±0.01	0.23±0.00	0.23±0.01

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde örnek çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak belirlenen görünür viskozite değerleri, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.26’da verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, örneklerin görünür viskozite ve kıvam katsayısı

değerleri üzerine incelenen her iki ana varyasyon kaynağının (örnek çeşidi ve depolama süresi) $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin akış davranış indeksi değerleri üzerine örnek çeşidinin $P < 0.001$ önem düzeyinde, depolama süresinin ise $P < 0.01$ önem düzeyinde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Görünür viskozite (Pa.s)			Akış davranış indeksi (n)			Kıvam katsayısı (Pa.s ⁿ)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	0.14	588.44***	4	0.02	84.79***	4	25.92	592.32***
Depolama Süresi (DS)	2	0.00	15.15***	2	0.00	6.40**	2	1.29	29.40***
ÖÇxDS	8	0.00	2.37	8	0.00	0.90	8	0.37	8.43**
Hata	15	0.00		15	0.00		15	0.04	

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenen görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görünür viskozite ve kıvam katsayısı değerlerinin, üretiminde peyniraltı suyu tozları kullanılan pıhtısı parçalanmış yoğurtlara göre yüksek olduğu, akış davranış indeksi değerinin ise düşük olduğu ($P < 0.05$) belirlenmiştir. Yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örnekleri arasında en yüksek görünür viskozite ve kıvam katsayısı değerlerinin ise farklı peyniraltı sularından üretilen ticari peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait olduğu saptanmıştır. İşletmede üretilen tüm peynirlere ait peyniraltı sularının karışımından elde edilmesine bağlı olarak ticari peyniraltı suyu tozunun bileşiminde farklı işlemlere maruz kalmış peyniraltı suyu proteinlerinin bulunabileceği düşünülmektedir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda, farklı işlemler uygulanan peyniraltı suyu proteinlerinin kullanımı ile farklı akışkanlık özelliklerine sahip yoğurtların elde edilebileceği ortaya konulmuştur (Torres vd. 2011, Torres vd. 2018).

Çizelge 4.27. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Varyasyon kaynakları	Görünür viskozite (Pa.s)	Akış davranış indeksi (n)	Kıvam katsayısı (Pa.s ⁿ)
Örnek çeşidi			
SüzY*	0.14±0.01c	0.36±0.01a	1.40±0.05c
LorY	0.15±0.01c	0.35±0.02a	1.56±0.19c
BeyY	0.15±0.01c	0.35±0.02a	1.55±0.18c
TicY	0.19±0.04b	0.33±0.01b	2.21±0.84b
SütY	0.50±0.03a	0.23±0.01c	6.27±0.50a
Depolama süresi			
1. gün	0.21±0.13c	0.34±0.05a	2.30±1.72b
15. gün	0.23±0.14b	0.32±0.05b	2.50±1.94b
30. gün	0.25±0.14a	0.31±0.05b	3.00±2.00a

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Arslaner (2002) yaptığı çalışmada, yağsız süte %3.0 süt tozu, %1.5 süt tozu + %1.5 peyniraltı suyu tozu ve %3.0 peyniraltı suyu tozu ekledikten sonra yoğurtlar üretmiş ve üretmiş olduğu yoğurtların ortalama viskozite değerlerini depolamanın 1. gününde sırasıyla 2.27, 1.82 ve 1.24 Pa.s, 14. gününde ise sırasıyla 2.79, 2.24 ve 1.49 Pa.s olarak belirlemiştir. Yapılan başka bir çalışmada %12 oranında protein içeren peyniraltı suyu tozu, %35 oranında protein içeren peyniraltı suyu konsantratu ve %92 oranında protein içeren peyniraltı suyu izolatu ile kurumadde %12'ye standardize edilen sütlerden yağsız yoğurt örnekleri üretilmiştir. Çalışmada, yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin sırasıyla 1.80, 2.46 ve 3.11 Pa.s olduğu tespit edilmiştir (Ghanimah 2018). Isleten ve Karagul-Yuceer (2006) rekonstitüye yağsız süt tozundan hazırladıkları %12 kurumadde içeren sütlere %1 oranında yağsız süt tozu, peyniraltı suyu protein izolatu ve sodyum kazeinat ekleyerek yoğurt üretmişler ve bu yoğurtların viskozite değerlerinin sırasıyla 0.005, 0.011 ve 0.007 Pa.s olduğunu, ayrıca depolama süresince tüm yoğurtların viskozite değerlerinin arttığını saptamışlardır. Torres vd. (2011) yağsız süt tozu ve mikropartiküllü peyniraltı suyu tozu kullanılması ile %4.25 ve %5.00 oranlarında protein içeren yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin 1.44 ile 6.32 Pa.s; akış davranış indeksi değerlerinin ise 0.31 ile 0.43 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, yoğurdun viskozitesindeki değişimin üretiminde kullanılan sütlerin protein miktarına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Arslaner 2002, Ghanimah 2018). Bununla birlikte, laktozun da ısıtma işlem sırasında peyniraltı suyu proteinlerinden β-laktoglobulinin denatürasyonunu engelleyerek yoğurdun viskozitesi üzerinde etkili olabileceği belirtilmiştir (Spiegel 1999, Jørgensen vd. 2015). Depolama süresince yoğurtların viskozite değerlerindeki artışın proteinler arasındaki bağların yeniden düzenlenmesinden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir (Isleten ve Karagul-Yuceer 2006).

Çalışmamızdaki pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait viskozite değerleri diğer çalışmalarla uyumlu olmakla birlikte, değerlerdeki bazı farklılıkların üretiminde kullanılan sütlerin ve eklenen tozların bileşim farklılıkları ile kullanılan ölçüm yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3.4. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait görsel analizlerin sonuçları

Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait ortalama toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin sırasıyla 90.00 granül sayısı/3 mL yoğurt, 2.24 mm ve 1.91 ortalama mutlak yoğunluk sapması (Omys); kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait ortalama toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin sırasıyla 98.50 granül sayısı/3 mL yoğurt, 2.81 mm ve 1.98 Omys; kurumadde standardizasyonunda beyaz peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait ortalama toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin sırasıyla 112.00 granül sayısı/3 mL yoğurt, 2.85 mm ve 1.99 Omys; kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait peyniraltı suyundan elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait ortalama toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin sırasıyla 131.00 granül sayısı/3 mL yoğurt, 3.49 mm ve 2.64 Omys ve kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait ortalama toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin sırasıyla 153.50 granül sayısı/3 mL yoğurt, 4.15 mm ve 7.78 Omys olduğu tespit edilmiştir.

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde örnek çeşidine bağlı olarak belirlenen toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.28’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde, örneklerin toplam granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri üzerine ana varyans kaynağının (örnek çeşidi) $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.28. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Toplam granül sayısı (granül sayısı/3 mL örnek)			Granül çevre uzunluğu (mm)			Görsel Pürüzlülük (Omys)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	1312.25	37.93***	4	1.07	88.76***	4	12.96	267.52***
Hata	5	34.60		5	0.01		15	0.05	

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri Çizelge 4.29’da ve pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin

görselleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği üzere pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerindeki toplam granül sayısının ortalama 90 ile 153/3 mL yoğurt; granül çevre uzunluğunun 2.24 ile 4.15 mm ve görsel pürüzlülük değerlerinin 1.91 ile 7.78 Omys arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek Çeşidi	Toplam granül sayısı (granül sayısı/3 mL örnek)	Granül çevre uzunluğu (mm)	Görsel Pürüzlülük (Omys)
SüzY*	90.00±4.00d**	2.24±0.01d	1.91±0.05c
LorY	98.50±6.50dc	2.81±0.07c	1.98±0.22c
BeyY	112.00±4.00c	2.85±0.03c	1.99±0.02c
TicY	131.00±0.00b	3.49±0.07b	2.64±0.23b
SütY	153.50±3.50a	4.15±0.14a	7.78±0.13a

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

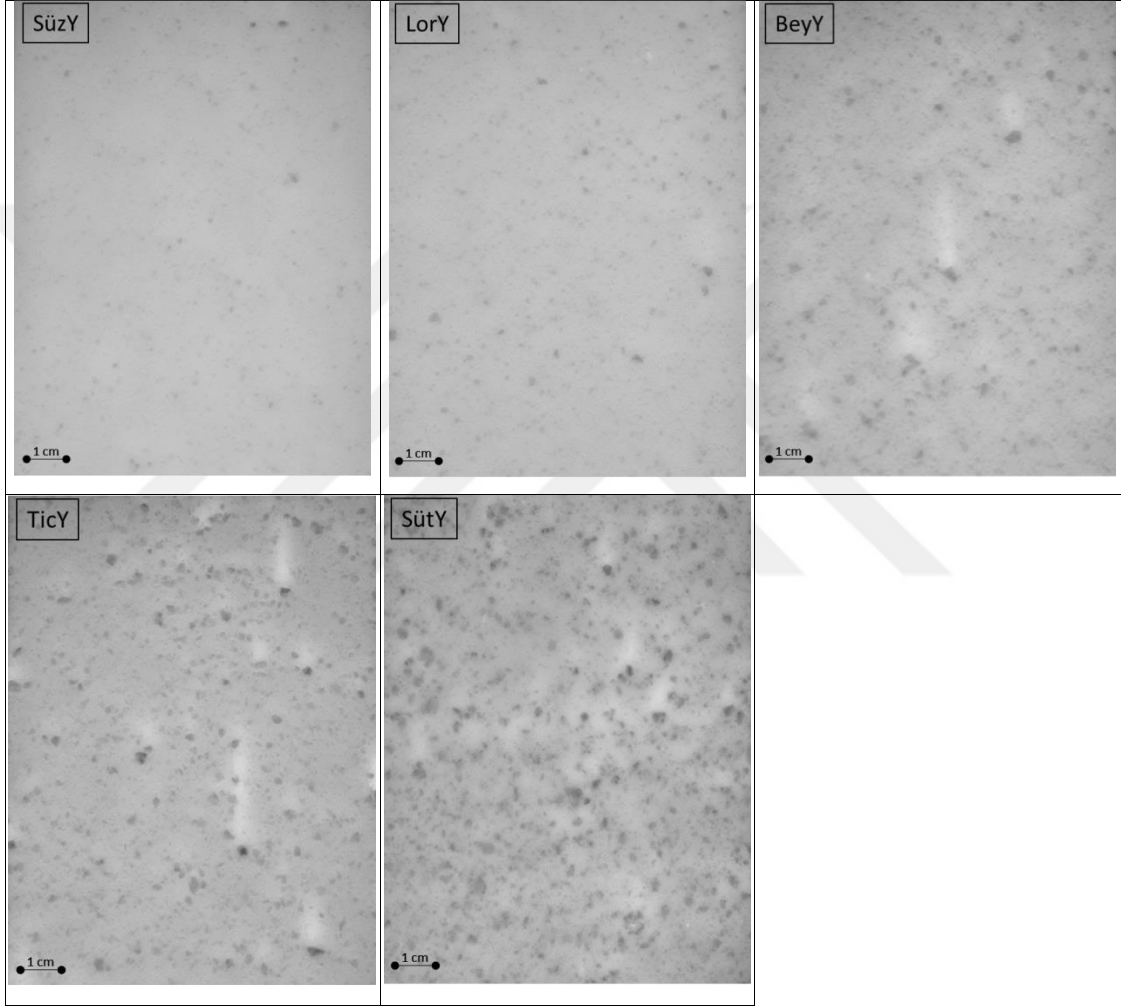
** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. En yüksek granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerine yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların sahip olduğu, en düşük değerlerin ise yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait olduğu belirlenmiştir. Ancak görsel pürüzlülük değerleri açısından yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda süzme, lor ve beyaz peynir örneklerine ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozları kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Yoğurtta granül sayısının ve pürüzlülüğün protein miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı bildirilmektedir (Jørgensen vd. 2019). Küçükçetin vd. (2009) yoğurtta peyniraltı suyu protein miktarı ile kazein miktarı arasındaki oranın artmasıyla birlikte granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, yoğurt sütü kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu izolatu kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtların protein içeriklerinin süt tozu ve inülin ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlardan yüksek olduğu ve buna bağlı olarak granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerinin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ergin 2022). Bununla birlikte, pıhtısı parçalanmış yoğurtların sertliği ile içerdiği granül sayısı ve boyutunun arasında doğru orantı olduğu bildirilmektedir. Sertlik değeri yüksek yoğurtların karıştırılması sırasında uygulanan kesme kuvveti ile çok sayıda

küçük parçacığın oluştuğu ve kesme kuvvetinin yetersiz geldiği durumlarda pürüzlü bir yapının ortaya çıktığı değerlendirilmektedir (Jørgensen vd. 2015).

Bu bağlamda, mevcut çalışmanın sonuçlarının literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, örneklerdeki granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerlerindeki değişimin yoğurt sütü kurumadde standardizasyonunda kullanılan peyniraltı suyu tozları ile yağsız süt tozunun bileşiminden özellikle de protein içeriklerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmektedir.



* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Şekil 4.12. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görselleri

4.3.5. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayısının kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde 8.79-9.00 log kob/g arasında, kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde 8.78-8.87 log kob/g arasında, kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde 8.77-9.20 log kob/g arasında, kurumadde standardizasyonunda farklı peyniraltı sularından üretilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde 8.62-9.09 log kob/g ve kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde 8.72-9.04 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde ait ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına ait sonuçlar Çizelge 4.30'da verilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının depolamanın 1. gününde 6.21-6.63 log kob/g arasında, 15. gününde 6.05-6.54 log kob/g ve 30. gününde 5.85-6.26 log kob/g arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.30. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* değerleri

Örnek Çeşidi	Analiz	1. gün	15. gün	30. gün
SüzY*		9.00±0.01	8.94±0.01	8.79±0.01
LorY	<i>Streptococcus</i>	8.87±0.01	8.79±0.01	8.78±0.01
BeyY	<i>thermophilus</i>	9.20±0.03	8.99±0.00	8.77±0.03
TicY	(log kob/g)	9.09±0.00	8.98±0.01	8.62±0.02
SütY		9.04±0.01	8.75±0.01	8.72±0.01
SüzY*	<i>Lactobacillus</i>	6.47±0.01	6.23±0.03	5.96±0.01
LorY	<i>delbrueckii</i>	6.21±0.01	6.13±0.03	5.97±0.00
BeyY	subsp.	6.62±0.10	6.54±0.03	6.03±0.02
TicY	<i>bulgaricus</i>	6.24±0.04	6.05±0.11	5.85±0.02
SütY	(log kob/g)	6.63±0.00	6.48±0.03	6.26±0.01

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.31'de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, örnek çeşidi ve depolama

süresinin örneklerdeki *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerinde $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlardaki *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	<i>Streptococcus thermophilus</i> (log kob/g)			<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	0.03	80.07***	4	0.19	50.21***
Depolama Süresi (DS)	2	0.23	648.84***	2	0.45	117.91***
ÖÇxDS	8	0.02	50.68***	8	0.01	3.73*
Hata	15	0.00		15	0.00	

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Örnek çeşidi faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğinde belirlenen *S. thermophilus* sayısının diğer örneklere göre yüksek olduğu saptanmıştır. Kurumadde standardizasyonda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneği ile süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneği belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının diğer pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlardaki ortalama *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Varyasyon kaynakları	<i>Streptococcus thermophilus</i> (log kob/g)	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)
Örnek çeşidi		
SüzY*	8.91±0.09b**	6.22±0.21b
LorY	8.81±0.04d	6.10±0.10c
BeyY	8.99±0.18a	6.40±0.27a
TicY	8.90±0.20b	6.05±0.17c
SütY	8.84±0.14c	6.46±0.15a
Depolama süresi		
1. gün	9.04±0.11a	6.44±0.19a
15. gün	8.89±0.10b	6.29±0.20b
30. gün	8.73±0.06c	6.02±0.14c

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Yıldız (2016) yaptığı çalışmada süte %3 oranında süt tozu veya %1 süt tozu+ %2 peyniraltı suyu tozu ekleyerek yoğurt örnekleri üretmiş ve *S. thermophilus* sayılarının sadece süt tozu eklenen yoğurt örneklerinde 21 gün depolama süresince 7.22 ile 8.35 log kob/mL; süt tozu ve peyniraltı suyu tozu eklenen yoğurt örneklerinde ise 6.89 ile 8.34 log kob/mL arasında değiştiğini belirlemiştir. Aynı çalışmada *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının sadece süt tozu eklenen yoğurt örneklerinde depolama süresince 5.92 ile 7.67 log kob/mL; süt tozu ve peyniraltı suyu tozu eklenen yoğurt örneklerinde ise 6.10 ile 7.93 log kob/mL arasında değiştiği saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada, keçi sütüne %10 oranında peyniraltı suyu tozu eklenerek ve eklenmeden üretilen yoğurt örneklerindeki toplam *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarının depolamanın ilk gününde 9.00 log kob/mL olduğu, depolamanın 20. gününde ise süte peyniraltı suyu tozu eklenerek üretilen yoğurtlarda toplam sayının 7.35 log kob/mL; eklenmeksizin üretilen yoğurtlarda ise 6.50 log kob/mL olduğu saptanmıştır. Peyniraltı suyu proteinlerinin laktik asit bakterilerinin canlılıklarını destekleyici etkisi olduğu bildirilmektedir (Mazzaglia vd. 2020). Tosun vd. (2011) süte peyniraltı suyu tozu eklenmeden ve %5, 10 ile 15 oranlarında ekledikten sonra yoğurt üretmişlerdir. Çalışmada, fermentasyondan sonra *S. thermophilus* sayısının 8.44 ile 9.17 log kob/mL; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının ise 8.18 ile 9.02 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiş ve %15 oranında peyniraltı suyu tozu ilavesinin yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik ettiğini belirtilmiştir. Çalışmamızda örneklerdeki *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olsa da depolama süresince her iki bakteri için sayım sonuçları arasındaki farkın 1 log birimden yüksek olmadığı belirlenmiş olup bu durumun sektörel bazda önem arz etmediği

değerlendirilmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçların genel olarak diğer çalışmalardaki sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3.6. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik puanları depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılan duyusal analizler sonucunda belirlenmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik puanları ile bu puanların depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.33'de verilmiştir. Depolama süresince duyusal analizi yapılan pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin renk değerlerinin 15 tam puan üzerinden depolamanın birinci gününde 4.40 ile 7.86 arasında, 15. gününde 5.50 ile 7.86 arasında ve 30. gününde ise 6.00 ile 9.00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görsel kıvam puanlarının 15 tam puan üzerinden depolamanın 1. gününde 3.25 ile 8.29 arasında, 15. gününde 5.00 ile 9.75 arasında ve 30. gününde ise 6.40 ile 12.20 arasında değiştiği saptanmıştır. Depolama süresince duyusal analizi yapılan pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin partiküllü yapı puanlarının 15 tam puan üzerinden depolamanın 1. gününde 4.75 ile 7.43 arasında, 15. gününde 5.25 ile 11.25 arasında ve 30. gününde ise 6.80 ile 12.80 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin serum ayrılması puanlarının 15 tam puan üzerinden depolamanın 1. gününde 3.43 ile 3.86 arasında, 15. gününde 3.75 ile 4.50 arasında ve 30. gününde ise 4.00 ile 5.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinin ise 15 tam puan üzerinden depolamanın 1. gününde 5.25-10.50 arasında, 15. gününde 5.40 ile 12.40 arasında ve 30. gününde ise 6.86 ile 13.00 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.33. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik puanları

Örnek Çeşidi	Analiz (Tam puan=15)	1.gün	15.gün	30.gün
SüzY*	Renk	7.86±3.48	7.50±2.96	9.00±2.19
LorY		6.25±2.59	7.57±2.61	8.00±2.68
BeyY		6.75±1.48	7.86±1.96	8.60±3.38
TicY		6.71±1.58	7.25±1.48	8.20±2.40
SütY		4.40±2.24	5.50±3.35	6.00±3.55
SüzY	Görsel kıvam	5.00±3.96	5.00±2.74	8.20±2.64
LorY		4.75±2.17	5.86±4.02	6.80±2.04
BeyY		3.25±1.09	5.43±4.17	6.40±1.85
TicY		5.25±2.38	5.86±3.91	6.80±2.40
SütY		8.29±5.06	9.75±0.83	12.20±1.72
SüzY	Partiküllü yapı	5.20±2.93	5.25±1.92	6.86±2.90
LorY		5.25±1.92	6.57±3.42	8.00±0.63
BeyY		4.75±2.49	6.29±3.06	6.80±1.94
TicY		7.14±3.48	9.00±0.71	11.20±0.75
SütY		7.43±4.62	11.25±0.83	12.80±0.75
SüzY	Serum ayrılması	3.86±3.00	4.00±1.58	4.40±1.36
LorY		3.43±2.19	4.00±2.12	4.60±1.62
BeyY		3.71±2.76	3.75±1.30	5.00±0.89
TicY		3.86±2.17	4.50±1.12	4.00±1.67
SütY		3.71±2.60	4.25±0.83	4.00±1.79
SüzY	Sertlik	5.57±3.50	5.75±4.02	7.20±2.56
LorY		5.60±2.15	6.75±3.77	6.86±2.90
BeyY		5.25±2.95	5.40±2.42	6.86±3.64
TicY		6.75±3.42	8.57±2.06	8.60±1.96
SütY		10.50±1.80	12.40±1.62	13.00±1.51

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin renk ve görsel kıvam puanlarının istatistiksel analizi sonucunda incelenen ana varyasyon kaynaklarından örnek çeşidinin istatistiksel olarak pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerin renk puanları üzerine etkisinin $P<0.05$ düzeyinde, görsel kıvam puanları üzerine etkisinin $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından depolama zamanının pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görsel kıvam puanları üzerinde istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların renk ve görsel kıvam değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Renk (Tam puan=15)			Görsel kıvam (Tam puan=15)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	19.76	2.27*	4	55.86	4.39**
Depolama Süresi (DS)	2	3.96	0.46	2	42.00	3.30*
ÖÇxDS	8	2.68	0.31	8	4.21	0.33
Hata	15	8.71		15	12.71	

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik puanlarının istatistiksel analizi sonucunda incelenen ana varyasyon kaynaklarından örnek çeşidinin istatistiksel olarak pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerin partiküllü yapı ile sertlik puanları üzerine etkisinin P<0.001 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından depolama zamanının pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin partiküllü yapı puanları üzerine istatistiksel olarak P<0.05 önem düzeyinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin serum ayrılması puanları üzerine ana varyasyon kaynaklarının istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisi olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların partiküllü yapı, serum ayrılması ve sertlik değerlerine ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Partiküllü yapı (Tam puan=15)			Serum ayrılması (Tam puan=15)			Sertlik (Tam puan=15)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	54.49	6.23***	4	0.13	0.99	4	109.02	11.49***
Depolama Süresi (DS)	2	29.93	3.42*	2	3.50	0.50	2	8.81	0.93
ÖÇxDS	8	14.67	1.68	8	0.66	0.10	8	3.94	0.42
Hata	15	8.75		15	5.06		15	9.49	

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, ve sertlik puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; en düşük renk puanı ile en yüksek görsel kıvam ve sertlik puanlarının kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Depolama süresi sonunda pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait görsel kıvam ve partiküllü yapı puanlarının arttığı belirlenmiştir (P<0.05). Görsel kıvam ve partiküllü yapı puanlarının pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde yapılan görünür viskozite ve görsel analiz sonuçları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.36. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama renk, görsel kıvam, partiküllü yapı ve sertlik puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Varyasyon kaynakları	Renk (Tam puan=15)	Görsel kıvam (Tam puan=15)	Partiküllü yapı (Tam puan=15)	Sertlik (Tam puan=15)
Örnek çeşidi				
SüzY*	8.25±3.05a**	6.00±3.62b	5.94±2.82b	6.13±3.46b
LorY	7.44±2.71ba	5.88±3.18b	6.69±2.69b	6.44±3.00b
BeyY	7.88±2.50a	5.19±3.23b	6.06±2.73b	6.00±3.22b
TicY	7.25±1.98ba	6.00±3.20b	8.88±2.93a	8.13±2.57b
SütY	5.38±3.22b	9.88±3.89a	10.06±3.93a	12.19±1.91a
Depolama süresi				
1. gün	6.80±2.68a	5.60±2.96b	6.86±3.57b	7.00±3.77a
15. gün	7.20±2.85a	6.09±4.40ba	7.10±3.10b	7.84±3.35a
30. gün	7.64±3.10a	8.08±3.05a	8.80±3.26a	8.17±3.85a

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanları depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılan duyusal analizler sonucunda belirlenmiştir. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanlarının 15 tam puan üzerinden depolamanın birinci gününde sırasıyla 2.75-5.57, 4.39-6.75, 8.43-11.60, 5.86-8.80 ve 4.86-7.71 arasında; 15. gününde sırasıyla 4.00-6.20, 6.57-7.75, 4.75-9.43, 4.80-6.60 ve 5.25-7.00 arasında ve 30. gününde ise sırasıyla 5.20-6.75, 8.00-9.80, 4.60-8.00, 3.25-5.60 ve 4.00-5.40 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanları

Örnek Çeşidi	Analiz	1. gün	15. gün	30. gün
SüzY*	Peynir tadı (Tam puan=15)	3.57±2.87	6.00±4.69	6.50±4.56
LorY		5.57±3.16	6.20±4.45	6.75±4.44
BeyY		3.43±2.44	5.00±3.16	6.25±4.44
TicY		3.71±3.53	4.00±1.41	5.20±3.25
SütY		2.75±0.43	6.00±3.93	6.40±5.57
SüzY	Ekşilik (Tam puan=15)	6.75±3.19	7.00±3.02	8.60±3.98
LorY		6.29±3.99	7.50±2.50	8.00±2.76
BeyY		5.71±4.65	7.25±2.86	8.40±1.50
TicY		6.25±2.77	6.57±4.24	9.80±1.94
SütY		4.29±2.55	7.75±4.26	9.80±4.17
SüzY	Tatlılık (Tam puan=15)	9.25±2.68	7.71±2.43	7.20±3.60
LorY		9.20±1.60	7.29±3.01	7.50±2.18
BeyY		11.60±1.50	7.43±3.81	6.75±0.83
TicY		9.80±3.60	9.43±2.13	8.00±2.92
SütY		8.43±3.89	4.75±4.82	4.60±3.01
SüzY	Tuzluluk (Tam puan=15)	7.71±2.91	6.60±4.50	5.50±3.77
LorY		6.43±3.29	5.40±2.06	3.75±2.49
BeyY		5.86±3.56	5.50±3.50	5.60±1.62
TicY		7.00±3.21	4.80±2.86	3.50±2.06
SütY		8.80±4.17	6.00±3.30	5.25±1.92
SüzY	Yağlılık (Tam puan=15)	6.86±2.23	5.50±2.96	5.40±3.61
LorY		4.86±2.90	5.25±2.49	4.00±3.85
BeyY		5.43±2.32	5.25±3.77	4.60±3.14
TicY		5.29±2.19	5.75±3.49	5.20±3.06
SütY		7.71±3.19	7.00±4.56	5.00±3.67

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan sütten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin ortalama peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanlarının istatistiksel analizi sonucunda incelenen ana varyasyon kaynaklarından örnek çeşidinin pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerin tatlılık puanları üzerine etkisinin $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu, ekşilik ve tuzluluk puanları üzerine ise etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından depolama süresinin pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin ekşilik ve tuzluluk puanları üzerinde istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerindeki tatlılık puanları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0.05$) saptanmıştır (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların ekşilik, tatlılık ve tuzluluk puanlarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Ekşilik (Tam puan=15)			Tatlılık (Tam puan=15)			Tuzluluk (Tam puan=15)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	1.29	0.09	4	18.33	1.65*	4	5.76	0.50
Depolama Süresi (DS)	2	63.47	4.42*	2	8.56	0.77	2	52.05	4.48*
ÖÇxDS	8	5.68	0.40	8	17.07	1.54	8	7.59	0.65

* P<0.05

Ana varyans kaynaklarından örnek çeşidi ve depolama süresinin pıhtısı parçalanmış yoğurtların peynir tadı ve yağlılık puanları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu ile kurumadde standardizasyonu yapılan yoğurt sütlerinden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtların peynir tadı ve yağlılık puanlarına ait ortalamaların varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Peynir tadı (Tam puan=15)			Yağlılık (Tam puan=15)		
	S.D.	K.O.	F	S.D.	K.O.	F
Örnek Çeşidi (ÖÇ)	4	7.66	0.76	4	11.17	0.91
Depolama Süresi (DS)	2	12.85	0.77	2	5.45	0.45
ÖÇxDS	8	69.75	0.52	8	2.83	0.23

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama ekşilik, tatlılık ve tuzluluk puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir. En düşük tatlılık puanının kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde olduğu belirlenmiş olup, söz konusu durumunun yağsız süt tozunun peyniraltı suyu tozlarına göre daha düşük miktarda laktoz içermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Depolama süresince örneklerin ekşilik puanlarının arttığı, tuzluluk puanlarının ise azaldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.40. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozu kullanılan sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait ortalama ekşilik, tatlılık ve tuzluluk puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Varyasyon kaynakları	Ekşilik (Tam puan=15)	Tatlılık (Tam puan=15)	Tuzluluk (Tam puan=15)
Örnek çeşidi			
SüzY*	7.44±3.48a	7.94±3.01ab	7.19±3.69a
LorY	7.13±3.39a	7.94±2.59ab	5.88±3.08a
BeyY	6.94±3.68a	8.56±3.39ab	6.19±3.24a
TicY	7.50±3.66a	9.19±2.94a	5.94±3.40a
SütY	6.88±4.31a	6.31±4.33b	6.94±3.51a
Depolama süresi			
1. gün	5.97±3.89b	7.25±3.33a	7.54±3.16a
15. gün	7.10±3.22ab	8.06±3.23a	6.24±3.54ab
30. gün	8.92±3.15a	8.48±3.70a	4.70±2.98b

* SüzY: Kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; LorY: Kurumadde standardizasyonunda lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; BeyY: Kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; TicY: Kurumadde standardizasyonunda farklı peynirlere ait sularından elde edilen karışım peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt; SütY: Kurumadde standardizasyonunda süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt

** Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, beyaz, lor ve süzme peynirlerinin üretimlerinden elde edilen peyniraltı suları her biri ayrı olacak şekilde uygun proses şartlarında püskürtmeli kurutucu ile kurutularak toz haline getirilmiştir. Farklı peynirlere ait peyniraltı sularından üretilen peyniraltı suyu tozlarının, ticari peyniraltı suyu tozunun ve yağsız süt tozunun fizikokimyasal özellikleri belirlenmiş ve bu tozlar yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonu için pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan sütün kurumadde miktarı; süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, lor peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu, ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozu kullanılarak yaklaşık %12.5 olacak şekilde standardize edilmiş ve pıhtısı parçalanmış yoğurt üretimleri gerçekleştirilmiştir. Üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örnekleri 30 gün süresince 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait ortalama pH, titrasyon asitliği, kül, tuz, değerlerine (%) ait ortalamaların değerlendirilmesi sonucu; örnek çeşidinin pH ve kül, değerleri üzerine $P<0.01$ önem düzeyinde, titrasyon asitliği ve tuz değerleri üzerine ise $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Süzme, lor ve beyaz peynirlerine ait peyniraltı sularından üretilen peyniraltı suyu tozları ile ticari peyniraltı suyu tozu ve yağsız süt tozuna ait nem değerlerinin sırasıyla %2.68, %3.67, %2.04, %2.35 ve %4.92 olduğu saptanmıştır. Su aktivitesi sonuçlarına göre en yüksek değer 0.260 ile süt tozuna ait olup, en düşük değer (0.180) ticari peyniraltı suyu tozunda tespit edilmiştir. Ayrıca peyniraltı suyu tozları ve yağsız süt tozuna ait hem protein ve hem de laktoz değerlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden önemli düzeyde ($P<0.05$) farklılık gösterdiği saptanmıştır. Peyniraltı suyu tozları ile yağsız süt tozunun çözünübilirlik değerlerinin %86.48 ile %98.14 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama pH ve titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde, örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince 4.63 ile 4.36 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek pH değeri depolamanın 1. gününde 4.63 ile kurumadde standardizasyonunda beyaz peynire ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenirken, en düşük pH değeri depolamanın 30. gününde 4.36 ile yoğurt sütünün kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozunun kullanıldığı pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde saptanmıştır. Örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1. gününde %0.71 ile %0.75 arasında, 15. gününde %0.76 ile %0.88 arasında ve 30. gününde ise %0.81 ile %0.96 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çalışmada pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait görünür viskozite, kıvam katsayısı ve akış davranış indeks değerleri incelendiğinde, örneklere ait ortalama görünür viskozite değerlerinin depolamanın ilk gününde 0.13 ile 0.48 Pa.s arasında, 15. gününde 0.15 ile 0.51 Pa.s arasında ve 30. gün sonunda ise 0.15 ile 0.52 Pa.s arasında değiştiği saptanmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin depolama süresince 1.38 ile 6.75 Pa.sⁿ arasında olduğu tespit edilmiştir. Akış davranış indeks (n) değerleri 0.23 ile 0.38 arasında olan örneklerin Newtoniyen akış davranışa

yönelik eğilim gösterdikleri, ancak Newtoniyen olmayan ($n < 1$) psödoplastik akış davranışı gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin reolojik ölçümlerine ait çıkış ve iniş eğrilerindeki kayma gerilimi ve kayma hızı değerlerine üslü yasa modeli uygulanmış ve model için elde edilen regresyon katsayılarının 0.87 ile 0.95 arasında olduğu saptanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, üretiminde yağsız süt tozu kullanılan pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin görünür viskozite ve kıvam katsayısı değerlerinin peyniraltı suyu tozları kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara göre yüksek olduğu, akış davranış indeksi değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. Kurumadde standardizasyonunda peyniraltı suyu tozu kullanılan sütlerden üretilen örnekler arasında en yüksek görünür viskozite ve kıvam katsayısı değerinin ise ticari peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneğine ait olduğu saptanmıştır.

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri incelendiğinde, toplam granül sayılarının ortalama 90 ile 153/3 mL örnek; granül çevre uzunluğunun 2.24 ile 4.15 mm ve görsel pürüzlülük değerlerinin 1.91 ile 7.78 Omys arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri kurumadde standardizasyonunda yağsız süt tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurtlara ait olduğu, en düşük değerler ise kurumadde standardizasyonunda süzme peynirine ait peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu tozu kullanılan süttten üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenmiştir.

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 1. gününde 8.87-9.20 log kob/g arasında, 15. gününde 8.75-8.89 log kob/g arasında ve 30. gününde 8.62-8.79 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının ise depolamanın 1. gününde 6.21-6.63 log kob/g arasında, 15. gününde 6.05-6.54 log kob/g arasında ve 30. gününde 5.96-6.26 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine renk, görsel kıvam, partiküllü yapı, serum ayrılması, sertlik, peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanları depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılan duyu analizi sonucunda belirlenmiştir. Depolama süresince duyu analizi yapılan pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinin renk puanlarının 15 tam puan üzerinden 4.40 ile 9.00; görsel kıvam puanlarının 3.25 ile 12.20; partiküllü yapı puanlarının 4.75 ile 12.80; serum ayrılması puanlarının 3.43 ile 5.00 ve sertlik puanlarının 5.25 ile 13.00 arasında değiştiği saptanmıştır. Pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerine ait ortalama peynir tadı, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve yağlılık puanlarının ise 15 tam puan üzerinden depolamanın birinci gününde sırasıyla 2.75-5.57, 4.39-6.75, 8.43-11.60, 5.86-8.80 ve 4.86-7.71; 15. gününde sırasıyla 4.00-6.20, 6.57-7.75, 4.75-9.43, 4.80-6.60 ve 5.25-7.00; 30. gününde sırasıyla 5.20-6.75, 8.00-9.80, 4.60-8.00, 3.25-5.60 ve 4.00-5.40 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Süt endüstrisi açısından önemli bir yan ürün olan peyniraltı suyundan genellikle farklı peynirlerden elde edilen peyniraltı sularının karışımı şeklinde kurutulmak suretiyle peyniraltı suyu tozu üretilmektedir. Bu çalışmada ise farklı peynirlere ait peyniraltı suları

her biri ayrı şekilde toplanarak kurutulmuş ve sonuçta farklı peynirlere ait peyniraltı sularından peyniraltı suyuna spesifik peyniraltı suyu tozları üretilmiştir. Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında; pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılan farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilen peyniraltı suyu tozlarının, pıhtısı parçalanmış yoğurdun fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine farklı etkileri olduğu saptanmıştır. Ticari olarak satılan peyniraltı suyu tozunun bileşiminde işletmede üretilen kaşar peyniri gibi diğer peynirlere ait peyniraltı sularının da olması, elde edilen ticari peyniraltı suyu tozunun bileşiminin ve özelliklerinin kontrol edilmesini zorlaştırmaktadır. Kurumadde standardizasyonunda süzme peyniri, lor peyniri ve beyaz peynire ait peyniraltı sularından elde edilen tozlarının kullanıldığı sütlerden üretilen pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinde görünür viskozite değerlerinin üretiminde ticari peyniraltı suyu tozunun kullanıldığı pıhtısı parçalanmış yoğurt örneklerinden düşük olduğu, ancak görsel özellikler açısından hem fiziksel (granül sayısı, granül çevre uzunluğu ve görsel pürüzlülük değerleri) hem de duyusal olarak daha iyi sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Süzme peynirinin üretimindeki aşamalardan biri olan membran filtrasyon işlemi peyniraltı suyu tozunda daha az protein olması ile sonuçlanmakta ve üretiminde kullanıldığı yoğurt örneklerinde daha az granül sayısına ve pürüzlülüğe neden olmaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, bileşiminin kontrol edilebilmesi ve üretiminde kullanıldığı ürünlerin özelliklerinde farklılık oluşturması açısından farklı peynirlere ait peyniraltı sularının her biri ayrı olacak şekilde peyniraltı suyu tozuna işlenmesinin, üretiminde kullanılacağı ürüne ve bu üründe istenilen özelliklere bağlı olarak uygun olabileceği düşünülmektedir. Konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı peynirlere ait peyniraltı sularından elde edilecek tozların dondurma, bisküvi, çikolata gibi farklı gıda gruplarında da kullanım olanaklarının araştırılmasının gerektiği değerlendirilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Adhikari, D. 2022. Optimization of SMP and sugar proportion for whey based yoghurt and its quality evaluation. Doktora Tezi, Tribhuvan University, Nepal, 105 s.
- Akal, C., Türkmen, N. Koçak, C. 2016. Kefir üretiminde peyniraltı suyu kullanımı. *Gıda*, 41 (5): 351-357.
- Akal, H.C. 2017. Ayrar üretiminde peyniraltı suyu tozu ve transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 162 s.
- Akın, N. 2010. Temel Peynir Bilimi 1. Damla Ofset, Konya, 542ss.
- Aktar, T. 2022. Physicochemical and sensory characterisation of different yoghurt production methods. *International Dairy Journal*, 125: 105245.
- Altınay, U.C. 2022. Lor peyniri üretiminde peyniraltı suyuna fermente süt ilavesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 46 s.
- Andersson, I. M., Millqvist-Fureby, A., Sommertune, J., Alexander, M., Hellström, N., Glantz, M., Bergenstahl, B. 2019. Impact of protein surface coverage and layer thickness on rehydration characteristics of milk serum protein/lactose powder particles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 561: 395-404.
- Andersson, I.M. 2020. Functionality of spray-dried whey protein powders-surface composition, particle, morphology and rehydration. Doktora Tezi, Lund University, İsveç, 81 s.
- Anonim 2005. TS 1329 Süt Tozu Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 1986. Milk determination of nitrogen content (Kjeldahl Method) and calculation of crude protein content. International IDF Standard, 20A, Belgium.
- Anonim. 1987. Milk, cream and evaporated milk. Determination of total solids content. Reference Method. International IDF Standard, 21B, Belgium.
- Anonim. 1991. Yoghurt-Determination of titratable acidity. International IDF Standard, 150, Belgium.
- Anonim. 1995. TS 8189 Sütte Yağ tayini-Gerber metodu (Rutin Metod) standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2012. TEPAV, Konya’da tarımsal sanayide yapısal özelliklerin analizi ve rekabet stratejisinin belirlenmesi sonuç raporu: Süt ve süt ürünleri imalatı sektörü, Konya, 52s.
- Anonim. 2013. FAO, Milk and Dairy Products in Human Nutrition. <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf> [Erişim tarihi: 12.09.2018].
- Anonim. 2014a. TS 11860 Peyniraltı Suyu Tozu Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Anonim. 2014b. TS EN ISO 8968-1, Süt ve süt ürünleri-Azot içeriği tayini-Bölüm 1: Kjeldahl prensibi ve ham protein hesaplanması. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim. 2015a. Türk Gıda Kodeksi-Peynir Tebliği. Tebliğ No: 2015/6. T.C. Resmi Gazete 08.02.2015 tarih ve 29261 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2015b. TS ISO 4680, Süt tozunda titre edilebilir asitlik tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2015c. TS ISO 2446, Süt-Yağ muhtevası tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2016. OECD/FAO, Dairy and dairy products, in OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris.
- Anonim. 2018. ÇED, Çevresel etki değerlendirmesi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ankara.
- Anonim. 2019. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ No: 2019/12. T.C. Resmi Gazete 27.02.2019 tarih ve 30699 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2022a. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2022/44. T.C. Resmi Gazete 30.11.2022 tarih ve 32029 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2022b. <http://www.spxflow.com> [Son erişim tarihi: 12.12.2022]
- Anonim. 2023. TÜİK, Ulusal Süt Konseyi Süt Raporu. <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/2021-Sut-Raporu.pdf> [Son erişim tarihi: 5.01.2023]
- Arasan, N. 2020. Peynir altı suyu laktozundan etanol üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 93 s.
- Arslaner, A. 2002. Yoğurt üretiminde peyniraltı suyu tozunun yağsız süt tozu yerine kullanılma olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 58 s.
- Aydoğdu, B. 2022. Peyniraltı suyu tozunun *Haematococcus pluvialis*'in hücre gelişimine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 45 s.
- Banavara, D. S., Anupama, D., Rankin, S. A. 2003. Studies on physicochemical and functional properties of commercial sweet whey powders. *Journal of Dairy Science*, 86 (12): 3866-3875.
- Barone, G., O'Regan, J., O'Mahony, J.A. 2019. Influence of composition and microstructure on bulk handling and rehydration properties of whey protein concentrate powder ingredients enriched in α -lactalbumin. *Journal of Food Engineering*, 255: 41-49.
- Bryan, W., Barbano, D.M. Drake, M.A. 2019. Use of acid whey protein concentrate as an ingredient in nonfat cup set-style yogurt. *Journal of Dairy Science*, 102: 8768–8784.

- Caner, C., ADAY, M.S. 2009. Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, 22: 115-122.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P., Ramos, A., Cal-Vidal, J. 2005. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (4): 420-428.
- Chatzipaschali, A.A. Stamatis A.G. 2012. Biotechnological utilization with a focus on anaerobic treatment of cheese whey: current status and prospects. *Energies*, 5: 3492-3525.
- Chokshi, K., Pancha, I., Ghosh, A. Mishra, S. 2016. Microalgal biomass generation by phycoremediation of dairy industry wastewater: An integrated approach towards sustainable biofuel production. *Bioresource Technology*, 221: 455-460.
- Çelebi, M. 2020. Kaşar peyniri üretiminde haşlama işleminin optimizasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 214 s.
- Çelik, K. 2020. Whey Every Aspect. Sonçağ Matbaacılık, Ankara, 289 s.
- Çevik, G.B. 2013. Peynir altı suyu tozu ve turunc ekstre ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı özelliklerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Urfa, 82 s.
- Damin, M.R., Alcantara, M.R., Nunes, A.P. Oliveria, M.N. 2009. Effect of milk supplementation with skim milk powder whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 42: 1744-1750.
- 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.
- Değirmenci, C. 2017. Utilization of whey powder in the encapsulation of *Lactobacillus acidophilus* by spray drying for the production of probiotic yogurt. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 123 s.
- Delikanlı, B., Özcan, T. 2014. Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 67 (4): 495-503.
- Demiral, M. 2022. Farklı protein/yağ oranı içeren ve ısıtma işlemi uygulanan peynir sütünden üretilen ultrafiltre beyaz peynirin fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 95 s.
- Dinçoğlu, A.H. Ardic, M. 2012. Peynir altı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları. *Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 1 (1): 54-60.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1021, 381 ss. Ankara.
- Ektik, N. 2022. Klasik (Olgunlaştırılmış) beyaz peynir üretiminin farklı aşamalarından laktik asit bakterilerinin izolasyonu, identifikasyonu ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 113 s.
- El-Salam, M.H., S. El-Shibiny A. Salem. 2009. Factors affecting the functional properties of whey protein product. *Food Reviews International*, 25 (3): 251-270.
- El-Tinay, A.H. Ismail, I.A. 1985. Effects of some additives and processes on the characteristics of agglomerated and granulated spray-dried roselle powder. *Acta Alimentaria*, 14(3): 283-295.
- Erdem, Y.K. 1991. Sütün rennet ile pıhtılaşma süreci. *Gıda Dergisi*, 4: 259-263.
- Ergin, F. 2022. Süt tozu, peyniraltı suyu izolatu veya inülin ile kurumaddesi arttırılan ve kalsiyum klorür eklenen sütlerden üretilen probiyotik yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri. *Akademik Gıda*, 20 (2): 145-160.
- Ertürk, E. Özgen, İ. 2018. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar. In: Bozdoğan, N.Y. (Ed.), Peyniraltı suyunun önemi ve kullanım olanakları. Gece Akademi, İstanbul, pp. 80-102.
- Esen, M.K. Güzeler, N. 2019. Peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdunun depolama süresince bazı özellikleri. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 34 (1): 1-16.
- Fang, T., Guo, M. 2019. Physicochemical, texture properties, and microstructure of yogurt using polymerized whey protein directly prepared from cheese whey as a thickening agent. *Journal of Dairy Science*, 102: 7884–7894.
- Farag, M.A., Saleh, H.A., El Ahmady, S., Elmassry, M.M. 2021. Dissecting yogurt: The impact of milk types, probiotics, and selected additives on yogurt quality. *Food Reviews International*, 1-17.
- Fournaise, T., Burgain, J., Perroud-Thomassin, C., Petit, J. 2021. Impact of the whey protein/casein ratio on the reconstitution and flow properties of spray-dried dairy protein powders. *Powder Technology*, 391: 275-281.
- Fox, P. 1993. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Elsevier, Amsterdam, 640p.
- Gaiani, C., Boyanova, P., Hussain, R., Pazos, I. M., Karam, M. C., Burgain, J., Scher, J. 2011. Morphological descriptors and colour as a tool to better understand rehydration properties of dairy powders. *International Dairy Journal*, 21 (7): 462-469.
- Ghanimah, M.A. 2018. Functional and technological aspects of whey powder and whey protein products. *International Journal of Dairy Technology*, 71 (2): 454-459.
- Gonzalez-Martinez, C., Becerra, M., Chafer, M., Albors, A., Carot, J.M., Chiralt, A. 2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 334–340.

- Grigioni, G., Biolatto, A., Irurueta, M., Sancho, A. M., Páez, R., Pensel, N. 2007. Color changes of milk powder due to heat treatments and season of manufacture. *CYTA-Journal of Food*, 5 (5): 335-339.
- Guggisberg, D., Eberhard, P., Albrecht, B. 2007. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17: 1353–1359.
- Güven, M., Karaca, O.B. 2003. Farklı yöntemlerle kurumaddesi arttırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri. *Gıda*, 28 (4): 429-436.
- 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.
- Harindran, A., Madhurima, V. 2020. On the efficacy of dielectric spectroscopy in the identification of onset of the various stages in lactic acid coagulation of milk. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 54 (2), 161-181.
- Hunutlu, B. 2016. Peyniraltı suyu maltodekstrin ilave edilerek püskürtmeli kurutma ile üretilen beyaz peynir tozunun lezzet bileşenlerinin GC-MS ve tanımlayıcı duyu analizi teknikleriyle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 87 s.
- Ibach, A., Kind, M. 2007. Crystallization kinetics of amorphous lactose, whey-permeate and whey powders. *Carbohydrate Research*, 342 (10): 1357-1365.
- Isleten, M., Karagul-Yuceer, Y. 2006. Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*, 89 (8): 2865-2872.
- Jinapong, N., Supphantharika, M., Jamnong, P. 2008. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84 (2): 194-205.
- Jørgensen, C.E., Abrahamsen, R.K., Rukke, E.O., Hoffmann, T.K., Johansen, A.G., Skeie, S.B. 2019. Processing of high-protein yoghurt—A review. *International Dairy Journal*, 88: 42-59.
- Jørgensen, C.E., Abrahamsen, R.K., Rukke, E.O., Johansen, A.G., Schüller, R.B., Skeie, S.B. 2015. Improving the structure and rheology of high protein, low fat yoghurt with undenatured whey proteins. *International Dairy Journal*, 47: 6-18.
- Kamber, U. 2015. Traditional Turkey cheeses and their classification. *Van Veterinary Journal*, 26 (3): 161-171.
- Karagul-Yüceer, Y., Isleten, M. Uysal-Pala, Ç. 2006. Sensory characteristics of Ezine cheese. *Journal of Sensory Studies*, 22 (1): 49-65.
- Karahançer, H. 2018. Üretiminde kullanılan *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'un beyaz peynirin bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 96 s.
- Kaya, N. 2019. Elektrodializ yöntemiyle peyniraltı suyu demineralizasyonu ve proses optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 77 s.
- Keogh, M.K., O’Kennedy, B.T. 1998. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*, 63 (1): 108-112.

- Koksoy, A. Kılıç, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18: 593-600.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252, Erzurum, 238 s.
- Küçükçetin, A. 2008. Effect of heat treatment and casein to whey protein ratio of skim milk on graininess and roughness of stirred yoghurt. *Food Research International*, 41:165–171.
- Küçükçetin, A., Weidendorfer, K. Hinrichs, J. 2009. Graininess and roughness of stirred yoghurt as influenced by processing. *International Dairy Journal*, 19: 50–55.
- Law, B.A. Tamime A.Y. 2010. Technology of Cheese Making. Second Addition. Blackwell Chichester, England, pp. 68-97.
- Li, R., Roos, Y. H., Miao, S. 2016. Roles of particle size on physical and mechanical properties of dairy model solids. *Journal of Food Engineering*, 173: 69-75.
- Marafon, A.F., Sumi, A., Granato, D., Alcantra, M.R., Tamime, A.Y., de Oliveria, N. 2011. Effects of partially replacing skimmed milk powder with dairy ingredients on rheology, sensory profiling, and microstructure of probiotic stirred-type yogurt during cold storage. *Journal of Dairy Science*, 94: 5330-5340.
- Masatçıoğlu, Kavrak, Köksal, M., Türkmen, D., Dursun, A., Güler, Z. 2020. Peyniraltı suyunun bazı tahıl ürünlerinde kullanımı ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 422-433.
- Mazzaglia, A., Legarová, V., Giaquinta, R., Lanza, C. M., Restuccia, C. (2020). The influence of almond flour, inulin and whey protein on the sensory and microbiological quality of goat milk yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 124: 109138.
- Nishanthi, M., Chandrapala, J., Vasiljevic, T. 2017. Compositional and structural properties of whey proteins of sweet, acid and salty whey concentrates and their respective spray dried powders. *International Dairy Journal*, 74: 49-56.
- Özcan, T., Delikanlı, B. 2011. Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2): 77-88.
- Özcan, T., Harputlugil, B.T. 2021. Süt endüstrisi atıklarının çevresel etkileri ve biyoteknolojik olarak değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (2): 415-437.
- Özdemir, İ. 2018. Peyniraltı suyunun işlenmesinde membran filtrasyon yöntemlerinin uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 117 s.
- Özdemir, İ., Altınok, E., Gökkaya, D.V., Ötleş, S., Kabay, N., Yüksel, M. 2018. Peyniraltı suyunun fraksiyonlarına ayrılmasında bütünleşik membran işlemlerinin uygulanabilirliği. *Akademik Gıda*, 16 (4): 371-380.
- Öztürk, T. 2013. Farklı oranlarda süt tozu ve yayıkaltı kullanılarak üretilen yoğurtların kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 45 s.

- 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.
- Saçkesen, Ş.N.D., Ocak, E. 2019. Peyniraltı suyuyla zenginleştirilmiş fermente süt içeceği üretimi. *Yüzüncü Yıl Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2): 309-317.
- Salih, H.M.A. 2022. Farklı laktik asit bakterileri kombinasyonlarının sudan beyaz peyniri (gibna bayda) üretiminde kullanım olanakları üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 219 s.
- Sert, D., Mercan, E. 2022. The impact of ozone treatment on whey concentrate on the flow behaviour, functional and microbiological characteristics of whey powder. *International Dairy Journal*, 134: 105447.
- Spiegel, T. 1999. Whey protein aggregation under shear conditions—effects of lactose and heating temperature on aggregate size and structure. *International Journal of Food Science & Technology*, 34 (5-6): 523-531.
- Şerifoğlu, M. A. 2021. Atıksu arıtma tesislerinde biyolojik oksijen ihtiyacının (BOİ₅) kaba kümeleme ve makine öğrenmesi hibrit yaklaşımı ile tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 107 s.
- Tontul, İ., Ergin, F., Eroğlu, E., Küçükçetin, A., Topuz, A. 2018. Physical and microbiological properties of yoghurt powder produced by refractance window dryin. *International Dairy Journal*, 85: 169-176.
- Torres, E. F., González, G., Klotz, B., Sanz, T., Rodrigo, D., Martínez, A. 2019. Effect of the addition of liquid whey from cheese making factory on the physicochemical properties of whey protein isolate gels made by high hydrostatic pressure. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (1): 245-252.
- Torres, I. C., Amigo, J. M., Knudsen, J. C., Tolkach, A., Mikkelsen, B. Ø., Ipsen, R. 2018. Rheology and microstructure of low-fat yoghurt produced with whey protein microparticles as fat replacer. *International Dairy Journal*, 81, 62-71.
- Torres, I. C., Janhøj, T., Mikkelsen, B. Ø., Ipsen, R. 2011. Effect of microparticulated whey protein with varying content of denatured protein on the rheological and sensory characteristics of low-fat yoghurt. *International Dairy Journal*, 21 (9): 645-655.
- Tosun, B. Arslan, G., Öner, Z. 2011. Peyniraltı suyunun yoğurt üretiminde kullanım olanakları. *Gıda*, 36 (5): 279-285.
- Tunçtürk, Y., Andiç, S., Ocak, E. 2010. Homojenizasyon ve pastörizasyonun beyaz peynir ve peyniraltı suyu bileşimine etkisi. *Gıda*, 35 (5): 339-345.
- Uçal, E. 2020. Tam yağlı süt tozu üretiminin ekserjetik açıdan değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana, 70 s.
- Uygun, A.İ. 2019. Peyniraltı suyu tozunun poğaçaya üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 39 s.
- Üçüncü, M. 2004. Peynir Teknolojisi. Meta Basımevi, İzmir, 543 s.
- Üçüncü, M. 2010. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basımevi, İzmir, 571 s.

- Ünal, R.N. Besler, H.T. 2008. Beslenmede sütün önemi. Sağlık Bakanlığı Yayın No:227, Ankara, 40 s.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Akbulut, N. 2010. Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. *Gıda*, 35 (4): 289-296.
- Yetişmeyen, A., Osmanlıoğlu, M.A., Kaptan, B. 1995. Beyaz peynir sütüne uygulanan pastörizasyon normlarının teleme ve peyniraltı suyu niteliklerine etkisi. *Gıda*, 20 (6): 371-382.
- Yıldız, N. 2016. Yoğurt üretiminde yayıkaltı tozu ve peyniraltı suyu tozunun farklı kombinasyonlarda yağsız süt tozu yerine kullanılma olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 82 s.
- Yüksel, A.K., Yüksel, M., Ürüşan, H. 2019. Peynir altı suyunun çeşitli özellikleri ve kullanım olanakları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22 (3): 114-125.

ÖZGEÇMİŞ

YAŞAR VURAL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2018-2023	Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Balıkesir Üniversitesi
2003-2007	Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Balıkesir
2005-2007	Levent Kimya A.Ş. Staj
2007-2009	Levent Kimya A.Ş. Üretim ve Kalite Mühendisi
2009- Devam Ediyor	Ekso Süt ve Gıda Mam. San. Tic. A.Ş. Üretim Müdürü