

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİNİN
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Bilge TAŞKIN

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Gıda Teknolojisi

MANİSA 2011

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİNİN
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Bilge TAŞKIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Eylül 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 23 Eylül 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU

**Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ
(Ege Üniversitesi)**

: Yrd. Doç. Dr. Özlem ÇAĞINDI

MANİSA 2011

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
 1.GİRİŞ.....	 1
 2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	 4
2.1. Süt.....	6
2.2. Yoğurt.....	7
2.3. Peynir.....	8
2.4. Kefir.....	9
2.5. Kımız.....	10
2.6. Oksidasyon ve Antioksidan Aktivite.....	12
2.6.1. Lipid Oksidasyonu, Ürünleri ve Etkileri.....	12
2.6.2. Antioksidatif Mekanizma.....	14
2.6.3. Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri.....	14
2.6.4. Antioksidan Aktivite Tayin Metodları.....	15
2.7. Süt ve Süt Ürünlerinde Antioksidan Aktivite.....	16
 3.MATERYAL VE METOT.....	 31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Piyasadan Toplanan Çeşitli Markadaki Fermente Süt Ürünleri.....	31
3.1.2. Geleneksel Yöntemle Üretilen Kefir ve Yoğurt.....	31
3.1.2.1. Geleneksel Yöntemle Yoğurt Fermantasyonu.....	32
3.1.2.2. Geleneksel Yöntemle Kefir Fermantasyonu.....	32
3.2. Kullanılan Kimyasallar.....	32
3.3. Alet ve Cihazlar.....	33
3.4. Metot.....	33
3.4.1. Örnek Ekstraktlarının Hazırlanması.....	33

3.4.2. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	33
3.4.3. DPPH Radikalini İndirgeme Aktivitesinin Saptanması.....	33
3.4.4. Fe ⁺² Şelatlama Aktivitesinin Saptanması.....	33
3.4.5. H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesinin Saptanması.....	34
3.4.6. İndirgeme Gücünün Saptanması.....	34
3.4.7. Çözünür Protein Tayini.....	34
3.4.8. Kuru Madde Tayini.....	35
3.4.9. İstatistiksel Analiz.....	35
4.SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Piyasadan Toplanan Çeşitli Markadaki Fermente Süt Ürünleri.....	36
4.1.1. Kuru Madde İçeriği.....	36
4.1.2. Çözünür Protein İçeriği.....	37
4.1.3. Toplam Fenolik Madde İçeriği.....	38
4.1.4. Fe ⁺² Şelatlama Aktivitesi.....	40
4.1.5. İndirgeme Gücü.....	41
4.1.6. H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesi.....	43
4.1.7. DPPH Radikalini İndirgeme Aktivitesi.....	44
4.1.8. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyon	46
4.2. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Yoğurt ve Kefir.....	47
4.2.1. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Yoğurt.....	47
4.2.2. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Kefir.....	51
5.SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR.....	58
EKLER.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Fermente süt ürünlerinin sınıflandırılması.....	6
Şekil 2.2. Kefir daneleri.....	10
Şekil 2.3. Aynı çiğ süttten üretilmiş farklı yağ içeriğindeki süt örneklerinin ortalama ORAC değerleri.....	21
Şekil 2.4. Sade ve aromatik otlarla zenginleştirilmiş yoğurdun 4°C' de buzdolabındaki depolama süresince toplam fenolik içeriği.....	26
Şekil 2.5. Çedar peynirlerinin olgunlaşma ayları boyunca DPPH radikali indirgeme aktiviteleri.....	27
Şekil 2.6. Süt ve kefirlerin DPPH radikalini indirgeme aktiviteleri.....	29
Şekil 2.7. Süt ve kefirlerin Fe ⁺² şelatlama aktiviteleri.....	29
Şekil 3.1. Protein tayini için standart grafik.....	35
Şekil 4.1. Toplam fenolik madde miktarı bakımından antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.....	39
Şekil 4.2. Fe ⁺² şelatlama antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.....	41
Şekil 4.3. İndirgeme gücü antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.....	42
Şekil 4.4. DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.....	46
Şekil 4.5. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim.....	48
Şekil 4.6. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Fe ⁺² şelatlama yeteneğindeki değişim.....	49
Şekil 4.7. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca indirgeme gücündeki değişim.....	49
Şekil 4.8. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) radikalini giderme aktivitesindeki değişim.....	50
Şekil 4.9. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca DPPH radikalini giderme aktivitesindeki değişim.....	51
Şekil 4.10. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim.....	53
Şekil 4.11. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Fe ⁺² şelatlama yeteneğindeki değişim.....	53
Şekil 4.12. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca indirgeme gücündeki değişim.....	54
Şekil 4.13. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) radikalini giderme aktivitesindeki değişim.....	54
Şekil 4.14. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca DPPH radikalini indirgeme aktivitesindeki değişim.....	55

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. Fermente süt ürünlerinin tarihsel gelişimi.....	1
Çizelge 1.2. Fermente süt ürünleri ve sütlü içecekler üretimi.....	3
Çizelge 2.1. Çeşitli türde fermente süt ürünleri ve starter kültürleri.....	5
Çizelge 2.2 İnek sütü bileşimi.....	6
Çizelge 2.3. Süt ve yoğurdun bazı majör bileşenleri (100 g üründe).....	8
Çizelge 2.4. Kımızın kompozisyonu.....	11
Çizelge 2.5. Farklı memeli türlerine ait sütlerin kimyasal bileşenleri.....	11
Çizelge 2.6. Sütte ve ürünlerinde antioksidan aktiviteye sahip bazı bileşenler.....	17
Çizelge 2.7. Süt proteinlerinden elde edilen antioksidatif peptitler.....	20
Çizelge 2.8. Farklı işlenmiş sütlerdeki ortalama ORAC değerleri.....	21
Çizelge 3.1. Örneklerin etiket bilgileri.....	31
Çizelge 4.1. Çeşitli markalardaki süt ve fermente süt ürünlerinin % kuru madde içerikleri	36
Çizelge 4.2. Çeşitli markalardaki süt ve fermente süt ürünlerinin çözünür protein miktarları (mg/mL).....	37
Çizelge 4.3. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin toplam fenolik madde miktarları (mg GAE /g).....	38
Çizelge 4.4. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % şelat yapma aktiviteleri	40
Çizelge 4.5. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin indirgeme gücü değerleri (700 nm’de absorbans ölçümü).....	41
Çizelge 4.6. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % H ₂ O ₂ radikali giderme aktiviteleri.....	43
Çizelge 4.7. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % DPPH radikalini indirgeme aktiviteleri,.....	44
Çizelge 4.8. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca antioksidan aktivitesindeki değişim.....	48
Çizelge 4.9. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca antioksidan aktivitesindeki değişim.....	52

KISALTMALAR LİSTESİ

ABTS	:	2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat
AIDS	:	Acquired Immuno Deficiency Syndrome (Edinilmiş Bağışıklık Yetmezlik Sendromu)
Ala	:	Alanin
Ar.Gör.	:	Araştırma Görevlisi
Arg	:	Arjinin
Asp	:	Aspartat
BHA	:	Butilhidroksi anisol
BHT	:	Butilhidroksitolien
Cu	:	Bakır
Cys	:	Sistein
dak.	:	dakika
DNA	:	Deoksiribo Nükleik Asit
DPPH	:	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
ET	:	Elektron Transferi
Fe	:	Ferrum (Demir)
FeCl ₂	:	Demir (II) klorür
Fe ⁺²	:	Demir (+2)
FRAP	:	Ferric Reducing Ability of Plasma
GAE	:	Gallik Asit Eşdeğeri
g	:	gram
Gln	:	Glutamin
Glu	:	Glutamat
Gly	:	Glisin
GSH-Px	:	Glutasyon peroksidaz
H ₂ O ₂	:	Hidrojen peroksit
HAT	:	Hidrojen Atomu Transferi
HCL	:	Hidroklorik asit
HIV	:	Humin Immunodeficiency Virus
His	:	Histidin
IDF	:	International Dairy Federation
IFO	:	International Food Organization
ISO	:	International Standards Organization
Ile	:	İzolösin
kcal.	:	kilo kalori
kg.	:	kilogram
kob/g	:	koloni oluşturan birim
L	:	Litre
Leu	:	Lösin
LSD	:	Least Significant Difference
Lys	:	Lizin
M	:	Molarite
MC	:	Mass Chromatography
Met	:	Metiyonin
mg.	:	miligram
mL	:	mililitre
mM	:	Milimolar
nm	:	nanometre
M.Ö.	:	Milattan Önce
O ₂	:	Oksijen
OH	:	Hidroksill
ORAC	:	Oxygen Radical Absorbance Capacity

		(Oksijen Radikali Emme Kapasitesi)
Phe	:	Fenilalanin
Pro	:	Prolin
PV	:	Peroxide Value
r	:	Korelasyon katsayısı
SD	:	Standard Deviation
Ser	:	Serin
SH	:	Sülfirdril
SOD	:	Süperoksit Dismutaz
TAC	:	Total Antioxidant Capacity
TBA	:	Tiyobarbutirik asit
TEAC	:	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
TRAP	:	Total Radical Trapping Antioxidant Potential
Trp.	:	Triptofan
TS	:	Türk Standartları
Try.	:	Tirozin
UHT	:	Ultra High Temperature
UV	:	Ultra Violet
v.b.	:	ve benzeri
Val	:	Valin
ve diğ.	:	ve diğerleri
Zn	:	Çinko

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca zengin bakış açısıyla beni aydınlatan her türlü bilgi ve becerisini, manevi desteğini üzerimde gördüğüm danışman hocam Sayın Prof.Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU'na çalışmamda gösterdiği ilgi ve sabrından dolayı teşekkür ederim.

İstatistiksel analizler konusunda bana yol gösteren değerli hocam Doç.Dr.Ersel OBUZ'a ve fikirleri ile beni destekleyen tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Her türlü desteğini üzerimde hissettiğim, derin bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren eniştem Dr. Mehmet Ali AKKAYA'ya, yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Ar. Gör. Zeynep AKSOYLU ve Ceyda ZENGİN ile canım arkadaşım Ebru EROĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatımın her aşamasında sabır ve sevgileri ile beni destekleyen, her zaman yanımda olan canım aileme ve biricik dostlarıma gösterdikleri özveri ve desteklerinden dolayı içtenlikle teşekkür ederim.

ÖZET

BAZI FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİNİN ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fermente sütler beslenmemizin en eski ve önemli bileşenlerindendirler. Süt fermantasyonunun amacı karakteristik tat, aroma ve kıvama sahip, işlem görmemiş çiğ süte kıyasla daha uzun süre bozulmadan saklanabilen ürünler üretmektir.

Süt antioksidan etkiler gösteren protein, peptit, enzim, vitamin gibi birçok faktörü doğal olarak yapısında bulunduran kompleks bir matristir. Son zamanlarda tüketicinin fermente süt ürünlerine ve doğal kaynaklı antioksidan alımına olan ilgisindeki artış ile birlikte bu ürünlerin antioksidan kapasitelerini belirleme gereksinimi de ortaya çıkmıştır. Sütün antioksidan aktivitesi içeriğindeki proteinler, biyoaktif peptitler ve enzimler gibi birçok antioksidan bileşenlerden gelmektedir. Ek olarak, fermantasyon prosesi tüketiciye yararlı fizyolojik etkileri olan bazı metabolik ve hücresel bileşenlerin üretilmesini de sağlamaktadır.

Çalışmamızda süt ve ülkemizde günlük yaşamda tüketilen yoğurt, peynir, kefir ve kıymız gibi fermente süt ürünlerinin antioksidan aktivite yetenekleri (toplam fenolik madde içeriği, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü, H_2O_2 giderme ve DPPH radikalini indirgeme aktiviteleri) belirlenmiş ve ayrıca fermantasyonun antioksidan aktiviteye etkisini saptamak amacıyla geleneksel yoğurt ve kefir üretimi esnasındaki antioksidan aktivite değişimi takip edilmiştir.

Piyasadan alınan çeşitli markalardaki UHT süt, yoğurt, beyaz peynir, kefir ve kıymızın belirli antioksidan aktivitelere sahip olduğu görülmüş ve antioksidan aktivitenin çözünür protein içeriğiyle uyumlu olarak markalar arasında farklılık gösterdiği ortaya konmuştur.

Sütün geleneksel yöntemle fermantasyonu sonucu oluşan yoğurtta toplam fenolik madde miktarı, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerinin süte göre daha yüksek, H_2O_2 giderme aktivitesinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır.

Geleneksel yöntemle sütün kefire fermantasyonu sonucunda ise toplam fenolik madde miktarı, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerinin süte göre daha yüksek; H_2O_2 giderme ve Fe^{+2} şelatlama kapasitelerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca meyveli kefirin diğerlerinden daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği ($p<0.05$) ve bu farkın meyve içeriğindeki antioksidatif özellikteki fenolik bileşenler, enzimler, proteinler ve kefir starterleri ile etkileşime girebilen diğer mikrobiyalar gibi ilave bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuçlar süt ve fermente sütlerin antioksidatif özellikleriyle doğal antioksidanlar olarak tüketilebileceğini göstermiştir. Ayrıca bunların çözünür protein ve hidrolizatları olan peptit ve aminoasitlerin gıda endüstrisinde oksidasyon reaksiyonlarını önlemek için kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: süt, fermantasyon, antioksidan aktivite, kefir, kıymız.

ABSTRACT

INVESTIGATION ON ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SOME FERMENTED MILK PRODUCTS

Fermented milks are one of the oldest and the most important components of our diet. The aim of the milk fermentation is to produce products having a characteristic aroma and viscosity which have a longer shelf life than raw milk itself.

Milk is a complex matrix that naturally comprising many antioxidative factors like proteins, peptides, enzymes, vitamins. Recently, with the increasing consumer interest to the fermented milk products and natural antioxidants; also a necessity to identify the antioxidant capacities of these products has been arisen. Additionally; fermentation provides some metabolic and cellular components that have beneficial effects to consumer.

In this study; the antioxidant capacities (total phenolic content, Fe^{+2} chelating, reducing power, H_2O_2 inhibition and DPPH free radical scavenging) of milk and some fermented milk products like yogurt, white cheese, kefir, kumis which are consumed daily in our country. Also in order to identify the fermentation effect; the antioxidant activity alteration is observed during the traditional yogurt and kefir fermentation.

The commercially purchased UHT milk, yogurt, white cheese, kefir and kumiss possessed an significant antioxidant activity and these antioxidant activities differed responsively (in conformity) with the dissolved protein content among the products.

Yogurt that produced traditionally with milk, showed higher total phenolic content, Fe^{+2} chelating, reducing power and DPPH scavenging, but lower H_2O_2 inhibition antioxidant activities than milk.

At the end of the kefir fermentation; total phenolic content, reducing power and DPPH scavenging activity was measured as higher than those of milk, on the other hand; H_2O_2 inhibition and Fe^{+2} chelating activity was measured as lower than the milk.

These results suggests that; with their antioxidant properties; milk and fermented milk products can be consumed as natural antioxidants. Also, some antioxidative peptides and aminoacids as hydrolyzates of these milk proteins can be used to prevent oxidation reactions in food industries.

Key words: milk, fermentation, antioxidant activity, kefir, kumiss.

1. GİRİŞ

Fermente gıdalar insanlığın varoluşundan bu yana bizimle birlikte dirler ve bunlar arasında fermente sütler beslenme ve diyetimizin en eski ve önemli bile  senleri olmuşlardır (Khurana ve Kanawjia, 2007).

Süt fermentasyonunun amacı karakteristik tat, aroma ve kıvama sahip, işlem görmemiş   i   süte kıyasla daha uzun süre bozulmadan saklanabilen ürünler   retmektir. Bu işlem insanlık tarihinin en eski uygulamalarından biridir. M   6000'li yıllarda Mezopotamyalı Sümerlilerin s  t  c  l     hayli geliştirilmiş olduğu çeşitli yazıt ve resimlerden anlaşılmaktadır. Kanıtlara göre, tereyağı yapımında ek  itme süt kullanılmakta ve belki de süt ekşitilmiş hali ile tüketilmekte idi. Günümüzdeki fermente süt ürünlerinin büyük bir çoğunluğu ilk olarak Asya'lı göçebe sığır yetiştiricileri tarafından geliştirilmiştir (Roginski, 1988; Farnworth, 2008). Fermente süt ürünlerinin tarihsel gelişimine ait bilgiler   izelge 1.1'de özetlenmektedir.

Çizelge 1.1. Fermente süt ürünlerinin tarihsel gelişimi (Akın, 2006).

Evreler	Zaman Periyodu	Gelişmenin ��zellikleri
M.��. 8000 Civarından	Orta ��a��a kadar	Geleneksel ve ev yapımı yoğurt, kımız ve kefir gibi ürünler önceden kullanılan kültürlerle üretilmiştir.
Orta ��a��dan	1900'�� Yıllara kadar	önceden kullanılan kültürlerle üretilmiş özel ürünlerin gelişmesi devam etmiştir.
1900-1930		Belirlenmiş kültürler kullanılarak ürünlerin ��retilmesine ba��lanmı��tır. Bu dönem aynı zamanda ticari ve endüstriyel ��retimin başlangıcı olarak da kabul edilmektedir. Fermente süt ürünlerinin üretiminde ilk defa saf kültürün kullanılması bu döneme rastlamaktadır. Rus asıllı Bulgar bilim adamı Metchnikoff'un "On the Prolongation of Life" adlı kitabının 1907 yılında yayınlanmasından sonra yoğurdun popülaritesi artmış ve bu konuda yapılan araştırmaların sayısı önemli rakamlara ulaşmıştır.
1910-1930		İnsanlar ilk defa yoğurtla değişik meyve ve sebzeleri karıştırarak tüketmeye ba��lamı��lardır. İnsan sindirim sisteminde bulunan türler kullanılarak fermente süt ürünlerinin ��retilmesi gerçekleştirilmiştir. Retger ve Cheplin (1921) tarafından <i>L. acidophilus</i> kullanılarak fermente süt ��retilmesi ve bununla ilgili makaleler yayınlanmıştır.
1930-1970		Dünya çapında fermente süt ürünleri üretilmiş ve tüketimde önemli artışlar olmuştur.
1935-1948		Yakult ��retiminde <i>L. casei</i> kullanılmıştır.
1948-1968		<i>B. bifidum</i> fermente süt ürünleri üretiminde kullanılmıştır.
1968'den Sonra		<i>L. acidophilus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> ssp. Kullanıldığı fermente süt ürünlerinin tüketiminde artı�� olmuştur. Bu bakterilerin gelişme ortamlarında daha hızlı çoğalabilmeleri için gerekli besin maddelerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır.
1970'den	Günümüze kadar	Fermente süt ürünleri, özellikle yoğurt tüketiminde çok hızlı artış göze çarpmaktadır. Konu ile ilgili yayınlanan kitap, derleme ve makalelerin sayısı artmıştır.
2000'li Yıllar		"Yararlı sindirim sistemi bakterileri" olarak adlandırılan laktik asit bakterileri kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerindeki endüstriyel gelişmeler devam etmektedir.

Dünyada farklı adlar altında bilinen ancak temelde birbirine yakın özellikler gösteren 400'den fazla yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünü bulunmaktadır (Kurmman ve diğ., 1992). Avrupa, Asya, Amerika ve Afrika ülkelerinde günlük diyetle önemli yer tutan fermente süt ürünleri, doğal starter kültür kullanılarak geleneksel yöntemlerle, evlerde hazırlanmaktadır. Bu ürünlere Rusya'da 'protokvasha', Türkiye'de 'yoğurt, ayran', Mısır, Suriye ve Lübnan'da 'leben', Kafkasya'da 'kefir', Orta Asya ve Kazakistan'da 'katık, çal' örnek olarak verilebilir (Koroleva, 1988; Lucey, 2001).

Ülkemizde fermente süt ürünleri içerisinde en çok tüketilenlerden bazıları; yoğurt, peynir, ayran, tereyağı, kefir ve kıymazdır.

Günümüzde dünyanın birçok yerinde fermente süt ürünleri değerli besin kaynakları olarak tüketilmektedirler. Bu ürünler ayrıca sağlığa yararlı etkileri olan gıdalar olarak kabul edilmektedirler. Bugüne kadar bu ürünlerin besinsel ve fizyolojik fonksiyonları açısından sağlık üzerine etkileri pek çok çalışmada özetlenmiştir (Fuquay ve diğ., 2011).

Bir gıdanın besin değeri, içerdiği besin maddelerinin yeterli ve sindirilebilir olabilirliğine bağlıdır. Fermente süt ürünlerindeki besin maddeleri starter kültürler tarafından bir ön-fermantasyona uğratıldıkları için bunların besleyici değeri daha yüksek, sindirimleri süte göre daha kolaydır. Protein ve yağın kısmen parçalanması sindirilebilirliği arttırmaktadır. Laktozun hidrolize olup, β -galaktosidaz enzim aktivitesinin artması da laktoz intoleransı görülen kişilerin fermente süt ürünlerini rahatlıkla tüketmelerini sağlamaktadır. Ayrıca fermente süt ürünlerinde bulunan kalsiyum ve bazı mineral maddelerin daha iyi absorbe edildiği ve çoğu ürünün folik asit, niyasin, biotin ve pantotenik asit, B₆ ve B₁₂ gibi B grubu vitaminleri açısından süte göre daha zengin olduğu bildirilmektedir. Belirtilen özelliklerinin yanı sıra *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* ssp. içeren fermente süt ürünleri diğer ürünlerin çoğundan farklı olarak daha yüksek oranda L(+) laktik asit içermektedir (Oysun, 1990; Gönc ve Akalın, 1995).

İnsanlar ve omurgalılar başta olmak üzere aerobik organizmaların solunum esnasındaki normal reaksiyonlar sırasında serbest radikaller üretilmektedir. Gıda ürünlerinin işlenmesi ve üretimi süresince oluşan yağ oksidasyonu da gıdaların lipid içeriğinin ve besin değerinin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yapıdaki potansiyel toksik ürünlerin tüketilmesi ise birçok hastalığa neden olmaktadır. Bu durum oksidatif stresi ve olumsuz etkilerini önleyebilen doğal ve sentetik antioksidanlara olan gereksinimi ortaya çıkarmıştır. Ne var ki sentetik antioksidanların bazı toksik etkileri, yüksek maliyetleri ve tüketicilerin katkı maddeleri hakkındaki endişeleri nedeniyle son yıllarda doğal antioksidanların kullanımı artmıştır (Orman, 2005; Sarmadi ve İsmail, 2010). Fermentasyon yolu ile çeşitli yapıda ürünlere dönüştürülebilen süütün tedavi edici etkisini araştıran çalışmalarda; içerisinde çok miktarda antioksidan molekülün bulunduğu belirlenmiştir (Öğünç ve Yalçın, 2011).

Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF)'nin yayınladığı 2010 yılı raporuna göre; dünyada 2009 yılı boyunca fermente süt ürünleri ve sütlü içecekler üretimi sade süt üretimine oranla sürekli bir artış göstermiştir. Ayrıca Çizelge 1.2.'den de görülebileceği üzere özellikle Avrupa ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede 2000-2009 yılları arasında fermente süt ürünleri ve sütlü içecekler üretiminde genel olarak bir artış gözlenmiştir (IDF, 2010).

Son yıllarda tüketicinin fermente süt ürünlerine ve doğal kaynaklı antioksidan alımına olan ilgisindeki artış ile birlikte çeşitli fermente süt ürünlerinin antioksidatif kapasiteleri üzerine yapılan bilimsel çalışmalar da (Pritchard ve diğ., 2010; Mann ve diğ., 2009; Nayir, 2008; Liu ve diğ. 2005a,b; Jimenez ve diğ., 2008 vb.) yoğunlaşmıştır.

Çizelge 1.2. Fermente süt ürünleri ve sütlü içecekler üretimi (IDF, 2010).

Ülkeler /,000 ton	2000	2005	2007	2008	2009	Yıllık büyüme% 08 / 09	Yıllık bileşik büyüme % 00 / 09
27 Avrupa ülkesi	8 597	9 942	10 547	10 346	10 386	+ 0.4	+ 2.1
Çin	270	1 702	2 450	2 593	3 176	+ 22.5	+ 32.5
Japonya(A)	2 147	2 242	2 399	2 301	2 264	- 1.4	+ 0.6
Türkiye	-	-	2 066	2 081	2 081	0.0	-
İran	-	623	792	870	905	+ 4.0	-
Kore	530	482	485	455	446	- 2.0	- 1.9
İsrail(B)	151	152	167	170	172	+ 1.2	+ 1.5
Rusya	-	1 856	2 188	2 159	2 160	0.0	-
Ukrayna	158	499	534	531	492	- 7.2	+13.5
İsviçre	99	229	236	275	269	- 2.3	+11.7
Norveç	75	98	121	125	127	+ 1.6	+ 6
Amerika	1 515	2 096	2 331	2 411	2 525	+ 4.7	+ 5.8
Kanada	306	429	464	497	494	- 0.5	+ 5.5
Arjantin	243	405	576	583	592	+ 1.5	+ 10.4
Meksika	370	536	636	631	631	0.0	+ 6.1

A:bakteriyel içecekler dahil, B: Sütlü tatlılar ve krema dahil.

Ancak literatürde özellikle kefir ve kırmızın antioksidan aktiviteleri üzerine fazla sayıda araştırma bulunmaması nedeni ile bu ürünleri de içeren bir çalışmanın bilimsel kaynak olarak faydalı olacağı düşünülmüştür. Bu tez kapsamında ülkemizde günlük yaşamda tüketilen yoğurt, peynir, kefir ve kırmız gibi fermente süt ürünlerinin antioksidan aktivite yetenekleri belirlenmiş ve ayrıca fermentasyonun antioksidan aktiviteye etkisini saptamak amacıyla geleneksel yoğurt ve kefir üretimi esnasındaki antioksidan aktivite değişimi takip edilmiştir. Bu çalışma ile ülkemiz süt teknolojisindeki fermente süt ürünlerinin besinsel ve sağlık üzerine yararlarını ortaya koymak, daha sağlıklı bir diyeteye yönelmek isteyen tüketiciye ışık tutmak ve tüketiciyi fermente süt ürünleri tüketiminin önemi hususunda bilinçlendirmek hedeflenmiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçların gelecekte yapılacak olan bilimsel araştırmalara kaynak oluşturup bu tür ürünlerin ticari olarak üretimine destek olacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Fermente süt ürünleri, sütün başta laktik asit bakterileri olmak üzere belirli mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen farklı kıvam ve aromaya sahip ürünlerdir. Sütün fermantasyon yoluyla asitliğinin geliştirilip, ürüne dönüştürülmesi böylece raf ömrünün uzatılması eskiden beri bilinen ve uygulanan yöntemlerden birisidir (Tamime, 1978).

Türk Gıda Kodeksi'nin yaptığı tanıma göre ise fermente süt ürünü; sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol aacak veya amayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürününü ifade etmektedir (Anon, 2009).

Fermente sütler beslenme ve diyetimizin önemli bileşenleridirler. Süt fermantasyonu genel olarak laktozun çoklukla *laktococci* ve *lactobacilli* gibi laktik asit bakterilerince laktik aside dönüştürülmesi metabolizmasıdır. Fermente süt ürünü pıhtılaşarak ya da pıhtılaşma olmadan pH'nın düşmesini sağlayan uygun mikroorganizmaların fermantasyonu yolu ile elde edilmektedir. Bunun için starter mikroorganizmalar canlı, aktif ve raf ömrü boyunca ürün içerisinde yeterli miktarda bulunmalıdır. Eğer rn fermantasyon sonrasında ısıl bir işleme tabi tutulacak ise canlı mikroorganizmalara duyulan gereksinim ortadan kalkmaktadır. Starterlerin doğru kullanıldığı, iyi kalitede süte eklendiği müddetçe ve bunlara üretim teknolojisini de eklersek; fermantasyon işlemi dayanıklı, kendine özgü bir fermente ürün ortaya çıkaracaktır. Günümüzde birçok çeşit için standart üretim prosesleri tanımlanmıştır.

Starter türlerinin ya da tr gruplarının temel metabolizması, kompleks kimyasal interaksionları sağlayan ve korunabilirlik, ürünün besinsel değerini etkileyen duyuusal kalitesini artıran tat ve doku gelişimi gibi çeşitli fonksiyonel özellikleri oluşturan metabolitlerin elde edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yoğurt da dahil olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde çok çeşitli fermente süt ürünleri üretilmektedir. Her bir fermente süt çeşidi öncelikle starter kültürlerinin optimum gelişme gereksinimlerine dayalı olan kendine özgü mikroorganizmalar içermektedir (Fuquay ve diğ., 2011).

Sütün fermente süte dönüşümü doğal süt bileşenlerinin besinsel değerini arttırmaktadır. Ek olarak, fermantasyon prosesi tüketicie yararlı fizyolojik etkileri olan bazı metabolik ve hüresel bileşenlerin üretilmesini de sağlamaktadır (Chandan, 2006).

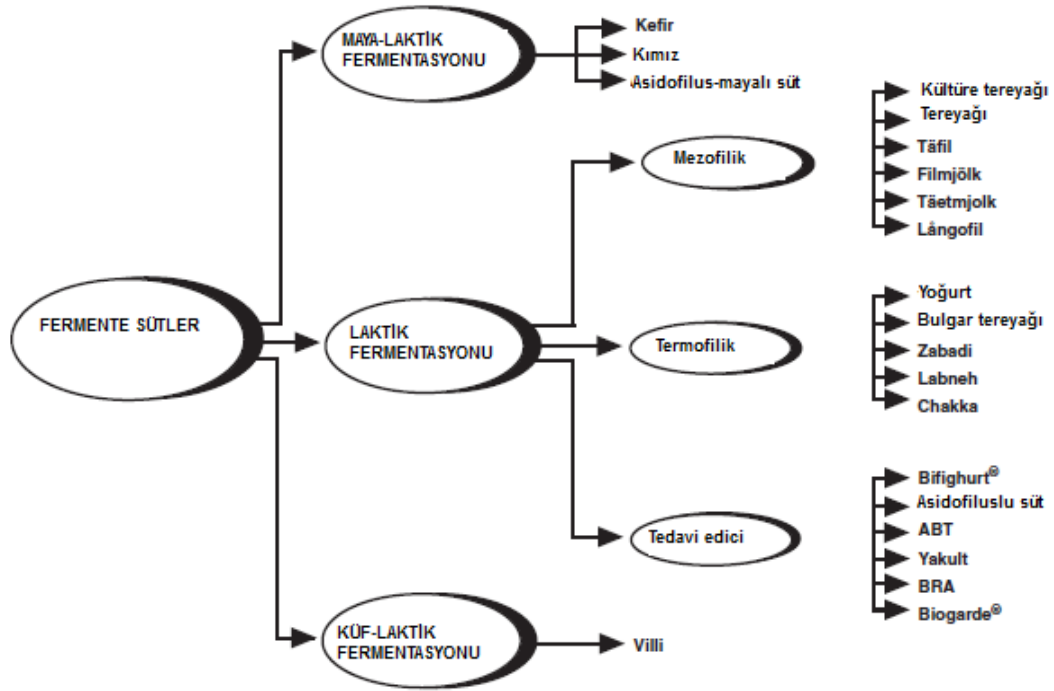
Fermente süt ürünlerinin üretiminde birincil derecede laktik starter kültürler kullanılmaktadır. Peynir, tereyağı, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucu laktik asit retim, kefir ve kımız gibi ürünlerde ise fermantasyon sonucu laktik asit ve alkol retim söz konusudur. Bu ürünlerde fermantasyon bakteri, küf, maya ve bunların kombinasyonları kullanılarak gerçekleştirilir (Değirmenci, 1994). Çizelge 2.1. retiminde kullanılan starter kültürleri ile birlikte bazı fermente süt örneklerini vermektedir.

Çizelge 2.1. Çeşitli türde fermente süt ürünleri ve starter kültürleri (Fuquay ve diğ., 2011).

Ürün/ orijin	Starter organizmalar
Asidofiluslu süt	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Yoğurt (labne ve ilgili benzeri ürünleri kapsar)	<i>Sc. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>
Kefir	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , citrate-positive <i>Lc. lactis</i> , <i>Ln. Mesenteroides subsp. cremoris</i> , <i>Ln. mesenteroides subsp. dextranicum</i> , <i>Sc. thermophilus</i> , <i>Lb. Delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Saccharomyces spp.</i>
Kımız	<i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>Saccharomyces lactis</i> , <i>Torula koumiss</i>
Tereyağı(Bulgar)	<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>
Tereyağı (kültüre)	<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , citrate-positive <i>Lc. lactis</i> , ve <i>Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris</i> karışımları
Kültüre krema	Kültüre tereyağındakiler ile aynı ancak genelde <i>Leuconostoc spp.</i> hariç
Dahi	<i>Sc. thermophilus</i> <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> yada <i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , citrate-positive <i>Lc. lactis</i>
Yakult	<i>Lb. casei subsp. casei</i>
Villi	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> citrate-positive <i>Lc. lactis</i> <i>Ln. mesenteroides subsp. cremoris</i> <i>Geotrichum candidum</i>

Genel olarak farklı türdeki fermente sütler içerdiği mikroorganizmalara bağlı olarak fermentasyon ve/veya proses yöntemine göre sınıflandırılabilir. Tamime ve Robinson (1999) fermente sütlerini bunları üç ana kategoriye bölen bir şemada sınıflandırmıştır. Buna göre fermente sütler;

- (a) laktik fermentasyonu (örneğin yoğurt, tereyağı, asidofiluslu süt vb.),
- (b) maya-laktik fermentasyonu (örneğin kefir, kıymız vb.) ve
- (c) küf-laktik fermentasyonu (örneğin villi) ile üretilenler olarak geniş bir sınıflandırmada tanımlanabilir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Fermente süt ürünlerinin sınıflandırılması. ABT, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* ve *Streptococcus thermophilus*; BRA, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus reuteri* ve *L. acidophilus* (Tamime ve Robinson, 1999).

2.1. Süt

Süt, kadınların ve dişi hayvanların yavrularını beslemek için memelerinden gelen, besin değeri yüksek beyaz sıvıdır. Ayrıca bazı bitkilerin türlü organlarında bulunan beyaz renkte öz suya ve erkek balığın tohumuna da süt denir. Süt, tüm fermente sütlerin bütünüleyicisi olup probiyotikler ve diğer fonksiyonel bileşenler gibi faydalı kültürlerin aktarılmasında önemli bir araç olarak görülmektedir. Dünyada inek başta olmak üzere koyun, keçi, manda, kısırak ve diğer bazı memelilerin sütü beslenme amaçlı olarak tüketilmektedir (Chandan, 2006; Nayir, 2008).

Sütün bileşimi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte dünyada en çok tüketilen ortalama inek sütü bileşimi Çizelge 2.2.'deki gibidir.

Çizelge 2.2 İnek sütü bileşimi (Chandan, 2006).

	Su	Yağ	Protein	Laktoz	Kül
%Ortalama	86.6	4.1	3.6	5.0	0.7
%Ortalama aralık	84.5-87.7	3.4-5.1	3.3-3.9	4.9-5.0	0.68-0.74

Süt proteini bütün esansiyel amino asitlerini ihtiva etmektedir. İnek sütlerinde protein ortalama %3.4-5.1 aralığında yer alır ve majör proteinleri kazein ve peynir altı suyu proteinleridir. Ana süt proteini olan kazein toplam proteinin %80'inini oluştururken; peynir altı suyu proteinleri geriye kalan %20'lik payı alırlar. İçerdiği 8 ana proteine (α_{s1} -, α_{s2} -, β -, ve K -kazein, β -laktoglobulin, α -laktalbumin, kan serumu albümini ve immunoglobulin) ilave olarak süt en az 80 adet minör

protein ve yaklaşık 60 adet enzim içermektedir. Ayrıca süt dayanıklılık ve besinsel açıdan önemli olan 30'a yakın inorganik element ile bilinen hemen bütün vitaminleri içermektedir. Sütte ayrıca protein yapıda olmayan üre, ürik asit, kreatin gibi nitrojen bileşenleri mevcuttur (Chandan, 2006; Fuquay ve diğ., 2011).

Sütün karbonhidratı süt şekeri olarak da adlandırılan laktozdur. Doğada yüksek oranda, yalnız sütte bulunur. Süt şekeri gerek sütün ve gerekse süt mamullerinin yapısında ve niteliğinde geniş ölçüde etkisi olan bir maddedir. Yoğurt, tereyağı ve peynir gibi süt mamullerinin işlenmesinde süt şekerinin rolü vardır. Ayrıca çeşitli süt ürünlerinin renginde, besin değerinde, aromasında, hatta yapısında kendini hissettirir. İnek sütünde 400'e yakın serbest yağ asidi ile binlerce trigliserit ve kompleks lipidin bulunduğu rapor edilmiştir. Sütte ortalama %3,2 oranında yer alan süt lipitleri süt ve mamullerinin fiziksel niteliklerinde, aromalarında ve besin değerlerinde önemli olan maddelerdir. Bunların besin değeri diğer hayvansal yağlardan üstündür. Yapısında bulunan A, D ve E gibi önemli vitaminlerin bulunması değerini daha da arttırır (Nayir, 2008; Fuquay ve diğ., 2011).

Süt antioksidan ve/veya prooksidan etkiler gösteren birçok faktörü yapısında bulunduran kompleks bir matristir. Son yıllarda giderek artan sayıda araştırmada sütün tedavi edici etkilerinin olduğu ve bu etkinin çoklukla süt proteinlerinden kaynaklandığı gösterilmiştir. Kazeinlerin özellikle hidrofobik yapılarına ve potansiyel antioksidan özellikteki aminoasit bileşenlerine bağlı olarak belirgin bir antioksidan aktivite sergiledikleri belirtilmiştir. Süt bileşenlerinden tokoferoller de lipit sistemlerindeki etkili antioksidanlardır. Askorbik asit çok etkili bir alkoksil radikali indirgeyicisidir. Bunların dışında süt serumu proteinleri, peptitler, laktik asit bakterileri, vitaminlerden E vitamini, karotenoitler ve askorbik asit ile süperoksit dismutaz ve katalaz gibi enzimler sütün antioksidan özellik gösteren diğer önemli bileşenlerindendir (Chandan, 2006; Jimenez ve diğ., 2008; Zulueta ve diğ., 2009; Öğünç ve Yalçın, 2011; Fuquay ve diğ., 2011).

2.2. Yoğurt

Yoğurt orta asitlikte bir fermente süt ürünü olup *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* simbiyotik türlerinin fermentasyonu ile elde edilmektedir. Bu iki yoğurt bakterisi doğal olarak sütte bulunduğu üzere bazı bölgelerde geleneksel olarak üretilirken, ticari üretim için ise starter kültür olarak %2-5 oranlarda süte inoküle edilerek (tercihen kendi aralarında 1:1 oranında) karışım pH 4.4 civarına ulaşana kadar 42-45°C'de 3-6 saat inkübasyona bırakılır (Fuquay ve diğ., 2011). Anılan bakteri türleri sütteki laktozu laktik aside metabolize ederek sıvı haldeki sütün daha kıvamlı olan yoğurda dönüşümünü sağlamaktadırlar. Bu bakteri metabolizması süt proteinlerinin pıhtılaşmasından ve yoğurda özgü çeşitli bileşenlerin oluşmasından sorumludur (Farnworth, 2008).

Yoğurt inek, manda, keçi, koyun ve diğer bazı memeli sütlerinden üretilebilmektedir. Endüstriyel çaptaki yoğurt üretiminde ise en çok tercih edilen süt inek sütü olmaktadır (Chandan, 2006). Bir gıda maddesinin kimyasal kompozisyonu onun besinsel değerini ortaya koymada yararlı bir belirleyicidir (Tamime ve Robinson, 1999). Sütün yoğurda dönüşümü ile birlikte kimyasal bileşen içeriği de değişmektedir. Çizelge 2.3.'de süt ve yoğurdun bazı temel kimyasal bileşenleri birlikte verilmiştir.

Önceleri oldukça ilkel yöntemlerle ve az miktarda üretilen bu ürün, zaman içinde gelişen teknolojiye ayak uydurarak gerek kalite açısından iyileşmiş ve gerekse çeşit yönünden zenginleşmiştir. Günümüzde sade, meyveli, süzme, içilebilir tipte, köpük, füme, kurutulmuş ve dondurulmuş olmak üzere çok çeşitli yoğurtlar mevcuttur (Chandan, 2006).

Çizelge 2.3. Süt ve yoğurdun bazı majör bileşenleri (100 g üründe) (Tamime ve Robinson, 1999).

Bileşen	Süt		Yoğurt	
	Tam yağlı	Yağı alınmış	Tam yağlı	Düşük yağlı
Su (g)	87.8	91.1	81.9	84.9
Enerji değeri(kcal)	66	33	79	56
Protein (g)	3.2	3.3	5.7	5.1
Yağ (g)	3.9	0.1	3.0	0.8
Karbonhidrat (g)	4.8	5.0	7.8	7.5
Kalsiyum (mg)	115	120	200	190
Fosfor (mg)	92	95	170	160
Sodyum (mg)	55	55	80	83
Potasyum (mg)	140	150	280	250
Çinko (mg)	0.4	0.4	0.7	0.6

Yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin insan sağlığı ve beslenme üzerindeki yararlı etkisi uzun süredir bilinmektedir. Literatürde yoğurttaki starter kültürlerin lipit peroksidasyonunun inhibe edilmesinde başarılı olduğu, sade ve çeşitli şekillerde zenginleştirilmiş yoğurtların önemli antioksidan özellikler sergilediği gibi antioksidan kapasiteyi inceleyen çeşitli çalışmalar (Jimenez ve diğ., 2008, Farvin ve diğ, 2010; Amirdivani ve Baba, 2011) mevcuttur.

2.3 Peynir

Peynir; yağlı süt, krema, kısmen veya tamamen yağı alınmış süt, yayık altı veya bunların birkaçının veya tümünün karışımının, peynir mayası enzimi (rennin) veya zararsız organiklerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peynir suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt mamulüdür (Üçüncü, 2002).

Peynir yapımında maya, organik asit, maya ile birlikte organik asit, organik asit ve ısıtma gibi farklı yöntemlerle süütün pıhtılaşması sağlanmaktadır. Hammadde olarak inek, koyun, keçi, manda sütü ve bunların kombinasyonu olan sütler kullanılmaktadır. Peynir yapımında kullanılan starter kültürler ağırlıkla laktik asit bakterilerinden ibaret olsa da (geneli *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, ve *Lactobacillus* türlerine aittir) prosese diğer bakteri ve mayalar da ilave edilmektedir (Hurşit, 1999; Farnworth, 2008; Fuquay ve diğ., 2011).

Dünyada çok fazla sayıda peynir çeşidi bulunmaktadır. Türkiye’de üretimi ve tüketimi en fazla olan peynir çeşidi beyaz peynirdir. Ülkemizdeki peynirler arasında % 60’lık orana sahip olan beyaz peyniri, %17’lik oranla kaşar peyniri, %12’lik oranla tulum ve Mihaliç peyniri ve %11’lik oranla da diğer peynir çeşitleri izlemektedir. Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF)’nin 2010 yılı raporuna göre ülkemizdeki peynir tüketimi kişi başına 19.4 kg olup, 2000 yılından 2009 yılına dek peynir üretimi genel olarak artış göstermiştir (Tekinşen, 2000; IDF, 2010).

Peynir içerdiği yüksek biyolojik değerli proteinler, yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K), mineral maddeler özellikle kalsiyum ve fosfor bakımından oldukça zengindir. Ayrıca peynirlerin olgunlaşması sırasında proteinlerin parçalanması nedeniyle proteinlerin sindirilme oranı artmakta ve bu durum diğer gıdaların sindirilmesine de yardımcı olmaktadır. Peynir düşük laktoz içeriğinden dolayı laktozu sindiremeyenler ve diyabeti olanlar için son derece uygun bir gıdadır (Demirci, 1990).

Peynirin diğ er bir fonksiyonel özelliği olan antioksidatif yeteneği; olgunlaştırılması, zenginleştirilmesi ve içeriğindeki biyoaktif peptitlerin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilen bazı çalışmalarda ortaya konmuştur (Apostolidis ve diğ., 2007; Mann ve diğ., 2009; Pritchard ve diğ. 2010;).

2.4. Kefir

Kefir, kefir daneleri içinde bulunan bakteri ve mayaların faaliyeti ile oluşan fermente bir süt ürünüdür. Uçucu yağ asitleri, karbondioksit, etil alkol gibi fermantasyon ürünlerini içeren kefir, koyu kıvamlı ve kendine özgü ferahlatıcı maya tadıyla karakterize edilmektedir (Beshkova ve diğ., 2002). Kefir pürüzsüz, viskoz ve kremamsı bir yapıya sahip olup yağsız, yarım yağlı ve yağlı sütten  retilbilmektedir (Beshkova ve diğ., 2002; Sarkar, 2008).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde kefir; fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus* kefiri, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürlerin ya da kefir tanelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anon, 2009).

Orijinini Kafkasya dağlarından aldığına inanılan kefir dünyada kephir, kiaphur, kefer, knapon, kepi ve kippi gibi çeşitli başka isimler altında da üretilmektedir (Koroleva, 1988).

Kefir danesi sarımtırak renkte, çapı 1-2 mm'den 3-6 mm'ye kadar değişen minyatür karnabahar görünümündedir (şekil 2.2.). Kefir daneleri, laktik asit bakterileri ve mayaların oluşturduğu 'kefiran' adı verilen polisakkarit bileşimine sahiptir (Beshkova ve diğ., 2002; Irigoyen ve diğ., 2005). Kefir danesinin mikroflorası %65–80 *lactobacilli*, %10–15 maya ve %5–25 *lactococci* ve *leuconostoc spp.* içerir iken, bundan farklı olarak kefir danelerinden üretilen kefirin mikroflorası %80 *lactococci* ve *leuconostoc spp.*, %10–15 maya ve %5–10 *lactobacilli* içermektedir (Fuquay ve diğ., 2011).

Daha geniş bir tabir ile kefirin mikroflorası laktik streptokok, leukonostok, termofilik laktobasil, mezofilik laktobasil, mayalar (laktozu fermente eden ve edemeyen) ve sıklıkla asetik asit bakterilerinden oluşmaktadır. Kefir danelerinin mikrobiyal bileşimi danelerin orijinine ve fermantasyon metoduna bağlı olarak değişebilmektedir (Kurmman ve diğ., 1992; Beshkova ve diğ., 2002; Güzel-Seydim ve diğ., 2005).

Kefir tanesi içerisinde bulunan mikroorganizmalardan laktik asit bakterileri laktozdan laktik asit oluşumunu sağlarken alkol fermantasyonundan başlıca mayalar sorumludurlar. Kefirin fermantasyonu sonucu ortaya çıkan başlıca ürünler laktik asit, asetaldehit, aseton, diasetil, etanol ve karbondioksittir (Güzel-Seydim ve diğ., 2000; Irigoyen ve diğ., 2005).

Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt  r nleri Tebliğinde bir kefirin bileşiminin şu kriterleri sağlaması gerektiğini belirtmiştir: Süt proteini en az %2, süt yağı en fazla %10, titrasyon asitliği (laktik asit) en az %6, toplam spesifik mikroorganizma en az 10^7 (kob/g), mayalar en az 10^4 (kob/g) (Anon, 2009).

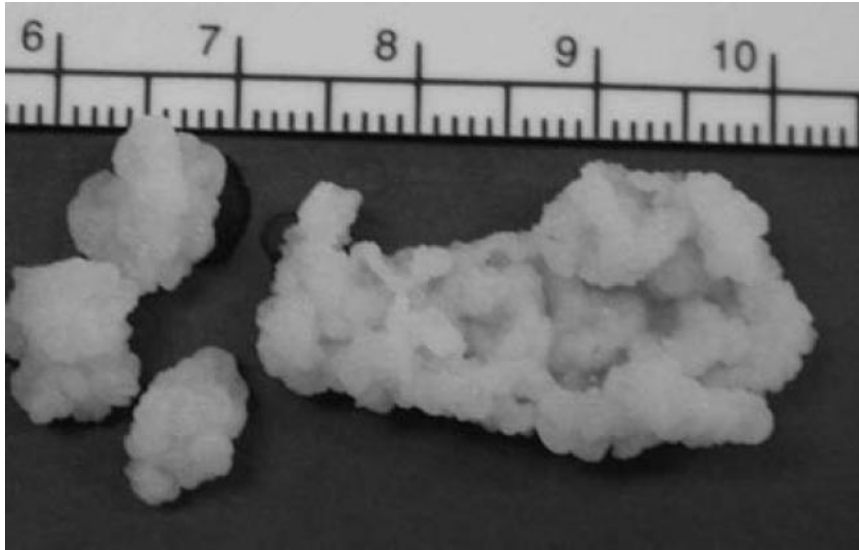
Kefir yapımında geleneksel ve endüstriyel prosesler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemle yapılmış kefir, tüketiciler tarafından daha çok beğenildiğinden bilim insanları, bu yolla üretilen kefire yakın yapı ve tatta ürün elde etmek için modern teknikler ve yöntemler üzerine çalışmaktadır (Karagözlü ve diğ., 2007). Geleneksel yöntemle evlerde kefir yapımında, süt 5 dakika kadar kaynatılmaktadır. 25 C' soğutulana sütün üzerindeki kaymak tabakası alınmaktadır. 1 litre süt için 15-20 gram kefir danesi katılmakta ve 22-25 C'de olacak şekilde sıcak bir yerde bırakılmaktadır. Süt, normal olarak, 18-24 saat sonra pıhtılaşmaktadır. Pıhtılaşma süresi üzerine kefir danesinin miktarı, inkübasyon sıcaklığı etkilidir. Süt pıhtılaştıktan sonra süzgeçten

geçirilmekte, daneler yıkanarak bir bardağa konmakta ve ağzı kapatılarak buzdolabına alınmaktadır (Yaygın, 1999).

Kefir sütten yapıldığı için sütteki yağ, laktoz, mineral maddeler ve vitaminler gibi besin maddelerinin hepsini yapısında bulundurmaktadır. Hatta oluşumu sırasında bazı vitaminlerin sentezlenmesi, protein ve laktozun kısmen parçalanması, kefirin beslenme değerini artırmaktadır. Mikroflora içinde asetik asit bakterileri ve mayaların olmasından dolayı kefir, yoğurt ve diğer fermente süt ürünleriyle karşılaştırıldığında intestinal mikroorganizmalara karşı yüksek antibiyotik aktiviteye sahiptir. Bu mikroorganizmalar aynı zamanda B grubu vitaminleri de oluşturabilmektedir. Bünyesindeki CO₂'den dolayı sindirimi daha kolay olmaktadır. Kefir mikroflorası başlıca L (+) laktik asit üretmektedir. Bahsedilen sebeplerden dolayı kefir, biyolojik, diyetetik ve beslenme açısından yüksek değere sahiptir. Ayrıca gastrointestinal ve metabolik rahatsızlıklarda ve alerjik reaksiyon gösteren bireylerde tavsiye edilmektedir (Koroleva, 1988).

Bahsedilen yararlarının yanı sıra kefirin doğal bir antioksidan desteği olarak antioksidan kapasitesini inceleyen çalışmalar çok sınırlı sayıda olup bunlar da (Liu ve diğ., 2005a,b) ancak son yıllarda gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Ülkemizde bazı ticari firmalar, endüstriyel boyutta kefir üretmeye başlamıştır. Kefirin besin değeri ve fonksiyonel özellikleri hakkındaki bilinçlenme ile tüketici nezdinde kefir daha bir önem kazanmıştır. Günümüzde artık tüm marketlerde kefir bulunabilmekte, sade, meyveli ve light olmak üzere değişik çeşitleri de raflarda yer almaktadır.



Şekil 2.2 Kefir daneleri (skala cm cinsindendir) (Farnworth, 2008).

2.5. Kımız

Kımız, orijini Orta Asya ve Rusya göçebe kabilelerinden gelen, özellikle Kazakistan ve Kırgızistan'da popüler olan, fermentasyonda spesifik olarak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Kluyveromyces marxianus* kültürlerinin kullanıldığı geleneksel bir fermente süt içeceği olup kısırak sütünden yapılmaktadır (Anon, 2009; Yıldız, 2010).

Orta Asya'da atalarımız tarafından üretilen ve halen Orta Asya'daki birçok Türk boyları tarafından sevilerek tüketilen kımızın günümüzde ticari olarak üretimi, ilk üretimini 1989 yılında

gerçekleştiren ve İzmir Kemalpaşa'da bulunan Alaş Kimiz Üretim Çiftliği'nde yapılmaktadır (Küçükçetin, 1999).

Çiğ kısrak sütü medikal amaçlı kullanımlarının dışında oldukça güçlü laksatif etkisinden dolayı genellikle bu hali ile kullanılmaz, bunun yerine çoklukla kımıza fermente edilerek tüketilir. Bazı ülkelerde endüstriyel çapta saf maya ve laktik asit bakterisi kültürleri kullanılarak üretilen kımız temelde laktik asit fermentasyonu ile hazırlanmaktadır. Geleneksel kımızda starter kültür olarak kefirdeki gibi bir önceki fermente kımız ürünü kullanılmaktadır (Abdel-Salam ve diğ., 2010; Yıldız, 2010).

Tipik bir kımızın bileşimine ait bilgiler Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Kımızın kompozisyonu (Yıldız, 2010)

Bileşen	Miktar (g/ kg)
Protein	21
Laktoz	55
Yağ	12
Laktik asit	7-18
Etanol	6-25
Karbondioksit	5-9

Kımız yapımında esas olarak kısrak sütü kullanılmaktadır. Kısrak sütünün bileşim ve özellik bakımından inek sütünden farklılık göstermesine rağmen inek sütünü kısrak sütüne benzetme yoluyla çeşitli kımız üretim yöntemleri de geliştirilmiştir. Kısrak sütünün bileşimi diğer sütler ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 2.5.'de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Farklı memeli türlerine ait sütlerin kimyasal bileşenleri (Tamime ve Robinson,2007)

Türler	%Su	%Yağ	%Protein	%Laktoz	%Kül
İnek	87.4	3.9	3.3	4.7	0.7
Kısrak	88.8	1.9	2.6	6.2	0.5
Keçi	87.0	4.5	3.3	4.6	0.6
Koyun	81.6	7.5	5.6	4.4	0.9
Deve	87.1	4.2	3.7	4.1	0.9
Manda	82.1	8.0	4.2	4.9	0.8

Çizelge 2.5'ten de görülebileceği üzere, kısrak sütü yüksek laktoz, düşük yağ ve düşük protein içeriğiyle kimyasal olarak inek sütünden farklı özelliklere sahiptir. Kısrak sütü inek sütüne göre kazein açısından daha fakir, immuno globülinler açısından daha zengindir. Kımızda daha fazla oranda çoklu yağ asidi ve fosfolipit bulunmaktadır (Yıldız, 2010). Kısrak sütü protein içeriği nedeni ile asit ve peynir mayası ile pıhtı oluşturmaz, peynir ve yoğurt yapımında kullanılamaz. Belirtilen farklılıklar nedeniyle inek, koyun ve keçi sütünden de kımız yapılamaz. Bu sütler ancak bileşim yönünden kısrak sütüne benzetildikten sonra kımız yapımında kullanılabilirler (Yaygın, 1992).

Kımız genel olarak %2 alkol, %0,5-1,5 laktik asit, %2-4 süt şekeri ve %2 yağ içermektedir (Sun ve diğ., 2009) Bu ürün, düşük alkollü ancak sert bir içecektir. Fermentasyon süresine bağlı olarak sertliği değişmektedir (Ender ve diğ., 2006)

Kıymızın karakteristik özellikleri kullanılan kıymız mayasındaki mikroorganizmalara bağlı olarak değişmektedir. Kıymızın mikroflorası ise bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte genel olarak *Lactobacilli* (*Lactobacillus delbrueckii* ssp.*bulgaricus* ve *Lactobacillus acidophilus*) bakteri türlerini; laktozu fermente eden (*Sacchamycetes* sp. and *Torula koumiss*) maya türlerini ve laktoz gibi karbonhidrat substratlarını fermente etmeyen (*Sacchromycetes cartilaginosus* ve *Mycoderma* spp.) maya türlerini içermektedir (Chandan, 2006).

Kıymız üretiminde özetle; pastörize kırsak sütü ya da modifiye edilmiş inek sütü 25°C'ye soğutulur. Doğal starter kültür olan kıymız yada bahsi geçen tanımlı starter kültürler süte eklenir. Fermantasyona bırakılır ve fermantasyon boyunca karışım sık sık karıştırılır. pH 4.6 civarına ulaştığında fermantasyon sonlandırılır. Paketleme sonrasında 4°C'de depolanır (Yaygın, 1992).

Kıymızın laktik-maya fermantasyonu sonucunda laktik asit, etanol, karbondioksit ile diğer yan ürünler olan uçucu asitler, alkoller ve karakteristik aroma/tatları ile diğer önemli bileşenler oluşmaktadır. Laktik asit, diasetil ve asetaldehit bu şekilde oluşan başlıca tat bileşenleridir (Fuquay ve diğ., 2011).

Yüksek besin değerine sahip olan kıymız bu özelliğinin yanı sıra birçok hastalığın tedavisinde de kullanılmaktadır. Kıymızın sinir ve sindirim sistemi, solunum yolları ile tüberküloz, dizanteri, tifo, paratifo, ülser ve hepatit gibi hastalıkların tedavisinde olumlu sonuç verdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Ayrıca kıymız damar sertliğine engel olan lizin, tirozin ve triptofan ve glutamik asit gibi aminoasitlerce zengin olması ve bunları uygun miktar ve oranlarda bulundurması nedeni ile bu hastalığın tedavisinde bir ilaç gibi kullanılabilir (Kurman ve diğ., 1992; Yaygın,1992).

2.6 Oksidasyon ve Antioksidan Aktivite

Gıdalarda antioksidanlar "çok az miktarları bile yağ gibi kolay okside olabilen maddelerin oksidasyonunu büyük ölçüde yavaşlatan veya önleyebilen maddeler" olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik sistemlerde "çok düşük derişimlerde bile lipit, protein, DNA ve karbonhidrat gibi okside olabilen substrat ile karşılaştığında substratın oksidasyonunu geciktiren veya önleyen madde" olarak tanımlanmaktadır (Frankel ve Meyer, 2000). Antioksidanlar lipit oksidasyonunda serbest radikal içeren yağlara elektron veya hidrojen vererek veya yağ zinciri ile bir serbest radikal arasında kompleks oluşturarak serbest radikal zincirine son veren bileşikler olarak da tanımlanırlar (Yen ve Duh, 1994; Duh, 1998; Kaur ve Kapoor, 2001).

Canlılarda, kimyasal süreçler, özellikle oksitlenme, serbest radikallerin oluşmasına neden olur. Yüksek derecede reaktif olan serbest radikaller farklı moleküller ile kolayca reaksiyona girebilir ve böylece hücrelere, canlıya zarar verebilirler. Antioksidanlar veya yükseltgeme önleyicileri, yağların otooksidasyonunu yavaşlatan maddelerdir ve serbest radikallerle reaksiyona girerek (onlarla bağ kurarak) hücrelere zarar vermelerini önlerler (Nayir, 2008).

2.6.1. Lipit Oksidasyonu, Ürünleri ve Etkileri

Doymamış moleküller içeren yenilebilir yağlar, moleküler oksijenin saldırısına açık durumdadırlar. Bu durum lipit oksidasyonu olarak anılmakta ve istenmeyen uçucu tat bileşenlerinin ve potansiyel toksik oksidasyon ürünlerinin oluşmasıyla yağın kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir (Fuquay ve diğ., 2011). Doymamış yağ asitleri lipit peroksitlerini meydana getirmek üzere okside olurlar. Tek bir lipit peroksidasyonu yüzlerce yağ asidi yan zincirinin lipit hidroksiperoksitlerine dönüşmesi ile sonuçlanabilmektedir (Halliwell ve Chiroco, 1993).

Gıdalarda bulunan yağlar veya yağlarda bulunan maddeler havaya maruz kaldığı anda oksidatif bozulma başlamaktadır. Yağ oksidasyonunun kimyasal yapısı incelendiğinde yağların yaklaşık % 98'inin trigliseritlerden oluştuğu ve oksidasyonun oleik, linoleik ve linolenik asit gibi doymamış

yağ asitlerini etkilediği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda yağların oksidasyon hızının; oksijen konsantrasyonu, yağ/oksijen temas yüzeyinin genişliği, yağ asitlerinin tipi, pro-oksidan ve antioksidan miktarı ve etkinlik dereceleri ile depolama koşulları (sıcaklık, nem vb) gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir (Sherwin, 1978; Kayahan, 2003).

Oksidasyon, başlangıç, ilerleme ve sonlanma basamaklarından oluşan zincirleme reaksiyonlar yoluyla gerçekleşen bir radikal prosesidir. Başlangıç basamağında oksijen molekülleriyle reaksiyon sonucu alkil radikaller oluşmakta ve ilerleme basamağı boyunca da bu radikaller hidroperoksit ve peroksit radikallerini oluşturmaktadır. İki radikalın stabil bir ürün oluşturmak için birleşmesiyle de sonlanma basamağı gerçekleşmektedir (Brand-Williams ve diğ., 1995).

Reaktif oksijen türleri gıdalarda bozulmaya neden olan lipit peroksidasyonuna neden olmaktadır. Lipitler, nükleik asitler, proteinler, aminler, deoksiribonükleik asit ve karbonhidratlar gibi biyomoleküllerin oksidatif bozulmasında reaktif oksijen türlerinin rol aldığı iyi bilinmektedir. Bu bozulma yaşlanma, kanser, kalp hastalıkları, felç, diyabet ve kalp damar sistemi bozuklukları gibi bazı hastalıklara neden olmaktadır (Kehrer, 1993; Aruoma, 1994; Miller ve diğ., 1995; Sasaki ve diğ., 1996).

Reaktif oksijen türleri olan serbest radikaller bir veya daha fazla paylaşılmamış elektron içeren, bağımsız olarak hareket eden türler olarak tanımlanmaktadır. Serbest radikallerin oluşumundan sorumlu faktör oksijendir (Youdim ve Deans, 1999). Serbest radikaller ortamdaki diğer bileşiklerle çok çabuk reaksiyona girerler ve stabilize kazanmak için gereksinim duydukları elektronları ele geçirmeye çalışırlar. Genellikle serbest radikaller en yakın kararlı moleküle saldırır ve elektronlarını almaya çalışırlar. Bu moleküle saldırıldığında ve elektronunu kaybettiğinde, molekülün kendisi serbest radikale dönüşür ve zincir reaksiyonlar başlar. Reaksiyonlar bir kere başladığında durması çok zordur (Kaur ve Kapoor, 2001).

Reaktif oksijen türlerinden hidroksil radikali biyolojik moleküllerle yüksek aktivitede reaksiyon göstermektedir. Hidrojen peroksit zayıf bir oksidandır ancak bu bileşikten geçiş metali iyonları varlığında kolayca hidroksil radikalleri türeyebilmektedir (Halliwell ve Chirico, 1993).

Gıdaların depolanması, işlenmesi, ısı uygulamaları ve son ürünün depolanması esnasında meydana gelen lipit oksidasyonu gıdaların besin değerinin azalması, acılaşması ve bozulmasına neden olmakta ve gıdaların koku, tat, doku, kıvam ve görünüşünü değiştirmektedir (Kähkönen ve diğ., 1999; Karpinska ve diğ., 2001; Kaur ve Kapoor, 2001; Cardeñosa ve diğ., 2002). Oksidasyon duyuşal açıdan son üründe acılaşmaya yol açarken vitamin kayıpları, besin kaybı ve renksizleşme gibi bozulmalara da neden olmaktadır (Sherwin, 1978). Bu reaksiyonlar sadece gıdanın kalitesini etkilemez, aynı zamanda karsinogenezis, mutagenesis, yaşlanma ve arterosklerozis gibi olaylarla yakından ilişkilidir (Yen ve Wu, 1999). Metabolizma sonucu oluşan serbest radikaller bağışıklık sisteminde virüs ve bakterileri engellemek için kullanılırlar. Ancak serbest radikallerin aşırısı oksidasyona ve hücre veya doku hasarına yol açmaktadır. Serbest radikallerin oluşturdukları bu hasarlar sonucu kalp hastalıkları, böbrek bozukluğu, immun sistem bozukluğu, beyinle ilgili rahatsızlıklar, katarakt ve kanser gibi ciddi hastalıklar ile vücudun savaşıma yeteneği azalmaktadır (Yen ve Wu, 1999; Frankel ve Meyer, 2000 Kaur ve Kapoor, 2001).

İnsan vücudunda ve gıdalarda çok çeşitli reaktif oksijen türleri ve lipit peroksidasyonu ürünleri oluşabilmektedir. Vücudun, kendisini serbest oksijen türlerine karşı korumak üzere; antioksidan enzimler ve düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidan bileşenlere dayalı bir savunma sistemi vardır. Ancak bu savunma sistemi bütün bu hasarlardan tam olarak korunmak için yeterli gelememekte ve dolayısıyla insan vücudunun bu oksidatif hasardan korunmasında antioksidan içeren gıda alımları yardımcı olabilmektedir (Lin ve Yen, 1999a; Virtanen ve diğ., 2006).

2.6.2. Antioksidatif Mekanizma

Antioksidanlar, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize eder ve elektron verdikleri halde kendileri serbest radikallere dönüşmezler, çünkü antioksidanlar her iki formda da kararlıdır (Kaur ve Kapoor, 2001). Antioksidanlar gıda endüstrisinde oksidasyon prosesini geciktirmek için kullanılmaktadır (Brand-Williams ve diğ., 1995). Antioksidanlar bir yere lokalize olmuş oksijen konsantrasyonunu azaltır, başlangıç radikallerini gidererek zincir reaksiyonların başlamasını önler, radikal oluşumunu önlemek için metal iyonları gibi katalistleri bağlar, peroksitleri bozar ve böylece yeniden radikale dönüşümünü engeller ve zincir kırarlar (Shahidi ve diğ., 1992). Bir diğer açıdan; zincirleme reaksiyon teorisine göre enerji Emilimi ile aktive edilen madde (lipit molekülü) oksijenle birleşerek okside olmakta ve bu şekilde meydana gelen aktiflenmiş peroksit molekülleri enerjilerini maddenin okside olabilen başka moleküllerine aktarmakta ve otooksidasyon devam etmektedir. Antioksidanların kullanımı ile aktivasyon enerjisini antioksidan molekülü kullanmakta, bu enerjiyi başka moleküllere aktaramamaktadır. Antioksidan molekülünün araya girmesi ile oksidasyon yavaşlamış kısmen durdurulmuş olmaktadır (Şengün, 2001).

Antioksidanlar, lipit oksidasyonu boyunca metal iyonlarını bağlayarak, radikalleri gidererek ve peroksitleri bozarak değişik şekillerde hareket ederek oksidasyonu durdurmakta veya önlemektedirler (Aruoma, 1998).

Antioksidanlar çalışma mekanizmalarına göre dört grupta toplanabilir:

1. zincir kırıcılar (veya serbest radikal inhibitörleri),
 2. singlet oksijen gidericiler,
 3. metal inaktive ediciler (antioksidanların lipit oksidasyonunu katalizleyen bakır ve demir gibi metal iyonlarını bağlayan şelat yapıcılar),
 4. oksidatif enzimleri inhibe ediciler,
- (Yen ve Duh, 1994; Frankel ve Meyer, 2000; Kaur ve Kapoor, 2001).

2.6.3 Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri

Oksidatif stres ile hastalıklar arasındaki yakın ilişki nedeniyle oksidatif stresin kontrol altına alınması; hastalıkların ilerlemesinin yavaşlatılması veya komplikasyonlarının önlenmesindeki en önemli aşamalardan biri olarak görülmektedir. Bu bağlamda, oksidatif stresin kontrol altına alınabilmesi için doğal kaynaklardan çeşitli sayıdaki antioksidanlar izole edilmekte ve tanımlanmaktadır. C vitamini, polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler gibi oldukça iyi bilinen doğal antioksidanların yanı sıra, antioksidatif özellikleriyle peptitler de son zamanlardaki araştırmaların odak noktası olmuştur (Sarmadi ve İsmail, 2010).

Antioksidan aktivite yaşamımız için önemli olan temel bir özelliktir ve birçok biyolojik fonksiyon kaynağını bu özellikten almaktadır. Doğal antioksidanların pek çoğu antibakteriyel, antiviral, antialerjik, antitrombotik ve iltihap sökücü gibi çeşitli biyolojik yararlar sergilemektedirler (Cook ve Samman, 1996).

Yapılan bir çalışmada soya sütü kefir, önemli antimutajenik ve antioksidan aktivite özellikleri sergilemesinden dolayı mutajenik ve oksidatif hasarları önleyici rolleri olan bir gıda ürünü olarak önerilmiştir (Liu ve diğ., 2005a).

Tüm kanserlerin %80-90'ının potansiyel olarak kontrol edilebilir nedenlerden oluştuğu ve %30-35'inin doğrudan diyetle ilgili olduğu düşünülmektedir. Bulunduğumuz ortam ve diyet ile vücuda karsinojenik maddeler alınmaktadır. Kanser oluşturunca diyetetik ve çevresel faktörler, aktif oksijen ve süperoksit olarak adlandırılan radikalleri üretme kapasitesindedir. Bunların etkilerini ortadan kaldırmak için antioksidanlar üzerinde çok durulmaktadır. İnsan ölüm nedenlerinden biri de kardiyovasküler hastalıklardır. Koroner kalp hastalıklarının yüksek kolesterol, yüksek

tansiyon ve sigara gibi klasik risk faktörleri vardır. Krizlerde en önemli rol arterosklerozdan kaynaklanmaktadır. Eğer serbest radikaller arterosklerozu başlatıyorsa veya bunun patolojisine etki ediyorsa, antioksidan alımı, özellikle de yağda çözünen ve zincir kırıcı antioksidanların alımı yararlı olabilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında oluşan radikallerin zararına karşı doğal antioksidanlar koroner kalp hastalıklarında koruyucu etki göstermektedirler (Velioğlu, 2000).

İnsan bağışıklık sisteminin iyi çalışması antioksidan olarak etki edebilecek mikro besin öğelerinin vücuda alımına bağlıdır. Yağda çözünürlük ve antioksidan özellikleri dolayısıyla E vitamini bağışıklık sisteminin düzeninde önemli bir bileşendir (Velioğlu, 2000). Bilim adamları E vitamini ve β -karoten gibi antioksidanların hastalarda bağışıklık sistemi düzensizliklerinin başlangıç aşamalarını, enfeksiyon ve klinik semptomların görülmesi arasındaki süreyi uzatarak geciktirdiklerini belirtmişlerdir. HIV bulaşmasında ve AIDS görülmesinde antioksidanlar ilaçların toksisitesini azaltmakta ve HIV virüsünün ilaca karşı direncinin azalmasına yardımcı olmaktadır (Kaur ve Kapoor, 2001).

2.6.4 Antioksidan Aktivite Tayin Metotları

Antioksidanlar pek çok farklı mekanizma ile aktivite göstermektedirler. Her antioksidanın etki mekanizması farklıdır ve böylece analiz mekanizması da farklı olmaktadır. Dolayısıyla antioksidan aktiviteyi tespit ve değerlendirmek için çok çeşitli metotlar geliştirilmiştir (Aruoma, 1998; Frankel ve Meyer, 2000).

Gıdalarda ve biyolojik sistemlerde standart koşullarda lipit veya lipoprotein substratlarının oksidasyonundan yola çıkarak antioksidan testleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde oksidasyonun ne kadarının önleendiği saptanarak antioksidan aktivite tayin edilmektedir (Frankel ve Meyer, 2000). Kimyasal reaksiyonlara dayanarak antioksidan kapasiteyi ölçme analizleri iki grupta sınıflandırılmıştır; hidrojen atomu transferine dayalı metotlar (HAT) ve elektron transferine dayalı metotlar (ET) (Huang ve diğ., 2005). HAT esaslı analizlerden bazıları oksijen radikali emme kapasitesi (ORAC), toplam radikal bağlama antioksidan parametresi (TRAP) ve β -karoten ağartma analizleridir. Diğer yandan, Trolox eşdeğerli antioksidan kapasitesi (TEAC), Ferrik iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikali bağlama kapasitesi (DPPH) analizleri peptitlerin antioksidan kapasitesini ölçmede sıklıkla kullanılan ET temelli analizlere örnek olarak gösterilebilmektedir. Adı geçen analizlere ilave olarak, reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türlerini ölçebilen diğer başka metotlar da bulunmaktadır. Bunlar; süperoksit, hidrojen peroksit, hidroksil, tekli oksijen ve peroksinitrit bağlama analizleridir (Sarmadi ve İsmail, 2010).

Okside olmuş bir organik bileşikte bulunan oksijen perokside dönüşmektedir. Oluşan peroksidi saptamak için genelde geleneksel metot olarak peroksit değeri veya PV (örneğin kilogramında bulunan peroksidin miliequvalan değeri) saptanmaktadır. Peroksit değeri spektroskopik, polarografik veya kromatografik metotlarla da doğrudan ölçülebilmektedir. Spektroskopik ve kolorimetrik yöntemler kuvvetli absorban maddelerinin oluşumuna dayanmaktadır (Larson, 1997).

Bazı antioksidan aktivite tayin metotları kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

DPPH radikalini indirgeme; DPPH[•] radikali (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), proton serbest radikal içeren bir bileşiktir ve antioksidanların aktivitesi ile ilgili çalışmalarda kullanılan önemli bir sentetik radikaldir. Bu radikal antioksidan (AH) tarafından indirgenen oksidasyon radikali olarak görev yapar.



DPPH[•] radikali 517 nm'de karakteristik bir emilim gösterir. Proton radikal gidericiler ile karşılaştığında sahip olduğu mor rengi açılır ve bu radikalin azalması 517 nm'de absorbandsın düşmesiyle gözlenmektedir (Brand-Williams ve diğ., 1995; Yamaguchi, 1998).

Şelat yapma; Metal iyonları çok az miktarda hidroperoksit varlığında gıdalarda ve biyolojik sistemlerde lipit oksidasyonunu başlatmaktadır. Cu ve Fe gibi geçiş metalleri üç veya daha fazla çift bağ içeren çoklu doymamış lipitlerde önemli olan hidroperoksitlerin bozulmasını katalizler. Metal şelatlayıcıları geçiş metalleriyle kompleks yaparak önleyici antioksidan olarak görev yaparlar. Böylece metallerin katalizlediği başlangıç reaksiyonlarını ve lipit hidroperoksitlerinin bozulmasını önlemiş olurlar (Frankel ve Meyer, 2000).

Süperoksit anyon gidericiler; Süperoksit radikal anyonu ($O_2^{\cdot -}$) lipit oksidasyonunu tek başına başlatamasa da bu yöntem antioksidan aktivite tayininde kullanılmaktadır. Metal iyonları varlığında Fenton reaksiyonu sonucu aşırı reaktif hidroksil radikali, $^{\cdot}OH$, oluşabilmektedir. Aşırı reaktif olan bu anyonu giderme aktivitesi antioksidan aktivite için önemli bir parametredir. Ancak lipit oksidasyonunu önlemek için $O_2^{\cdot -}$ gidermek tek başına yeterli değildir (Constantino ve diğ., 1992; Meyer ve diğ., 1994).

ORAC yöntemi; Oksijen radikali emme kapasitesi (ORAC) yönteminde hidroksil veya peroksil radikaline karşı antioksidanların sağladığı koruma yetenekleri ölçülmektedir. Bu yöntemde farklı serbest radikal üreticileri veya oksidanlar kullanılabilir. Peroksil radikali, en sık kullanılan ve vücutta yaygın olarak bulunan bir radikaldir. Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı, serbest radikallerin antioksidanlar tarafından hem inhibisyon süresi hem de inhibisyon derecesi saptanabilmektedir. Diğer yöntemler, belli bir inhibisyon derecesindeki inhibisyon süresini veya belli bir inhibisyon süresindeki inhibisyon derecesini vermektedir (Wang ve diğ., 1996; Kaur ve Kapoor, 2001).

FRAP yöntemi; Antioksidanların ferrik indirgeme gücü (FRAP) yöntemi, antioksidanın düşük pH'da ferrik tripyridyl triazine kompleksini (Fe^{+3} -TPTZ) ferro kompleksine (Fe^{+2} -TPTZ) indirgeme kabiliyetine bakılmaktadır. Oluşan mavi renk spektrofotometrik olarak 593 nm'de ölçülmektedir. Absorbans ile antioksidanların toplam indirgeme gücü arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı, hesaplanan indirgeme kapasitesinin doğrudan antioksidan aktiviteyi yansıtmamasıdır. Eğer substrat okside olabilecek bir bileşen içermiyorsa antioksidanın koruyucu özelliği ile ilgili bilgi sağlanamamaktadır (Frankel ve Meyer 2000).

TEAC yönteminde; H_2O_2 varlığında metmiyoglobinin peroksidaz aktivitesi sonucu oluşan 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat) (ABTS^{•+}) radikali spektrofotometrik olarak 734 nm'de saptanabilmektedir. ABTS^{•+} oluşmadan ortama ilave edilen antioksidan hidrojen peroksidin radikal oluşturmasını engellemekte ve antioksidan aktivite saptanmaktadır. TEAC değeri Trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkromon-2-karboksilik asit) eşdeğeri cinsinden verilmektedir (Miller ve diğ., 1995).

2.7. Süt ve Fermente Süt Ürünlerinde Antioksidan Aktivite

Süt tüm ana besin unsurlarını ve organizmanın metabolik işlevleri için gerekli vitamin, enzim ve eser elementleri içeren bir besin maddesi olup antioksidan ve/veya prooksidan etkiler gösteren bir çok faktörü yapısında bulunduran kompleks bir matristir. Birçok süt bileşeni çeşitli metotlarla ölçülebilen antioksidan kapasiteye sahiptir ve bu özelliklerinden dolayı sağlığa yararları söz konusudur (Zulueta ve diğ., 2009; Fuquay ve diğ., 2011; Ögünç ve Yalçın, 2011).

Antioksidanlar birçok mekanizma ile aktivite göstermektedirler. Çizelge 2.6.'da özetlendiği üzere içerdiği birçok değerli makro ve mikro bileşenlerin yanı sıra süt birçok antioksidan faktörler içermektedir (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000).

Çizelge 2.6. Süt ve ürünlerinde antioksidan aktiviteye sahip bazı bileşenler.

Enzimatik Olmayan Antioksidan Bileşenler	Referans
Süt proteini, kazein	Cervato ve diğ.,1999; Rival ve diğ., 2001; Virtanen ve diğ., 2006; Zulueta ve diğ., 2009.
Peynir altı suyu proteinleri; (α -laktalbümin, β -laktoglobülin, laktoferrin)	Shinmoto ve diğ., 1992; Chen ve diğ., 2003; Yalçın ve Türkoğlu, 2010; Ögünç ve Yalçın, 2011; Sadat ve diğ., 2011.
Peptit ve aminoasitler	Taylor ve Richardson,1980; Suetsuna ve diğ., 2000; Kudoh ve diğ., 2001; Diaz ve Decker, 2004; Hernandez ve diğ., 2005; Mann ve diğ., 2009; Pritchard ve diğ., 2010; Sadat ve diğ., 2011.
C vitamini	Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000; Zulueta ve diğ., 2009.
E vitamini (tokoferoller, tokotrienoller)	
Karotenoidler	
Ürik asit	Chen ve diğ., 2003.
Konjuge linoleik asit	Ha ve diğ., 1990.
Bakteriler (laktik asit bakterileri)	Kaizu ve diğ.,1993; Lin ve Yen, 1999a,b; Annuk ve diğ., 2003; Wang ve diğ., 2006; Virtanen ve diğ., 2006; Ou ve diğ., 2006.
Enzimatik Antioksidan Bileşenler	Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000; Jimenez ve diğ., 2008.
Katalaz	
Süperoksit dismutaz (SOD)	
Glutasyon peroksidaz (GSH-Px)	

Sütte, farklı enzimler radikal oluşumunu engelleyebilir ya da radikalleri ve hidrojen peroksit ile diğer peroksitleri uzaklaştırabilirler. Diğer bazı enzimler, enzimatik olmayan antioksidanların sentezi ya da yenilenmesi reaksiyonlarını katalizlerler. Antioksidatif enzimlerden süperoksit dismutaz (SOD) ve katalazın sütteki varlığı birçok kereler kanıtlanmıştır. Sütteki antioksidan fonksiyonlara sahip diğer enzim ailesi ise selenyum içerikli glutasyon peroksidaz (GSH-Px) ailesidir. Bunlar glutasyon veya diğer indirgeyici substratlar yardımıyla çeşitli peroksidazların indirgenmesini katalize ederler. Sütteki enzimatik olmayan bazı antioksidan bileşenler ise; süt proteinleri olan kazein ve peynir altı suyu proteinleri (α - laktalbümin, β -laktoglobülin ve laktoferrin gibi), bunların parçalanmasıyla oluşan peptitler ve aminoasitler, askorbik asit (C vitamini), E vitamini (tokoferoller ve tokotrienoller), karotenoidler, konjuge linoleik asit ve ürik asittir. Sütteki laktik asit bakterileri de çok çeşitli mekanizmalarla antioksidan aktivite sergilemektedirler (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000; Pihlanto ve diğ., 2000; Virtanen ve diğ., 2006; Jimenez ve diğ., 2008).

Enzimatik olmayan antioksidanlardan E vitamini ve karotenoidler lipit fazda radikal giderici etki gösterirken askorbik asit (C vitamini) sulu fazda etkinlik göstermektedir. Flavonoidler gibi diğer bazıları ise hem sulu hem de lipit fazda aktivite göstermektedirler (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000).

Sütün içerdiği antioksidanlar ile ilgili araştırma ve yayınların sayısı günden güne artmaktadır. Son yıllarda giderek artan sayıda araştırmada sütün tedavi edici etkilerinin olduğu ve bu etkinin süt proteinlerinden kaynaklandığı gösterilmiştir (Yalçın ve Türkoğlu, 2010; Ögünç ve Yalçın, 2011).

Süt proteinleri kazeinler ve süt serumu proteinlerinden oluşmaktadır. Kazeinler inek sütünde makromoleküler kümeler şeklinde bulunurlar ve major kazein fraksiyonları (α , β , κ) fosfat içeriklerine göre birbirinden ayrılmaktadırlar. Bu fosfat içeriği kazein moleküllerine antioksidan aktivite kazandırmaktadır. Kazeinler oldukça belirgin antioksidan kapasiteye sahiptirler. Bu kapasite bunların hidrofobik yapılarından, içerdikleri peptitler ile spesifik aminoasit dizilimlerinden ve potansiyel antioksidan yan zincirlerinin lipit ara yüzeyindeki konumlarından ileri gelmektedir (Rival ve diğ., 2001; Fuquay ve diğ., 2011).

Protein bileşenlerinden elde edilen birçok peptidin antioksidan kapasiteye sahip olduğu bilinmektedir. Süt, proteinlerin yanı sıra çok sayıda biyoaktif peptit içermektedir. Süt proteinlerinin enzimatik hidroliziyle oluşan peptitler çok çeşitli fonksiyonel aktivite sergileyebilmektedir. Antioksidan peptitler 5 ile 16 arasında aminoasit içermektedir. Sütteki biyoaktif peptitler ana protein dizilimi içerisindeyken inaktiftirler ve enzimatik proteoliz, bağırsak sindirimi ya da işleme yöntemleri ile serbest ve aktif hale geçebilmektedirler. Düşük molekül ağırlıkları, düşük maliyetleri, yüksek aktiviteleri ve kolay emilimleri ile gıda kaynaklı antioksidatif peptitler güvenilir ve sağlıklı bileşenler olarak kabul edilmektedirler. Enzimatik antioksidanlar ile karşılaştırıldıklarında bazı avantajlara sahiptirler; mesela; nispeten daha basit yapıda olmaları nedeni ile farklı koşullarda daha stabildirler ve tehlikeli olmayan immuno reaksiyonlar gösterirler (Hernandez ve diğ.; 2005; Liu ve diğ. 2005b; Sarmadi ve İsmail, 2010).

Çizelge 2.7.'de süt proteinlerinde bulunan bazı antioksidatif peptitler ile bunların dizilimleri ve antioksidan özellikleri özetlenmiştir.

Peptitlerin antioksidan aktivitelerinin temelini oluşturan ana mekanizma henüz tam olarak anlaşılamamış olsa da yapılan çalışmalar göstermiştir ki; peptitler birer lipit peroksidasyonu önleyicisi, serbest radikal bağlayıcısı ve geçiş metal iyonları şelatlayıcısıdır (Rajapakse ve diğ., 2005; Moure ve diğ., 2006; Qian ve diğ., 2008). Peptitlerin antioksidatif özellikleri daha çok bunların kompozisyonları, yapıları ve hidrofobiklikleriyle ilgilidir. Tirozin, triptofan, metiyonin, lizin, sistein ve histidin antioksidan aktiviteyi sağlayan başlıca aminoasitlere örnek olarak gösterilebilmektedir. Aromatik parçacıklı aminoasitler elektron eksikliği olan radikallere proton verebilmektedirler. Bu özelliği aminoasit parçacıklarının radikal bağlama yeteneklerini geliştirmektedir. Histidin içeren peptitlerin hidrojen bağışlama, lipit peroksil radikalini yakalama ve/veya imidazol grubunun metal iyonu şelatlama yetenekleri ile bağıntılı olduğu ileri sürülmektedir. Diğer yandan sisteindeki -SH grubu radikaller ile direkt interaksyondan ötürü önemli bir antioksidan etkiye sahiptir. Uygun aminoasit varlığına ek olarak, aminoasitlerin peptit dizilimindeki sıralanış ve pozisyonları peptitlerin antioksidan aktivitelerinde önemli rol oynamaktadır (Rajapakse ve diğ., 2005; Wang ve De Meija, 2006; Qian ve diğ., 2008).

Zorunlu yağ asitlerinin enzimatik veya enzimatik olmayan peroksidasyonunu önleyen antioksidan özellikler süt proteinlerinden elde edilen peptitlerde tespit edilmiştir. Bu peptitlerin çoğunun α -kazein dizilimiyle şifrelendiği belirtilmiştir. His-His dipeptidinin N terminaline lösin ya da prolin eklenmesinin antioksidan aktiviteyi artırdığı ve BHT, BHA gibi peptit olmayan antioksidanlarla sinerji oluşturduğu belirtilmiştir (Karakaya, 2011).

Birçok yazar çalışmalarında özellikle kazein ve β -laktoglobülin gibi süt proteinlerinden proteolitik enzimler ile elde edilen peptitlerin antioksidan aktivite gösterdiklerini kanıtlamışlardır. Kazeinler kalsiyum, demir ve çinko ile kompleks oluşturabilen fosforlanmış serin paçacıkları içeren (SerP-SerP-Glu-Glu) spesifik dizilimindeki polar bir kısma sahiptir. Bu fosforlanmış özelliği ile kazeinler ferrik iyonunu bağlayarak ferro demir oksidasyonunu hızlandırabilmektedirler (Pihlanto, 2006; Jimenez ve diğ., 2008). Kazein alt birimlerinin (α -casein, β -casein ve κ -casein) antioksidan özellikleri lipozomal modelde incelenmiş ve tüm alt birimlerin multilameler lipozomların arasına yerleştirilmiş ve Fe ile indüklenmiş olan araşidonik asit peroksidasyonunu inhibe edebildiği gözlenmiştir. Alt birimler arasında en büyük etkiyi en yüksek fosfor içeriğine sahip α -kazein göstermiştir. Bununla birlikte kazein hidrolizatlarının eşit fosfor içeriğine sahip zenginleştirilmiş

kazeinofosfopeptitlerden (caseinophosphopeptides) daha etkili bir lipit oksidasyonu önleyicisi oldukları saptanmıştır. Görülmektedir ki kazeinlerin antioksidan özellikleri yalnızca fosfor içeriği nedeniyle metal şelatlama yetenekleri ile sınırlı olmayıp ayrıca serbest radikal bağlama yeteneklerinden de ileri gelmektedir. Dolayısıyla kazeinlerin lipit peroksidasyonunu inhibe etme mekanizması demir otooksidasyonu (demir bağlama özelliklerinden dolayı) ile süperoksit ve hidroksil gibi oksijen radikali oluşumlarını engelleyebilme yeteneği olarak özetlenmiştir (Cervato ve diğ., 1999; Pihlanto, 2006).

Lipoksigenazlar doymamış yağ asitlerinin (linoleik asit) oksijen varlığında hidroperoksitlere peroksidasyonunu katalizleyen demir içerikli enzimlerdir. Rival ve diğ. (2001)'nin yürüttüğü bir çalışmada kazein ve kazein peptitlerinin linoleik asidin enzimatik (lipoksigenaz katalizli) ve enzimatik olmayan (hemoglobin katalizli) lipit oksidasyonunu engellediği görülmüştür. Bunlar oksidasyon esnasında serbest radikal ara ürünlerinin öncelikli tercih ettikleri hedef haline gelmiş ve böylece oksidasyonu inhibe edebilmişlerdir. Çalışmada aminoasit dizilimi ile antioksidan aktivite arasında bir ilişki olduğu da belirtilmiştir.

Benzer şekilde Laakso (1984)'da çalışmasında kazeinin lipoksigenazın katalizlediği lipit otooksidasyonunu önlediğini kanıtlamış ve belirtmiştir ki; kazeinlerin serbest radikal indirgeme aktiviteleri bunların kendi zincirlerindeki aminoasit birimlerinin oksidasyonu ile mümkündür. Burada belirleyici etken öncelikle kazeinin kendi yapısı (aminoasit dizilimi) olduğu için antioksidan aktivite diğer serbest aminoasitler ile sağlanamamaktadır.

Çizelge 2.7. Süt proteinlerinden elde edilen antioksidatif peptitler (Pihlanto, 2006).

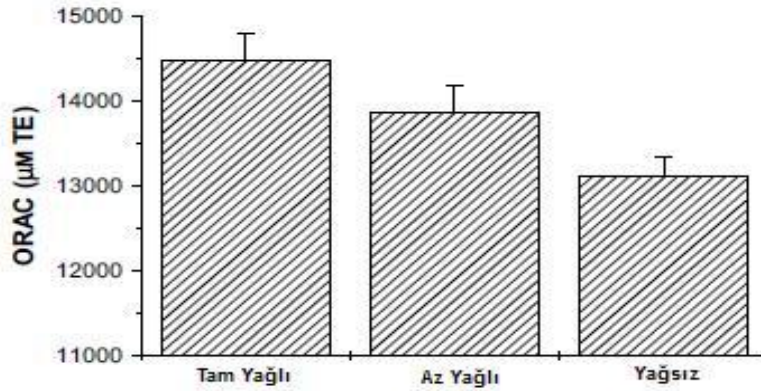
Protein kaynağı	İşlem	Peptit	Fragman	Antioksidan aktivite	Referans
Kazein (cn)	Pepsin	Tyr-Phe-Tyr-Pro-Glu-Leu	α_{s1} -cn f (144-149)	Süperoksit anyonu, Hidroksil radikali, DPPH radikalini indirgeme aktivitesi	Suetsuna ve diğ., 2000
	Tripsin	Val-Lys-Glu-Ala-Met-Ala-Pro-Lys	β -cn f (98-105)	Enzimatik ve enzimatik olmayan lipit peroksidasyonunun engellenmesi	Rival ve diğ., 2001
		Ala-Val-Pro-Tyr-Pro-Gln-Arg Lys-Val-Leu-Pro-Val-Pro-Glu-Lys Val-Leu-Pro-Val-Pro-Glu-Lys	β -cn f (177-183) β -cn f (169-176) β -cn f (170-176)	DPPH radikalini indirgeme aktivitesi	
		Caseinophosphopeptides	-	TBARS oluşumunun engellenmesi Serbest radikali indirgeme aktivitesi	Diaz ve Decker, 2004 Kitts ve Weiler., 2003
Süt	<i>Lact. delbrueckii</i> <i>ssp. bulgaricus</i> ile fermentasyon	Ala-Arg-His-Pro-His-Pro-His-Leu- Ser-Phe-Met	κ -cn f (96-106)	DPPH radikalini indirgeme aktivitesi	Kudoh ve diğ., 2001
β –Laktoglobulin (β -lg)	Corolase PP	Trp-Tyr-Ser-Leu-Ala-Met-Ala-Ala- Ser-Asp-Ile Met-His-Ile-Arg-Leu Tyr-Val-Glu-Glu-Leu	β -lg f (19-29) β -lg f (145-149) β -lg f (42-46)	Radikal indirgeme aktivitesi (ORAC)	Hernandez ve diğ., 2005

Süt bileşenlerinin antioksidatif kapasitelerine ışık tutan yakın zamanlı bir araştırmada tam yağlı inek sütü, peynir altı suyu ve proteini alınmış süt ile çalışılmıştır. Oksijen radikali emme kapasitesi (ORAC) metodunun kullanıldığı çalışmada üç süt çeşidinin antioksidan kapasitesi arasında belirgin bir fark gözlenmiştir (Çizelge 2.8.). Toplam antioksidan kapasiteyi kazandıran ana bileşenin tam yağlı inek sütünde kazein, kazeinin çöktürülerek alındığı peynir altı suyunda albümin ve proteini uzaklaştırılmış sütte ise C vitamini ve ürik asit gibi suda çözünen antioksidan bileşenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tam yağlı sütün, yağı azaltılmış ve yağı tamamen alınmış süttten belirgin olarak daha yüksek aktiviteye sahip olduğu; bunun da yağda çözünen antioksidan bileşenlerden (A ve E vitaminleri, β -karoten) kaynaklandığı rapor edilmiştir (Şekil 2.3.) (Zulueta ve diğ., 2009).

Çizelge 2.8. Farklı işlenmiş sütlerdeki ortalama ORAC değerleri (Zulueta ve diğ., 2009).

Süt çeşitleri	İşlenmiş süt	
	UHT	Pastörize
Süt	13 177	13 935
Peynir altı suyu	489	1078
Proteini alınmış süt	68	425

Veriler μM Trolox eşdeğeri cinsindendir.



Şekil 2.3. Aynı çiğ süttten üretilmiş farklı yağ içeriğindeki süt örneklerinin ortalama ORAC değerleri (μM Trolox eşdeğeri cinsinden) (Zulueta ve diğ., 2009)

Suetsuna ve diğ. (2000), α_{s1} -kazeinden izole edilen antioksidatif peptidin süperoksit anyonu serbest radikalini indirgeme aktivitesini incelemiş ve antioksidan aktiviteyi belli aminoasit dizilimlerinin sağladığını belirtmiştir. Belirgin antioksidatif özellikteki peptidin ana aminoasit diziliminin Tyr-Phe-Tyr-Pro-Glu-Leu şeklinde olduğunu, özellikle Glu-Leu dizisinin aktivite için önemli olduğunu vurgulamıştır.

Peynir altı suyu olarak da anılan süt serumu; α -laktalbümin, β -laktoglobülin, serum albümin ve immunoglobülinlerden oluşan bir protein karışımıdır. Ögünç ve Yalçın (2011) çalışmalarında in vitro koşullardaki bulgularına göre çiğ süt serumu proteinlerinin antioksidan etkisinin büyük ölçüde yapılarındaki -SH gruplarına bağlı olduğu ve proteinlerin ısıtılması ile reaktif sülfidril (SH) gruplarının ve biyoaktif peptitlerin ortaya çıkarak antioksidan etkiyi güçlendirdiği kanısına varmışlardır. Yazarlar ayrıca -SH miktarı daha yüksek olan peynir altı süt tozunun çiğ süt serumundan daha güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Hidrolize ve işlem görmemiş süt serumu ile yapılan çalışmalarda lipit peroksidasyonunun inhibisyonu amino asit kompozisyonu ve aktif fraksiyonlardaki değişen moleküler kütleyle ilişkilendirilmiştir. Pena-Ramos ve diğ. (2004)'nin yaptığı bir çalışmada ilgili aktivite süt serumundaki hakim histidin ve bazı hidrofobik aminoasitlerin varlığına bağlanmıştır.

Süt serumu proteinlerinin hastalık tedavisini destekleyen etkileri, organizmadaki antioksidan kapasiteyi bir yolla arttırmasıyla açıklanmaya çalışılmıştır. En çok üzerinde durulan hipotez; süt serumu proteinlerinin organizmada glutatyon (GSH) düzeyini arttırarak antioksidan etki gösterdiği varsayımdır (Flagg ve diğ., 1994; Bounous, 2000). Aynı hipotez kapsamındaki in vitro çalışmalarda ise süt serumu proteinlerinin çeşitli yağ emülsiyonlarında lipit peroksidasyonunu geriletliği gösterilmiştir (Ramos ve Xiong, 2001; Ramos ve Xiong 2003).

Galleher ve diğ. (2005)'in belirttiğine göre; süt serumu proteinleri yapılarındaki sülfidril grubu faaliyetleri ile serbest radikalleri inhibe edebilmişlerdir. Bunların yeterli ısı işlemi serbest radikal bağlayıcı, dolayısıyla antioksidan aktivite özellik gösteren reaktif sülfidril gruplarının oluşmasını sağlamıştır. Buradan belli bir dereceye kadar olan ısı işlemin aktiviteyi artırdığı görülmüştür.

Calligaris ve diğ. (2004)'in süt ile gerçekleştirdiği bir diğer çalışmada ise kısa süreli ısı uygulamaların genel olarak sütteki toplam antioksidan aktiviteyi azaltabileceği ancak şiddetli ısı işlem uygulamalarında Maillard reaksiyonları sonucunda kahve renkli melanoidlerin oluşumuyla birlikte antioksidan aktivitenin bir miktar artabileceği belirtilmiştir.

Yalçın ve Türkoğlu (2010), peynir altı suyu tozundaki süt serumu proteinlerini jel kromatografisiyle iki ayrı fraksiyona ayırmış ve bakır indirgeme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivite ölçümü yapmıştır. Elde edilen fraksiyonlardan majör süt serumu proteinlerini içeren birinci fraksiyon, küçük molekül ağırlıklı peptitleri içeren diğer fraksiyona göre daha yüksek bir antioksidan aktivite sergilemiştir.

Chen ve diğ. (2003) inek sütünün, peynir altı suyunun ve bundan elde edilmiş düşük molekül ağırlıklı fraksiyonların toplam antioksidan aktivitesini (TAC), ABTS ve FRAP metotları ile incelemiş ve her üç üründe de belirgin bir toplam antioksidan aktivite tespit etmiştir. TAC değeri en yüksek sütte, daha sonra peynir altı suyunda, son olarak da bunun düşük molekül ağırlıklı fraksiyonlarında ölçülmüştür.

α -laktalbümin, β -laktoglobülinde sonra süt serumunda en çok bulunan ikinci ana proteindir. Bu proteinin termolitik (70 °C) hidrolizi sonucu elde edilen bazı peptitler ile yapılan bir çalışmada, doğal antioksidatif peptitlerce zengin bir kaynak olduğu ortaya çıkarılmıştır. Hem α -laktalbümin hem de bu proteinden izole edilen peptitler, bir E vitamini analogu olan Trolox ile karşılaştırılabilir düzeyde antioksidan aktivite göstermişlerdir. Fragmanlar arasında en az bir adet triptofan (Trp) veya tirozin (Tyr) içerdiği tespit edilen beş adet peptidin en yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Özellikle ¹⁰¹ Ile-Asn-Trp-Trp¹⁰⁴ ve ¹¹⁵ Leu-Asp-Gln-Trp¹¹⁸ kodlu iki tetrapeptidin ABTS⁺ radikaline karşı kayda değer bir indirgeme sergilemesi şu nedenlere bağlanmıştır; a) kısa zincirli olmaları, b) karboksi-terminal ucunda Trp aromatik aminoasit varlığı, c) yapısında Try-Trp ve Leu-Asp gibi kısa spesifik zincirlerin bulunması (Sadat ve diğ., 2011).

Laktoferrin süt serumunda bulunan demir bağlayıcı bir glikoproteindir. Laktoferrin α -laktalbümin ve β -laktoglobüline göre sütte daha az miktarlarda bulunmaktadır. Demirin laktoferrin ile bağlanması, hidrojen peroksitin Fenton reaksiyonu ile hidroksil radikaline dönüşmesini yavaşlatabilmektedir (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000; Zulueta ve diğ., 2009). Bazı model denemelerde laktoferrinin askorbik asit ve triptofanın oksidasyonunu engellemesi gibi antioksidan özellikleri rapor edilmiştir (Shinmoto ve diğ., 1992; Bihel & Birlouez-Aragon, 1998; Stejins & van Hooijdonk, 2000).

α -Tokoferol yağda çözünen ve radikal giderici etkisi olan önemli bir antioksidandır (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000). Tam yağlı ve yağı azaltılmış çeşitli tipteki sütler ile yapılan bir çalışmada, depolama sonrasında sütler arasında en yüksek peroksit değerlerini yağı azaltılmış tipteki sütün sergilediği belirtilmiştir. Bunun nedeni; daha az miktarda doymamış yağ asidi içeriğine rağmen bu sütteki α -tokoferol miktarının diğerlerinden daha düşük olması ve böylece oksidasyonu yeterince engelleyememiş olması şeklinde önerilmiştir (Smet ve diğ., 2008).

Birtakım çalışmalarda süt ve peynir altı suyunun düşük molekül ağırlıklı fraksiyonlarında üreatin ferrik indirgeyici majör antioksidan bileşen olduğu ve süt sistemlerinde çeşitli antioksidatif fonksiyonlar sergilediği orta konmuştur (Østdal ve diğ., 2000; Chen ve diğ., 2003).

Sütün işlem görmesi ve depolanması lipid oksidasyonunun seyrinde önemli etkiler yaratmaktadır. Fermantasyon boyunca sütün yapısındaki çeşitli bileşenlerinde bazı değişimler meydana gelmektedir. Fermente süt ürünü ile fermente edilmemiş süt arasında bileşen kompozisyonunda çok büyük farklar olmamasına rağmen bu değişimler besinsel değeri ve biyolojik yararlılığı etkilemektedir (Fuquay ve diğ., 2011).

Bakteriyel hücrelerin, hücrelerden serbest kalan metabolik bileşenlerin ya da hidrolize süt bileşenlerinin fermente sütün antioksidan aktivitesinde artışa neden olduğu bilinmektedir (Virtanen ve diğ., 2006). Bir çok çalışmada laktik asit bakterilerinin antioksidatif potansiyelleri ortaya konmuştur (Kaizu ve diğ., 1993; Annuk ve diğ., 2003; Wang ve diğ., 2006). Laktik asit bakterileri süperoksit anyonunu ve hidrojen peroksidi indirgeme özelliğine sahiptirler (Miller ve Britigan, 1997; Kullisaar ve diğ., 2002). Laktik asit bakterisi suşları çok değişik yollarla antioksidatif aktivite gösterirler ve bu özelliklerinin ardında yalnızca bir mekanizmayı ya da bileşeni ayırarak tanımlamak oldukça zordur. Laktik asit bakterilerinin hidroksil radikalini indirgeyici bazı bileşenler ürettiği düşünülmektedir. Bunlar; bakteri tarafından üretilen metabolik bileşenler yada peptit ve aminoasit gibi süt proteinlerinin parçalanma ürünleri olabilmektedir (Virtanen ve diğ., 2006).

Virtanen ve diğ., (2006) süt serumunun 25 farklı laktik asit bakterilerinin suşları ile fermentasyonu sırasındaki antioksidan aktivite gelişimini incelemiştir. Çalışmada belirlenen antioksidatif aktivite kullanılan bakteri suşlarına özgü olup, genel olarak fermentasyon ile artış göstermiştir. Kullanılan tüm laktik asit bakteri suşları radikal (ABTS) indirgeme aktivitesi sergilemiştir. Bunlardan *Lactobacilli* ve *Leuconostoc* genel olarak *Lactococci* suşlarından daha yüksek aktivite göstermiştir. Yüksek indirgeme aktivitesi gösteren fermentatların genelde 4-20 kDa moleküler boyuttaki peptitlerce zengin olduğu dikkat çekmiştir. Ayrıca tüm aktif suşların triptofan içerdiği, oldukça yüksek antioksidan potansiyelindeki *Lactobacillus jensenii*'nin yüksek oranda hidrofobik aminoasitler; valin, lösin, fenilalanin ve triptofan içerdiği belirtilmiştir. Çalışmada radikal indirgeme aktivitesi fermente ürünün yüksek proteolitik durumundan ziyade bakteri suşlarındaki belli proteolitik enzimlerin varlığına bağlanmıştır. Antioksidan aktivitedeki artışın yalnızca fermentasyon süresi ile ilgili olmadığı görülmüştür. Radikal indirgeme aktivitesindeki gelişim daha çok eş zamanlı proteoliz ile ilişkilendirilmiştir. Ancak yüksek radikal indirgeme aktivitesi de doğrudan olarak yalnızca yüksek proteoliz derecesi ile ilişkili değildir. Fermantasyon boyunca bazı suşlarda lipid peroksidasyonu indirgeme aktivitesi proteolizden ziyade bakteriyel gelişime bağlanmıştır. Ayrıca farklı laktik asit bakteri suşlarının kombinasyonu ile fermente edilen süt, tek bir suş ile fermente edilen süttten daha yüksek bir aktivite sergilemiştir.

Kudoh ve diğ. (2001)'nin yürüttüğü başka bir çalışmada *Lact. delbrueckii ssp. bulgaricus* IFO 13953 ile fermente edilmiş süttten izole edilen κ -kazeinin özellikle Ala-Arg-His-Pro-His-Pro-His-Leu-Ser-Phe-Met dizilimindeki peptidinin DPPH radikalini indirgeme aktivitesi sergilediği rapor edilmiştir (Çizelge 2.7.).

Benzer şekilde Qian ve diğ. (2011)'de yağsız sütün *Lact. delbrueckii ssp. bulgaricus* LB340 starter kültürü ile fermente edilmesiyle elde edilen yoğurt benzeri üründe, farklı büyüklükteki peptit fraksiyonlarının (10–5 kDa, 5–3 kDa, 3–1 kDa, ve <1 kDa) antioksidan aktivitesini (DPPH radikalini indirgeme) incelediklerinde özellikle 5–3 kDa büyüklüğündeki peptitlerin iyi bir antioksidan aktivite sergilediğini göstermiştir.

İspanya'da yaygınca tüketilen bir fermente süt ürünündeki antioksidan aktivitenin peptitler ve aminoasitlerden kaynaklandığını kanıtlayan bir diğer çalışmada hplc-ms/ms kombinasyonu ile belirlenen peptitlerin Trolox eşdeğerli antioksidan kapasitesi (TEAC) ölçülmüştür. En yüksek antioksidan aktivite β -kazeinden elde edilen fraksiyonlarda ölçülmüştür. Bazı aminoasitlerin yapı- antioksidan aktivite ilişkisinde önemli rol aldığı rapor edilmiştir. Fraksiyon yapısındaki sekiz peptitten yedisinin en az bir, altısının en az iki prolin parçacığı içerdiği ve bu yüksek prolin içeriğinin antioksidatif kapasiteyi belirlemiş olabileceği belirtilmiştir. κ -kazein f(23–38) peptidindeki on altı parçacıktan dördünün tirozin olduğu ve peptidin yüksek aktivitesinin bu aminoasitten gelebileceği önerilmiştir. Tirozin ve triptofan aminoasitlerinin antioksidan kapasiteleri içerdiği hidrojen vericileri gibi davranan özgün fenolik ve indol grupları ile açıklanmıştır (Hernandez ve diğ., 2005).

Yoğurt, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ile fermantasyon sonucu üretilen en popüler fermente gıdalardan biridir. Yoğurdun sindiriminde bu starter bakteriler pH 2 dolaylarındaki sindirim borusundan geçerken parçalanarak hücre içi bileşenlerini serbest bırakabilmektedirler. Bu iki yoğurt bakterisi ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri lipit peroksidasyonunun inhibisyonu prensibine dayanılarak iki model sistemde (serbest yağ asidi-laktik asit sistemi ve biyolojik lipit sistemi-plazma lipidi) ölçülmüştür. *S. salivarius ssp. thermophilus* suşu linoleik asit peroksidasyonunu engellemede %61, lipit plazması peroksidasyonunu engellemede %57 etkinlik gösterirken; *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* biraz daha düşük olarak %57 ve %41 değerlerini sergilemiştir. Ayrıca çalışmanın ileriki aşamalarında her iki yoğurt bakterisi de H_2O_2 'in bağırsak hücreleri üzerine olan oksidatif hasarını inhibe edebilmiş ve hücreleri bu oksidantın hücre zehirlenmesi ve genotoksisite gibi olumsuz etkilerinden koruma potansiyeli sergilemiştir (Ou ve diğ., 2006).

Bundan önce Lin ve Yen (1999a) 11 adet yoğurt bakterisi suşunun antioksidan kapasitesini tiyobarbutirik asit (TBA) yöntemiyle araştırmış ve *Streptococcus thermophilus*'un 5 ile *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*'un 6 suşu da dahil olmak üzere tüm 11 suşun linoleik asit peroksidasyonunu engelleme yeteneği gösterdiğini tespit etmiştir. Çalışmada 10^8 bakteri hücrelerinin hücre içi ekstraktları, 25-96 ppm BHT (standart olarak kullanılan sentetik antioksidan)'ye eşdeğer olan oldukça iyi bir antioksidan aktivite sergilemiştir. Bahsi geçen tüm organizmalar hidroksil radikali ve hidrojen peroksit reaktif oksijen türleri üzerine de indirgeyici etki yaratmıştır. Bunlardan en yüksek hidroksil radikali indirgeme etkisini 234 μ M konsantrasyonda *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* Lb gösterirken; *Streptococcus thermophilus* MC - 821 ve *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* 448 - 449 suşları da 50 μ M' da en yüksek H_2O_2 indirgeme yeteneğine sahip olmuştur. Bunların aksine çalışılan hiçbir organizma yine bir lipit peroksidasyonu ürünü olan *t-butylhydroperoxide* üzerine herhangi bir indirgeyici etki yaratmaz iken bununla birlikte bazı suşlar diğer bir peroksidasyon ürünü *malondialdehyde*'i indirgeme yeteneği göstermişlerdir.

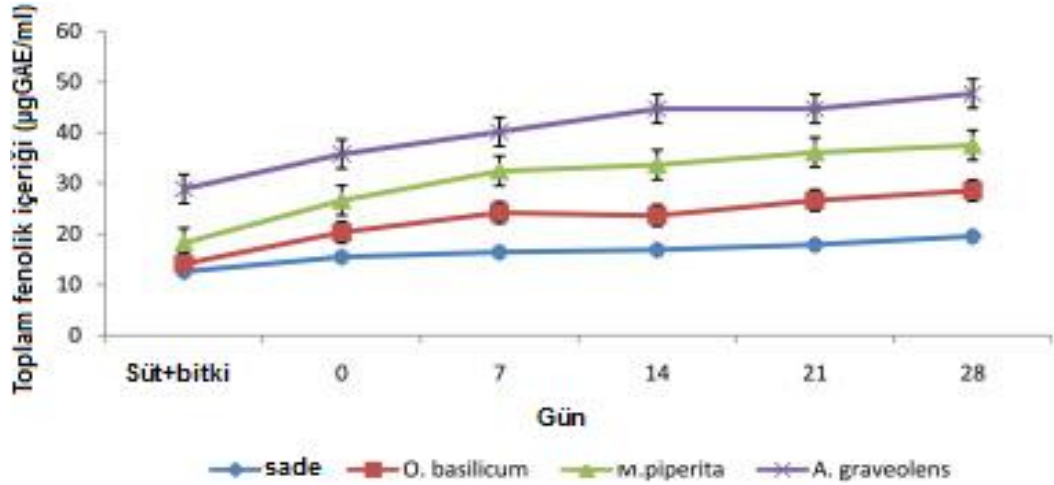
Lin ve Yen (1999b) laktik asit bakterileri ile yaptıkları bir başka çalışmasında *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium longum* bakterilerinin toplamda 19 farklı suşunun hücre içi ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini incelemiştir. Tüm suşların hücre içi ekstraktları askorbat otooksidasyonunu inhibe edebilmiştir. *S. thermophilus* 821 en yüksek (Fe^{+2}) metal iyonu şelatlama aktivitesi, *B. longum* 15 708 en yüksek bakır iyonu (Cu^{+2}) şelatlama aktivitesi göstermiştir. Yine tüm suşlar reaktif oksijen türlerini indirgeme aktivitesi sergilemişlerdir. *L. acidophilus* E suşu en yüksek hidroksil radikali, *B. longum* B6 en yüksek hidrojen peroksit radikalini indirgeme aktivitesine sahip bulunmuştur. Tüm suşlar arasında en yüksek indirgeme aktivitesi ise *B. longum* B6 tarafından ortaya

konmuştur. Enzimatik inhibisyon olarak baktığımızda hiçbir suş süperoksit dismutaz aktivitesi göstermemiş ve $Mn^{(+2)}$, $Fe^{(+2)}$, ya da $Cu^{(+2)}Zn^{(+2)}$ metal iyonları varlığında süperoksit dismutaz aktivitesi harekete geçmemiştir.

Yoğurt fermantasyonu sırasında proteinlerden salınan peptitlerin antioksidatif etkilerini inceleyen Farvin ve diğ. (2010), şeker ve laktik asidi uzaklaştırılmış yoğurdu 30kDa, 10kDa ve 3kDa olmak üzere üç fraksiyonuna ayırmıştır. Fraksiyonların lipozomal modelde lipit peroksidasyonunun inhibisyonu, DPPH radikali indirgeme, demir şelatlama ve indirgeme gücü antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Çalışmada küçük boyuttaki peptitler (10kDa-3 kDa), büyük peptitlerden daha yüksek demir (Fe^{+2}) şelatlama ve indirgeme gücü etkinliği göstermişlerdir. Fraksiyonlar yüksek DPPH indirgeme aktivitesine sahip olup diğer analizlerin aksine büyük boyuttaki peptitler en yüksek DPPH indirgeme aktivitesini sergilemişlerdir. Lipozomal modelde lipit peroksidasyonunun inhibisyonunda ise fraksiyonlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamış ancak DPPH inhibisyonuna benzer şekilde büyük boyutlu fraksiyonların aktivitesi nispeten bir miktar daha yüksek olmuştur. Çalışmada ayrıca süt ile yoğurdun oksijen miktarları ölçülmüş ve yoğurdun oksijen içeriğinin süttten daha az olduğu tespit edilmiştir. Yazarlara göre; yoğurdun süttten daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olması süttün laktik asit bakterileriyle fermantasyonu sırasında antioksidatif peptitlerin ortaya çıkması ve yoğurdun süte oranla daha düşük oksijen içeriğine sahip olması ile açıklanabilmektedir.

Yoğurdun çeşitli otlar, bitkisel ekstraktlar, meyve ve sebzelerle zenginleştirilmesi yoluyla duyuusal çekiciliğinin yanı sıra besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi de amaçlanmaktadır.

Çalışmalardan birinde süte nane, dereotu ve fesleğen gibi aromatik otlar katılarak yapılan yoğurdun hem fermantasyon hem de 28 günlük depolama süreci sonunda sade yoğurda göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada sade yoğurtta 28 günlük depolama süresi boyunca toplam fenolik madde içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Şekil 2.4.). Ot içermeyen sade yoğurdun fenolik bileşen içeriği süt proteinlerinin parçalanmasından ileri gelmektedir. Örneğin parçalanma sonucu serbest kalan tirozin aminoasidinin fenolik yan zincirinin bu artışa neden olduğu düşünülmektedir. Diğer bir olasılık da şudur ki; fermantasyon boyunca ve asitleşme sonrasındaki ferulik ve p-kumarik asit gibi bazı fenolik asitlerin mikrobiyal kullanımı aromatik yapı parçalanmadan önce vanilik ve p-hidroksibenzoik asit gibi diğer fenolik bileşenlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. DPPH indirgeme aktivitesi ise dolapta depolamanın ilk 7 günü sonunda en yüksek değerine ulaşmış ve daha sonra azalmıştır. Artışın nedeni bazı yoğurt bakterilerinin düşük sıcaklıklarda bile metabolik olarak aktif kalabilmesi ve devam eden mikrobiyal gelişimin bazı fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerini etkilemesi olarak gösterilmiştir. İlk 7 günden sonraki azalma ise antioksidatif kapasitedeki bazı fenolik bileşenlerin parçalanmasındaki artışa bağlanmıştır. Çalışmada aromatik ot içeren yoğurtların sade yoğurda göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmasının, yoğurda eklenen otların fitokimyasal bileşenlerinden (tanin, flavonoid, ferulik asit gibi) ve bazı mikrobiyal metabolik aktivitelerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Amirdivani ve Baba, 2011).



Şekil 2.4. Sade ve aromatik otlarla zenginleştirilmiş yoğurdun 4°C' de buzdolabındaki depolama süresince toplam fenolik madde içeriği (µgGAE/ml) (Amirdivani ve Baba, 2011).

Yoğurdun zenginleştirilmesine yönelik yapılan başka bir çalışmada yeşil çay, limon, fermente süt, çilek pulpu, inülin ve E vitamini kullanılmıştır. Bunlardan yeşil çaylı, limonlu ve çilekli yoğurtlar ile inülinli düşük kalorili yoğurt en yüksek antioksidan aktiviteleri (TEAC) sergilemişlerdir. Kullanılan malzemeler arasında yağı alınmış süt ve yeşil çay en fazla antioksidan aktiviteyi gösteren bileşenler olarak diğerlerinden ayrılmıştır. Özellikle hidroksil radikali OH[•] indirgeme kapasitesi bakımından yine yağı alınmış süt, % 84,7 ile diğer tüm malzemelerden oldukça yüksek bir aktivite göstermiştir. Ne var ki; hiçbir yoğurt çeşidi ve malzemelerden yeşil çay hariç hiçbir malzeme bileşeni H₂O₂ radikalini indirgeyememiştir (Jimenez ve diğ., 2008).

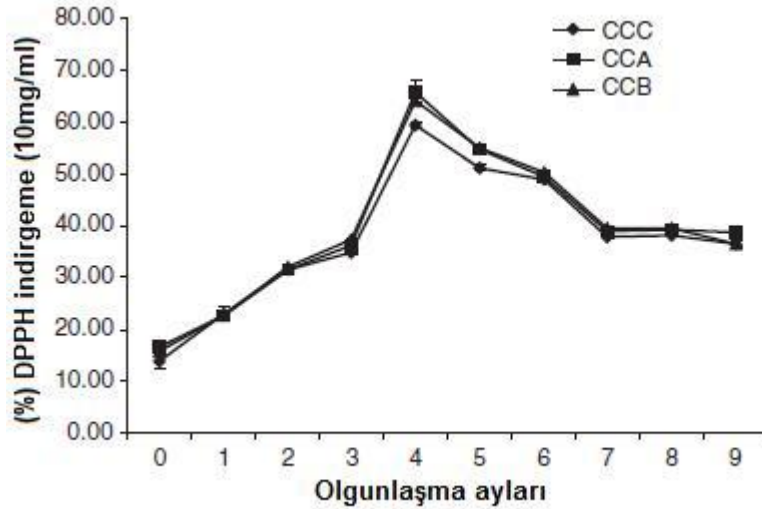
Değişik ısı işlem uygulamalarının sütteki süperoksit dismutaz ve katalaz gibi bazı antioksidatif enzimler üzerine farklı etkileri olabilmektedir. Süperoksit dismutaz enzimi (SOD), süperoksit anyonunun bozunarak hidrojen perokside dönüşümünü katalize eder ($2O_2^{\cdot-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$). Bu enzim aktivitesi pastörizasyona dayanıklı olup işlem sonrasında da devam edebilmektedir. Buna ek olarak hidrojen peroksidin parçalanmasını katalize eden katalaz sütteki ısıya karşı en dayanıksız enzimdir. Yine hidrojen peroksidin parçalanmasını katalizleyen süt enzimlerinden Glutatyon peroksidazın (GSH-Px) ticari pastörize sütlerde tespit edilemediğini gösterir çalışmalar mevcuttur (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000). Dolayısıyla yukarıda bahsedilen H₂O₂ indirgeme kapasitesinin bulunmaması sütün ısı işlemle yoğurt gibi ürünlere fermentasyonu sırasında ısının farklı antioksidatif enzimlerde farklı etkiler yaratması ve sütteki bu enzimlerin dağılımı ile ilişkilendirilebilmektedir (Jimenez ve diğ., 2008).

Peynirin olgunlaşması prosesi kazeinden proteoliz sonucu parçalanmış çeşitli peptitlerin ortaya çıkmasına neden olur. Peynir yapımına ilave yardımcı kültürler proteolizin yapısını ve hızını etkiler ve bu daha da fazla peptit salınımıyla sonuçlanır. Peynirin suda çözünür ekstraktları da olgunlaşma süresince oluşan majör peptitler içermektedir (Ong ve diğ., 2007). Çedar peynirinin olgunlaşması esnasında kazeinin koagulantlar, plazmin, starterler ile diğer bakteri proteazları ve peptidazları yoluyla hidrolizi sonucunda suda çözünür peptit ve aminoasitler oluşmuştur. Daha küçük peptitlerin oluşumu ise laktik asit bakterilerinin α-β-kazein gibi ana proteolitik bileşenlerini parçalamasıyla olmuştur (Fox ve diğ., 1994; Shing ve diğ., 1997).

Çedar peynirinin olgunlaşma periyodu boyunca TEAC (ABTS⁺), DPPH radikali ve süperoksit anyon radikali indirgeme metodları ile antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Bunun için üç ayrı çedar peyniri üretilmiştir; *Lactobacillus casei* ssp. *casei* ile *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* yardımcı suşları eklenerek ve hiçbir ek suş kullanılmadan üretilen peynir, 9 ay

olgunlaşmaya bırakılan tüm peynirlerin suda çözünür ekstraktlarının her üç metotla ölçülen antioksidan kapasitesi de olgunlaşmanın ilk aylarında artmış, 4. ayda maksimum seviyeye ulaşmış ve 5. ayla birlikte azalışa geçerek 6-7. aydan sonra sabitlenmiştir. Şekil 2.5.'de olgunlaşma periyodu boyunca DPPH radikali indirgeme aktivitesindeki değişimler görülebilir. Yardımcı suş ilaveli peynirlerde daha yüksek ve daha hızlı bir antioksidan aktivite gelişimi gerçekleşmiş, en yüksek aktivite *Lactobacillus casei ssp. casei* ilaveli peynirde gözlenmiştir. Antioksidan aktivite peynirlerdeki suda çözünür peptit oluşumunun seyriyle paralel bir değişim sergilemiştir. 4. aya kadar olan aktivite artışı proteolitik enzim ile üretilen antioksidan peptitlere, 5. aydan sonraki azalışı ise antioksidatif peptitlerin devam eden proteolize dayanamamış olmasına bağlanmıştır. Bu çalışmada peynirin suda çözünür ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin olgunlaşma periyoduna, kullanılan starter kültüre ve neden olduğu proteoliz ile antioksidatif peptit salınımına bağlı olduğu tespit edilmiştir (Mann ve diğ., 2009).

Çedar peynirinin antioksidatif yeteneğini kanıtlayan bir diğer çalışmada çeşitli ticari çedar peynirlerindeki antioksidatif biyoaktif peptitler araştırılmıştır. Peptit ekstraktları ve fraksiyonlarının antioksidan aktiviteleri DPPH radikali indirgeme metodu ile ölçülmüştür. Öncelikle konsantrasyon-aktivite ilişkisi incelenmiş, yüksek konsantrasyondaki peptit ekstraktları yüksek radikal indirgeme aktivitesi göstermiştir. 1ml DPPH:1ml peptit oranındaki yüksek konsantrasyon 3 ml DPPH:250 µl peptit oranındaki düşük konsantrasyonundan daha yüksek bir aktivite sergilemiştir. Ayrıca 5 kDa, 10 kDa ve >10 kDa boyutundaki peptit fraksiyonları arasında >10kDa boyutundaki büyük fraksiyonlar diğerlerine göre daha yüksek bir antioksidan yeteneği göstermiştir (Pritchard ve diğ., 2010).



Şekil 2.5. Çedar peynirlerinin olgunlaşma ayları boyunca DPPH radikali indirgeme aktiviteleri. (CCA: *Lactobacillus casei ssp. casei* ilaveli, CCB: *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei* ilaveli, CCC: suş ilavesiz peynir) (Mann ve diğ., 2009).

Peynirlerin çeşitli bitki ve baharatlarla zenginleştirilerek tüketime sunulması eski zamanlardan bu yana süregelen bir işleme yöntemidir. Son zamanlardaki çalışmalar fenolik fitokimyasalların yüksek antioksidan aktiviteye sahip olup yenilebilir baharat, bitki, meyve ve sebzelerden elde edilebileceğine işaret etmiştir. Bitkilerce zenginleştirme peynirin antioksidan aktivitesini artırmıştır. Çeşitli baharat, bitki ve mantarlarla zenginleştirilmiş çedar, feta ve Roquefort peynirlerinde zenginleştirmenin antioksidan aktiviteye etkisini belirlemek için toplam fenolik bileşen ve DPPH radikali indirgeme analizleri gerçekleştirilmiştir. Bitkilerce zenginleştirilmiş

peynir sade peynirden biraz yüksek ancak istatistiksel olarak önemli olmayan farklılıkta toplam fenolik bileşen içermiştir. Roquefort peyniri ise en yüksek toplam fenolik bileşen içeriğine sahip peynir olarak bulunmuştur. Bu farkın içeriğindeki fenolik bileşen üretebilen *Penicillium* türlerinden ileri geldiği önerilmiştir. Benzer şekilde en yüksek DPPH radikali indirgeme aktivitesini Roquefort peyniri sergilerken, bitkilerce zenginleştirilmiş peynir sade peynirden daha yüksek bir aktivite ortaya koymuştur (Apostolidis ve diğ., 2007).

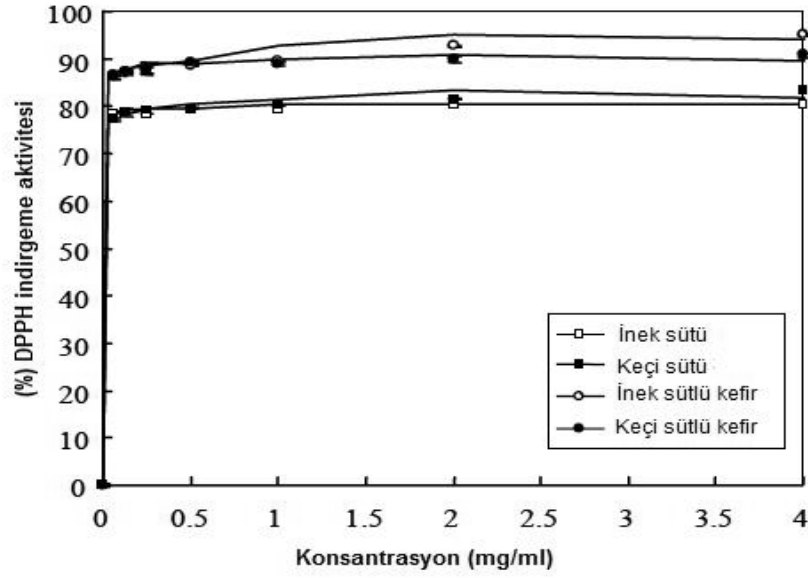
Peynir probiyotik organizmaları taşıyıcı özelliğiyle diğer asidik süt ürünlerine göre avantaj sağlamaktadır. *Bifidobacteria* kültürleri peynire en çok eklenen probiyotik katkı organizmalarıdır. Ayrıca laktobasilliler de bu amaçla kullanılmaktadır. Songisepp ve diğ. (2004) çalışmalarında probiyotik *Lactobacillus fermentum* ME-3 suşu eklenmiş peynirin toplam antioksidan aktivitesini lipid peroksidasyonu testi ile ölçmüş ve eklenen probiyotik bakteriden aktivitenin olgunlaşma boyunca arttığını belirlemiştir.

Birçok ülkede popüler bir içecek olan kefirin fermantasyonu sırasında sütün kimyasal özelliklerinde birtakım değişiklikler meydana gelir;

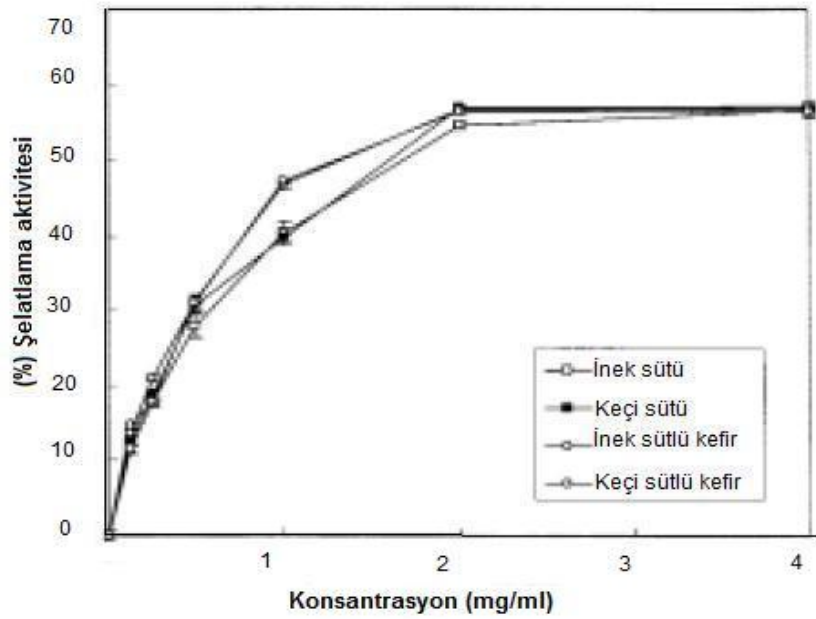
- Homofermentatif laktik asit bakterileri salgıladıkları laktaz (U-galaktosidaz) enzimi ile süt şekeri laktozu parçalayarak laktik asit oluştururlar.
- Heterofermentatif laktik asit bakterileri (özellikle leukonostoklar) ve mayalar laktozdan etil alkol ve karbondioksit oluştururlar.
- Bazı süt asidi bakterileri, asetik asit bakterileri ve mayaların salgıladıkları proteolitik enzimlerle proteinleri pepton, peptit ve serbest amino asitlere kadar parçalarlar. Bu yüzden kefirde serbest amino asitlerin miktarı fazla çıkmaktadır.
- Mikroorganizmaların oluşturduğu lipaz enzimi ile süt yağından serbest yağ asitleri oluşmaktadır (Kurman ve ark, 1992; Karagözlü ve Kavas, 2000).

Bunlara ek olarak sütteki ve kefirdeki bazı laktik asit bakterileri oksidatif özellikteki hidrojen peroksit gibi kimyasal maddeler de üretebilmektedirler.

Kefirin antioksidatif etkilerinin varlığı üzerine yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan birinde; kefir, yapımında kullanılan inek ve keçi sütünden belirgin olarak daha yüksek bir DPPH radikali (Şekil 2.6.), süperoksit radikali ve linoleik asit peroksidasyonu indirgeme aktivitesi ile indirgeme gücü aktivitesi göstermiştir. Bunların yanında sütün kefire fermantasyonunda demir şelatlama (Şekil 2.7.) ve süperoksit dismutaz enzimi (SOD) aktivitesinde herhangi belirgin bir değişiklik gözlenmez iken diğer bir enzim olan glutatyon peroksidaz enzimi (GSH-Px) aktivitesinde kayda değer bir azalma gözlenmiştir. Ancak buna rağmen meydana gelen süperoksit radikali indirgeme aktivitesindeki artışın SOD'nin dışında kefirde bulunan diğer başka indirgeyici bileşenlerden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. SOD enzimi H_2O_2 oluşumunu katalizlerken, GSH-Px bu radikalin parçalanmasını sağlamaktadır (Liu ve diğ., 2005b). İlgili enzimlerin aktivitelerindeki duruma baktığımızda çalışmadaki kefirin H_2O_2 içeriğinin arttığı yönünde fikir yürütebiliriz.



Şekil 2.6. Süt ve kefirlerin DPPH radikalini indirgeme aktiviteleri (Liu ve diğ., 2005 b)



Şekil 2.7. Süt ve kefirlerin Fe ⁺² şelatlama aktiviteleri (Liu ve diğ., 2005b)

Sütün ve soyaütünün kefir taneleri ile fermentasyonu sonucu oluşan kefirlerin antioksidan ve antimutajenik özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada Liu ve diğ., (2005a), 32 saatlik fermentasyon süresince DPPH radikali indirgeme, lipid peroksidasyonunun engellenmesi, demir iyonu şelatlama, indirgeme gücü ve antioksidatif enzim aktivitesi gibi çeşitli metotlarla aktivite ölçümü yapmışlardır. Hem sütlü kefir sütten, hem de soya sütlü kefir soya sütünden daha yüksek DPPH radikali indirgeme, lipid peroksidasyonunu engelleme ve indirgeme gücü aktiviteleri sergilemiştir. DPPH radikali indirgeme, lipid peroksidasyonunu engelleme

aktivitelerindeki belirgin artış kefire fermentasyon sırasında bazı süt ve soya proteinlerinden peptitlerin türetilmesi ve kefir tanelerindeki bazı antioksidan bileşenlerin süte geçiş yapmasıyla açıklanmıştır. Yazarların belirttiğine göre; fermentasyon sırasında üstün indirgeme gücü gösteren birtakım metabolitler meydana gelmekte ve bunlar radikal zincir reaksiyonları stabilize etmek yada sınırlandırmak için serbest radikallerle reaksiyona girebilmektedir. Üretilen kefirlerin süt ve soya sütünden daha yüksek indirgeme gücü sergilemesi bu sebeple mümkün olabilmektedir. Bir önceki çalışmaya benzer olarak yine sütün ve soya sütünün kefire fermentasyonu sonucunda demir şelatlama ve süperoksit dismutaz enzimi (SOD) aktivitesinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

Fermente kısırak sütünden yapılan ve alkollü bir içecek olan kımız; fermentatlar, iz elementler, antibiyotikler, vitaminler (A, B1, B2, B12, D, E, C), etil alkol, laktik asit ve karbonik asitle zengindir. Literatürde kımızın kimyasal yapısı, özellikleri ve sağlığa etkileri üzerine birtakım yayınlar olsa da (Solaroli ve diğ., 1993; Marconi ve diğ., 1998; Sun ve diğ., 2009; Pan ve diğ., 2011) bilindiği kadarıyla antioksidatif etkileri üzerine henüz çok az çalışma yapılmıştır (Abdel-Salam ve diğ., 2010).

Abdel-Salam ve diğ. (2010), kımızın civanın farelerdeki toksisitesine etkisini araştırdıkları çalışmanın bir bölümünde, kısırak sütünden fermente ettikleri kımıza %6 oranında çözünür lif ile *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* probiyotik bakterileri eklemiş ve bu karışımın DPPH radikalini indirgeme kapasitesini ölçerek antioksidan aktivitelerini karşılaştırmıştır. Kompozisyonlarının benzer olmasına karşın; yüksek lifli ve probiyotik kımız, kımız ve kısırak sütünden daha yüksek bir antioksidan aktivite sergilemiştir. Taze kısırak sütünün antioksidan aktivitesi 14.97, kımızın 16.93 ve lif & probiyotikli kımızın 28.43 ($\mu\text{mol Trolox}/100 \text{ g. kuru madde}$) olarak tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Piyasadan Toplanan Çeşitli Markadaki Fermente Süt Ürünleri

Çalışmada ticari satış merkezlerinden temin edilen çeşitli markalardaki tam yağlı UHT süt, tam yağlı yoğurt, beyaz peynir ve sade & meyveli çeşitleri ile kefir ve aynı üretici tarafından farklı tarihlerde üretilmiş olan kıymız olarak toplamda 5 çeşit materyal kullanılmıştır. Bunlardan süt, yoğurt ve beyaz peynir için 5 ayrı markada ürün seçilmiştir. Kefir analizleri için çeşitli markalardaki 5 adet sade ve 1 adet orman meyveli kefir ürünü (marka 6) kullanılmıştır. Kıymız için de aynı üretici tarafından farklı tarihlerde üretilmiş 4 adet kıymız örneği kullanılmıştır. Tüm ürünler analiz anına kadar buzdolabı sıcaklığı olan +4°C'de bekletilmiştir. Kullanılan örneklerin ulaşılabilen kimyasal kompozisyonunu belirten bazı etiket bilgileri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Örneklerin etiket bilgileri.

Markalar	Protein	Yağ	Karbonhidrat
UHT Süt	1	3	4.5
	2	3.1	3.4
	3	3	4.5
	4	3	3.1
	5	3.1	3
Yoğurt	1	4.2	3.5
	2	5.5	3.8
	3	4	3.9
	4	4.6	3.9
	5	5	3.8
Peynir	1	16	21.4
	2	19	20
	3	15.75	18.4
	4	14.2	21
	5	16.5	19
Kefir	1	6.8	5.1
	2	3.1	3.2
	3	belirtilmemiş	belirtilmemiş
	4	4	3
	5	6.8	5.1
	6	3.4	3

3.1.2. Geleneksel Yöntemle Üretilen Kefir ve Yoğurt

Çalışma kapsamında ayrıca pastörize süttten geleneksel yöntemle yoğurt ve kefir üretilmiş ve olgunlaşma boyunca belli zaman aralıklarında numune alınarak antioksidan aktivite gözlenmiştir. Yoğurt üretiminde starter kültür olarak ticari markada doğal yoğurt, kefir üretiminde ise Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojileri Bölümü'nden temin edilen kefir tanecikleri kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle üretilen ürünler analiz edilecekleri zamana kadar -20 °C'de dondurularak bekletilmiştir.

3.1.2.1. Geleneksel Yöntemle Yoğurt Fermantasyonu

45°C'ye ısıtılmış pastörize süte starter kültür olarak %3 oranında doğal yoğurt eklenmiş ve karışım steril bir karıştırıcı ile iyice karıştırılmıştır. Daha sonra karışım 200 g'lık plastik kapaklı steril cam kavanozlara alınmış ve pH 4.6-4.7'ye gelene kadar 4 saat boyunca 43-45 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda yoğurtlar olgunlaşma için 12 saat boyunca buzdolabında +4 °C'de bekletilmiştir. İnkübasyon başlangıcında, her saat başında ve olgunlaşma süresi sonunda (0, 1, 2, 3, 4 ve 16. saatler) olmak üzere toplamda 6 kez numune alınarak analiz için -20 °C'de dondurularak bekletilmiştir. Çalışma iki tekrar ve üç paralel şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2.2. Geleneksel Yöntemle Kefir Fermantasyonu

200 g.'lık steril cam kavanozlarda 25°C'ye getirilen pastörize süte %4 oranında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojileri Bölümü'nden temin edilen kefir taneleri ilave edilmiş ve karışım steril bir karıştırıcı ile iyice karıştırılmıştır. Cam kavanozların üzeri temiz, hava alan bir bez ile örtülerek fermantasyon için 20-25°C'de pH 4.7'ye gelene kadar 20 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Örnekler daha sonra olgunlaştırma amacı ile 12 saat buzdolabında +4 °C'de bekletilmiştir. Olgunlaşma sonunda kefir taneleri süzülerek ayrılmış ve kefir hazır hale getirilmiştir. Analiz için inkübasyon başlangıcında, her 5 saatte bir ve olgunlaşma süresi sonunda olmak üzere toplamda 6 kez (0, 5, 10, 15, 20 ve 32. saatler) numune alınmış ve -20 °C'de dondurularak bekletilmiştir. Çalışma iki tekrar ve üç paralel şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.2. Kullanılan Kimyasallar

Toplam fenolik madde analizinde kullanılan kimyasallar:

- Gallik asit standardı (fluka)
- Folin Ciocalteu Reaktif (Merck)
- Sodyum Karbonat, Na₂CO₃ (Fluka)

DPPH radikalini indirgeme aktivitesi tayininde kullanılan kimyasallar:

- 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil, DPPH radikali, (Fluka)
- Metanol, %99'luk (Merck)

Fe⁺² Şelatlama aktivitesi tayininde kullanılan kimyasallar:

- Demir (II) klorür, FeCl₂ (GPRTM)
- 3,2-(pyridyl)-5,6-bis(phenylsulfonicacid)-1,2,4-tyrazine,ferrozin (Fluka)

İndirgeme gücü tayininde kullanılan kimyasallar:

- Potasyum ferrisiyanid, [K₃Fe(CN)₆] (Merck)
- Trikoloasetik asit, TCA (Merck)
- Demir (III) klorür, FeCl₃ (Merck)

Hidrojen Peroksit giderme aktivitesi tayininde kullanılan kimyasallar:

- H₂O₂ (Merck)
- Fosfat tamponu pH7 (Oxoid)

Protein tayininde kullanılan kimyasallar:

- Coomassie Brilliant Blue G-250 (Sigma)
- Ethanol, %95 lik (Merck)
- Fosforik Asit , %85 lik (Merck)

pH ayarlanmasında kullanılan kimyasal: Hidroklorik asit ,1 N HCL

3.3. Alet ve Cihazlar

Homojenizatör, (IKA-Ultra Turrax® T25)
 Santrifüj, 12000 rpm (Daihan Scientific, WiseSpin CF-10 centrifuge, Seoul, Korea),
 Santrifüj, 6000 rpm (Hettich EBA 85, Zentrifugen, Germany),
 Spektrofotometre (Shimadzu UV-1601, Australia),

3.4. Metot

3.4.1. Örnek Ekstraktlarının Hazırlanması

Örnek ekstraktlarının hazırlanması için Pritchard ve diğ. (2010)'nin metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için 50 mL'lik beher içerisine 5 g. numune alınarak saf su ile 25 mL'ye tamamlandıktan sonra 2 dakika boyunca Ultra Turrax (IKA-Ultra Turrax® T25) ile homojenize edilmiştir. Homojenat 1 M HCL ile pH 4.6-4.7' ye ayarlanmış ve süspansiyon 2 kez 5000 rpm /10 dakikada (Hettich) santrifüjlendikten sonra üst faz alınarak +4 °C'de bekletilmiştir. Ekstraktlar 3 paralel olarak hazırlanmış ve tüm antioksidan aktivite tayin analizleri 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı tayini için Singleton ve diğ. (1999)'nin kullandığı metot modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun için 0.1 mL ekstrakt alınarak 10 mL'lik deney tüplerine aktarılmış ve üzerine 0.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. 1 dakika beklendikten sonra 1.5 mL %20'lik Na₂CO₃ eklenmiş ve hacim saf suyla 10 mL'ye tamamlanmıştır. Tüpler 1 saat oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV-1601, Australia), 760 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Spektrofotometreyi sıfırlamak için örnek yerine su içeren kör çözelti kullanılmıştır. Standart eğrisi için günlük olarak farklı konsantrasyonlarda (0-60 µg/mL) hazırlanan gallik asit çözeltisi kullanılmış ve standart eğrisinden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı Gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden saptanmıştır.

3.4.3 DPPH Radikalini İndirgeme Aktivitesinin Saptanması

1,1-difenil-2-pikrilhidrazil, DPPH radikalini indirgeme etkisini saptamak için Apostolidis ve diğ. (2007) tarafından tanımlanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için günlük olarak 60 µM'lık metanolde DPPH çözeltisi hazırlanmıştır. Ön denemeler sonucunda kullanılacak ekstrakt: metanolde DPPH oranı, 1:2 olarak seçilmiştir. Deneyde 1.5 mL ekstrakt alınarak 10 mL'lik deney tüplerine aktarılmış ve üzerine 3 mL 60 µM'lık metanolde DPPH çözeltisi eklenerek iyice karıştırıldıktan sonra 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Karışım 5000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendikten sonra üst fazı alınarak spektrofotometrede 517 nm'de %99'luk metanole karşı absorbans ölçümü yapılmıştır. Kontrol çözeltisi için ekstrakt yerine 1.5 mL saf su kullanılmıştır. DPPH radikalini indirgeme aktivitesi aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır:

$$\%DPPH \text{ indirgeme aktivitesi: } [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.4.4. Fe⁺² Şelatlama Aktivitesinin Saptanması

Örneklerin Fe⁺² şelatlama aktivitesinin saptanmasında Decker ve Welch (1990) ile Farvin ve diğ. (2010)'in uygulamış olduğu metotlar modifiye edilerek kullanılmıştır. Örnek ekstraktlarından 1 mL alınıp 10 mL'lik deney tüpüne konulmuş ve üzerine 3.7 mL deiyonize su eklenmiştir. 2mL 2mM FeCl₂ çözeltisi hazırlanmış ve 1mL saf su ile karıştırılarak finalde 1.3 mM'lık FeCl₂ çözeltisi elde edilmiştir. Karışım üzerine 0,1 mL 1.3 mM FeCl₂ çözeltisi eklenmiş ve karıştırıldıktan sonra 10 dakika karanlıkta, oda sıcaklığında bekletilmiştir. Üzerine 0.2 mL 5 mM 3,2- (pyridyl)-5,6-bis(phenylsulfonic acid)-1,2,4-tyrazine, ferrozin eklenerek karıştırılmış ve yine 10 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra oluşan Fe⁺² – ferrozin kompleksinin 562 nm'de absorbansı

ölçülmüştür. Spektrofotometrede okuma saf suya karşı yapılmış ve kontrol olarak örnek yerine aynı miktarda su içeren çözelti kullanılmıştır. Örneklerin Fe^{+2} şelatlama aktivitesi aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{Fe}^{+2} \text{ şelatlama aktivitesi: } [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.4.5. H_2O_2 Giderme Aktivitesinin Saptanması

Çalışılan fermente süt ürünleri ekstraktlarının H_2O_2 giderme yeteneğini belirlemek için Ruch ve diğ.(1989) tarafından uygulanan metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için 1 mL ekstrakt, alınıp saf su ile 5 mL'ye tamamlanarak 5 kat seyreltildikten sonra, 2.4 mL fosfat tamponu (pH 7) ve 0.6 mL 40 mM H_2O_2 ile karıştırılmıştır. Karışım 60 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra spektrofotometrede 230 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Kontrol çözeltisi olarak 3.4 mL fosfat tamponuna (pH7) 0.6 mL 40 mM H_2O_2 eklenmiş ve 230 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Her bir örnek ekstraktı için H_2O_2 yerine su içeren kör çözelti hazırlanmış ve spektrofotometrede okumalar kör çözeltiye karşı yapılmıştır. H_2O_2 giderme aktivitesi aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır:

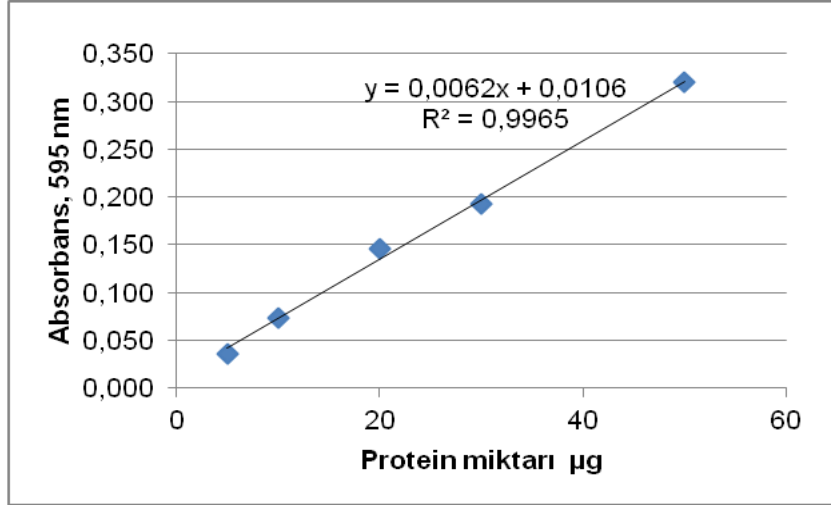
$$\% \text{H}_2\text{O}_2 \text{ giderme aktivitesi: } [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.4.6. İndirgeme Gücünün Saptanması

Çalışmamızda Oyaizu (1986)'nın kullandığı metot modifiye edilerek uygulanmıştır. Bunun için 1 mL ekstrakt, 2.5 mL fosfat tamponu (pH 7) ve 2.5 mL %1'lik (w/v) Potasyum ferrisiyanid, $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ karıştırılmış ve 50°C' da 30 dakika inkübe edildikten sonra 2.5 mL %10 (w/v) TCA eklenerek karışım 5 dakika 2000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Sonrasında üstteki fazdan 2.5 mL alınarak üzerine 2.5 mL su ve 0.5 mL %0,1 (w/v) FeCl_3 eklenmiş ve 700 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Spektrofotometreyi sıfırlamak için örnek yerine su içeren kör çözelti kullanılmıştır. Absorbans değeri arttıkça indirgeme gücü de artmaktadır.

3.4.7 Çözünür Protein Tayini

Örnek ekstraktlarının çözünür protein içeriği Bradford (1976) yöntemine göre 595 nm dalga boyunda spektrofotometrede okuma yoluyla tayin edilmiştir. Bu yöntem, Coomassie Brilliant Blue G-250 boyasının farklı konsantrasyonlardaki protein çözeltilerinde değişik seviyelerde mavi renk oluşturmasından yararlanılarak geliştirilmiştir. Bunun için 100 μL örnek alınmış, üzerine 5 mL boya çözeltisi (Coomassie Brilliant Blue G-250) eklenmiş, 10 dakika beklendikten sonra 595 nm'de absorbans ölçülmüştür. Kör çözelti olarak ekstrakt yerine 100 μL su kullanılmış ve spektrofotometre bu kör çözelti ile sıfırlanmıştır. Protein standart grafiği için 0-50 μg 'a denk gelen; 5-100 μL hacim aralığında albümin protein standardı hazırlanmış, üzerine 5 mL boya çözeltisi (Coomassie Brilliant Blue G-250) eklenmiş, 5 dakika beklendikten sonra 595 nm'de absorbans ölçülmüştür. Bu şekilde oluşturulan protein standart grafiğinden (Şekil 3.1.) yararlanılarak örneklerin çözünür protein miktarları (mg/100 mL olarak) hesaplanmıştır.



Şekil 3.1.Protein tayini için standart grafik.

3.4.8. Kuru Madde Tayini

Süt, peynir, yoğurt, kefir ve kıyma örneklerinin kuru madde içerikleri TS EN ISO 5534 /2006, TS 1330 /2006 ve TS 1018 /2002 metotları referans alınarak tespit edilmiştir.

3.4.9. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızdaki tüm analizlerin sonuçları istatistiksel olarak The SAS System Ver.8 ile değerlendirilmiş ve bunun için Tamamen Rastgele Dizayn uygulaması kullanılmıştır. Örnekler arası en küçük anlamlı fark (LSD) t testi verileri ve P değerlerine bakılarak istatistiksel olarak karşılaştırma yapılmıştır. Ayrıca çözünür protein içeriği ile antioksidan aktiviteler arasında korelasyona bakılmıştır. İstatistiksel önem seviyesi 0.05 olarak kabul edilmiştir. Korelasyon katsayısı 'r' ile ifade edilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Piyasadan Toplanan Çeşitli Markalardaki Fermente Süt Ürünleri

4.1.1 Kuru Madde İçeriği

Piyasadan toplanan çeşitli markalardaki UHT süt ve fermente süt ürünlerinin kuru madde içerikleri Çizelge 4.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çeşitli markalardaki süt ve fermente süt ürünlerinin % kuru madde içerikleri.

Marka	Süt ± SD	Yoğurt ± SD	Peynir± SD	Kefir± SD	Kımız± SD
1	11.15 ±0.02 ^c	14.98 ±0.12 ^a	40.24 ±1.57 ^{a,b}	10.58 ±0.57 ^c	11.54 ±0.04 ^a
2	11.08 ±0.08 ^c	10.20 ±0.03 ^b	40.80 ±0.39 ^a	9.85 ±0.02 ^d	9.25 ±0.11 ^b
3	11.72± 0.06 ^a	15.35 ±0.38 ^a	41.85 ±0.12 ^a	12.37 ±0.31 ^b	8.41 ±0.01 ^c
4	11.16 ±0.09 ^c	14.91 ±0.12 ^a	38.59 ±0.21 ^{b,c}	9.75 ±0.02 ^d	9.21 ±0.17 ^b
5	11.36 ±0.07 ^b	14.85 ±0.12 ^a	38.31 ±0.06 ^c	9.99 ±0.08 ^{c,d}	-
6	-	-	-	13.97 ±0.24 ^a	-

*Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar P<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır (n =3).

UHT sütler içerisinde en yüksek kuru maddeye sahip örnek marka 3 (11.72 ±0.062) olmuştur. Bunu sırasıyla marka 5 (11.36 ±0.070) ve p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan marka 1, 2 ve 4 (11.15 ±0.002, 11.08 ±0.088, 11.16 ±0.098) izlemiştir.

UHT sütlerin tespit ettiğimiz kuru madde içerikleri literatürdeki bu alanda yapılan diğer çalışma sonuçları ile uyumludur. Keleş (2006) buzdolabında ağız açık beklettiği UHT sütler için bu değeri % 11.07- 11,75 (ortalama %11,34) arasında; Numanoğlu (2006) üç farklı yöreden sağlanan çiğ inek sütünden üretilen farklı kalitelere UHT sütlerin kuru madde oranlarını %10.94 ile 11.94 arasında; Yılmaz (2007) çalıştığı UHT sütlerin ortalama kuru madde içeriklerini %11.37 ile 11.60 arasında; Gülbaş (2007) UHT süt üretiminde farklı basınçlardaki aseptik homojenizasyonun ve depolama sıcaklığının etkisini araştırdığı çalışmasında sütlerin kuru madde içeriklerini %11.40 ile 11. 95 arasında tespit ve rapor etmiştir.

Yoğurt ürünleri arasında yalnızca marka 2'nin kuru madde içeriği (10.20 ±0.033) istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunmuş ve en düşük değeri sergilemiştir. En yüksek kuru madde içeriklerine sahip marka 1 (14.98 ±0.121), 3 (15.35 ±0.384), 4 (14.91 ±0.124) ve 5 (14.85 ±0.121) arasında ise istatistiksel bir fark saptanmamıştır.

Yoğurtların tespit edilen kuru madde içerikleri literatürdeki diğer çalışma sonuçları ile (Mert (1976), %9.38; Koçhisarlı ve Ergül (1987), %9.05–14.25; Ergün ve diğ. (1990), %13.91–16.26; Yazıcı (1991), %7.47–15.05; Dayısoylu (1992), ortalama %11.57; Azgın (1993), %11.85–14.11, ortalama %12.35; Younus ve diğ. (2002), Türkoğlu ve diğ. (2003), %10.86; %12.93–15.73; Herdem (2006), %9.25-15.07) benzerlik göstermektedir.

Peynir ürünlerinden en yüksek kuru madde miktarına sahip örnekler p<0.05 düzeyinde aralarında fark bulunmayan marka 1 (40.24 ±1.578), 2 (40.80 ±0.396) ve 3 (41.85 ±0.121) olmuştur. Daha düşük seviyede kuru madde içeren marka 4 (38.59 ±0.213) ve marka 5 (38.31 ±0.063) ise istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. Bu bulgular alanda yapılan diğer literatür çalışmalarındaki sonuçlara yakındır. Demirci (1987) beyaz peynir çalışmasında kuru madde oranını % 42.58; Akın ve Gönç (1990) üzerinde çalıştığı 40 adet beyaz peynirin ortalama kuru madde oranını %42.27; Öksüz (1996) bu değeri biraz daha yüksek bir aralıkta, minimum-maksimum % 47.05- 48.57 olarak; Akın ve diğ. (2003) 30 günlük olgunlaşma sonundaki beyaz peynirin kuru maddesini %40.9- %41.4 aralığında; Ayar ve Akyüz (2003) ise %44.17-46.28 aralığında bulmuştur. Ayrıca Temelli (2005) inek sütünden yaptığı beyaz peynirin ortalama kuru

madde oranını %44.70 olarak; Wishah (2007) ise çeşitli beyaz peynirlerin kuru madde oranını %42.26- 47.73 aralığında tespit etmiştir.

Kefir ürünleri içerisinde en yüksek kuru maddeye sahip örnek marka 6 (13.97 ± 0.248) olmuştur. Bunu marka 3 (12.37 ± 0.316) ve marka 1 (10.58 ± 0.572) ile marka 5 (9.99 ± 0.081) izlemiştir. En düşük kuru madde içeriğini marka 2 (9.85 ± 0.002) ve marka 4 (9.75 ± 0.028) sergilemiş ve bu ikisi arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p < 0.05$).

Kefirlerin tespit ettiğimiz kuru madde içerikleri literatürde yer alan diğer çalışmalar ile benzerlik taşımaktadır. Ottogalli, Galli, Resmini ve Volonterio (1973) çalışmalarında kefirlerin kuru madde oranlarını %9.4 – 11.1 aralığında bulmuştur. Karagözlü (1990), kefirle ilgili yaptığı bir çalışmada kuru madde oranını %11.46 olarak saptamıştır. İnkübasyon sıcaklığının kefirin bazı nitelikleri üzerine etkisini araştıran Kaptan ve diğ. (1990) kuru maddeyi ortalama %12.23 bulmuşlardır. Kefirin duyuşsal özelliklerini araştıran Muir ve diğ. (1999) %1.8'den az yağ içeren örneklerin kuru maddesini ortalama %9.51, %2.0'den fazla yağ içeren örneklerde ise ortalama %12.67 olarak belirlemişlerdir. Depolama süresince kefirin fizikokimyasal özelliklerindeki değişimi inceleyen Irigoyen ve diğ. (2005), kefirin kurumadde içeriğini depolamanın 2. gününde %11.7; 28. gününde ise %11.3 olarak belirlemiştir.

Kırmızılardan en yüksek kuru madde içeriğine marka 1 (11.54 ± 0.040) sahip iken bunu aralarında $p < 0.05$ düzeyinde fark bulunmayan marka 2 (9.25 ± 0.115) ve marka 4 (9.21 ± 0.177) izlemiş, en düşük içeriği ise marka 3 (8.41 ± 0.014) sergilemiştir.

Kırmızların tespit ettiğimiz kuru madde içerikleri diğer bazı literatür çalışmalarındaki bulgular ile örtüşmektedir. Esengaleev (1971) sanatoryumda gerçekleştirdiği çalışmasında kırmızların kuru madde oranını %9.3-10.3 aralığında, Abdel-Salam ve diğ. (2010) ise %10.3 olarak tespit etmiştir.

4.1.2 Çözünür Protein İçeriği

Çeşitli markalardaki süt ve fermente süt ürünlerinin tespit edilen çözünür protein içerikleri (mg/mL), Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çeşitli markalardaki süt ve fermente süt ürünlerinin çözünür protein miktarları (mg/mL) (n=3)

Marka	Süt $\pm$ SD	Yoğurt $\pm$ SD	Peynir $\pm$ SD	Kefir $\pm$ SD	Kımız $\pm$ SD
1	18.90 ± 0.81^c	24.39 ± 0.45^c	68.87 ± 0.40^b	28.95 ± 0.55^b	256.35 ± 1.51^a
2	27.74 ± 0.88^b	39.63 ± 0.65^b	97.10 ± 0.47^a	20.08 ± 0.34^c	241.90 ± 0.89^b
3	47.87 ± 1.06^a	57.32 ± 0.72^a	39.84 ± 0.60^c	33.79 ± 0.47^a	173.90 ± 0.68^d
4	26.83 ± 1.28^b	19.82 ± 1.00^d	18.06 ± 0.51^d	21.49 ± 0.53^c	216.90 ± 1.65^c
5	18.60 ± 1.10^c	27.13 ± 0.54^c	67.46 ± 0.48^b	26.53 ± 0.55^b	-
6	-	-	-	37.02 ± 0.60^a	-

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar $P < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.2.'deki verilere göre ortalama en yüksek çözünür protein içeriğine sahip ürünler sırasıyla kıımız (222.26 ± 7.23), peynir (58.27 ± 6.05), yoğurt (33.66 ± 3.03), süt (27.99 ± 2.38) ve kefir (27.98 ± 1.34) olmuştur.

UHT sütler içerisinde çözünür protein içeriği en yüksek olan örnek marka 3 (47.87 ± 1.06 mg/mL), en düşük olan örnekler ise istatistiksel olarak benzer olan marka 1 ve 5 (18.90 ± 0.81 ve 18.60 ± 1.10 mg/mL) olmuştur. Ayrıca marka 2 ve 4'ün değerleri arasında $p < 0.05$ düzeyinde bir fark gözlenmemiştir.

Yoğurt ürünleri arasında ise en yüksek ve en düşük çözünür protein miktarlarını sırasıyla marka 3 (57.32 ± 0.72 mg/mL) ve marka 4 (19.82 ± 1.00 mg/mL) içermiştir. Çözünür protein içerikleri bakımından marka 1 ve 5'in istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Peynirlerlere bakılınca çözünür protein içeriği en yüksek olan örnek marka 2 (97.10 ± 0.47 mg/mL), en düşük olan örnek ise marka 4 (18.06 ± 0.51 mg/mL) olmuştur. Ayrıca çözünür protein içerikleri bakımından marka 1 ve 5 istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Kefirlerden çözünür protein içeriği en yüksek olan örnekler aralarında fark bulunmayan ($p < 0.05$) marka 6 (37.02 ± 0.60 mg/mL) ve marka 3 (33.79 ± 0.47 mg/mL) iken en düşük olan örnekler ise yine aralarında fark bulunmayan marka 2 (20.08 ± 0.34 mg/mL) ve marka 4 (21.49 ± 0.53 mg/mL) olmuştur. Ayrıca marka 1 ile 5 arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir.

Kıymız ürünleri içerisinde çözünür protein içeriği en yüksek olan örnek marka 1 (256.35 ± 1.51 mg/mL), en düşük olan örnek ise marka 3 (173.90 ± 0.68 mg/mL) olmuştur. Tüm kıymız örneklerinin çözünür protein içerikleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.1.3 Toplam Fenolik Madde İçeriği

Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre maddelerin fenolik madde içerikleri sahip oldukları antioksidan aktivite ile yakından ilişkilidir (Duh ve diğ., 1999). Maddelerin içerdikleri fenolik madde miktarı arttıkça ekstraktların bir gramının eşdeğer geldiği Gallik Asit miktarı (GAE) artmakta ve buna bağlı olarak da antioksidan aktivite artmaktadır.

Çizelge 4.3.'den görülebileceği üzere UHT sütler içerisinde en yüksek toplam fenolik madde miktarlarıyla marka 2, 3 ve 4 (10.07 ± 0.67 , 11.40 ± 0.67 , 10.73 ± 0.67) istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. Marka 5 (6.51 ± 0.77) en düşük toplam fenolik madde içeriği ile diğer tüm sütlerden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Marka 1 ve 2'nin ise aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.3. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin toplam fenolik madde miktarları (mg GAE /g) (n=3).

Marka	Süt $\pm$ SD	Yoğurt $\pm$ SD	Peynir $\pm$ SD	Kefir $\pm$ SD	Kıymız $\pm$ SD
1	9.18 ± 1.02^b	12.19 ± 1.27^c	50.59 ± 0.68^b	16.87 ± 1.15^c	38.62 ± 0.77^a
2	$10.07 \pm 0.67^{a,b}$	$19.14 \pm 2.10^{a,b}$	57.16 ± 0.90^a	12.87 ± 2.0^d	37.96 ± 0.77^a
3	11.40 ± 0.67^a	20.81 ± 1.27^a	23.24 ± 0.68^d	28.42 ± 1.02^a	19.73 ± 0.67^c
4	10.73 ± 0.67^a	16.92 ± 1.67^b	18.92 ± 0.34^e	13.09 ± 1.02^d	26.18 ± 0.77^b
5	6.51 ± 0.77^c	$19.69 \pm 2.10^{a,b}$	26.76 ± 1.02^c	13.76 ± 1.02^d	-
6	-	-	-	51.31 ± 1.39^b	-

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar $P < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Yoğurt ürünleri arasında marka 2,3 ve 5 (19.14 ± 2.10 , 20.81 ± 1.27 ve 19.69 ± 2.10) istatistiksel olarak ($p < 0.05$) benzer olup en yüksek toplam fenolik madde miktarını sergilemişlerdir. Buna karşın marka 1 (12.19 ± 1.27) en düşük toplam fenolik madde içeriği ile istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır. Analizde marka 3 ve 4'ün toplam fenolik madde içeriği bakımından istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu da görülmektedir.

Peynirlerin toplam fenolik madde içeriklerini istatistiksel olarak karşılaştırdığımızda; hepsinin birbirinden farklı olduğu görülmüş; bunlardan en yüksek içeriği marka 2 (57.16 ± 0.90), en düşük içeriği ise marka 4 (18.92 ± 0.34) sergilemiştir.

Apostolidis ve diğ. (2007) çeşitli baharat, bitki ve mantarlarla zenginleştirilmiş çedar, feta ve Roquefort peynirlerindeki toplam fenolik madde içeriğini belirleme çalışmalarında;

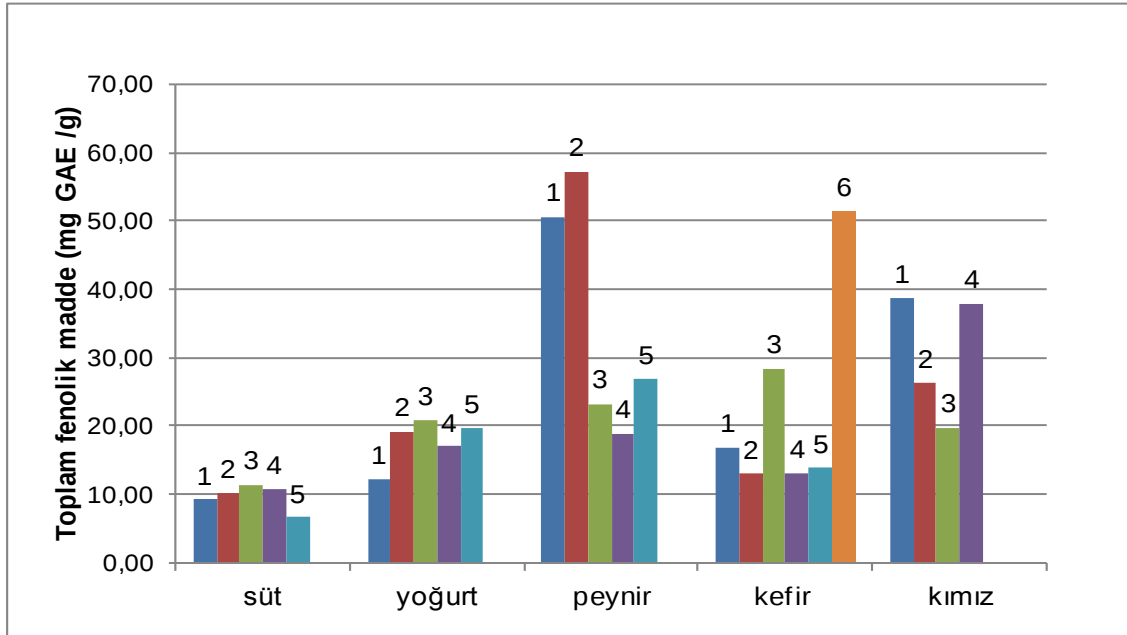
zenginleştirilmiş peynirin sade peynirden biraz yüksek ancak istatistiksel olarak önemli olmayan farklılıkta toplam fenolik madde içerdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışanlar arasında fungal kolonizasyonla üretilen Roquefort peynirleri, en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip (260 µg/g, 241 µg/g, 237 µg/g) peynirler olarak belirlenmiştir.

Kefir ürünlerinden ise en yüksek toplam fenolik madde miktarına marka 6 (51.31 ± 1.39) sahip olmuş, bunu sırasıyla marka 3 (28.42 ± 1.02) ve marka 1 (16.87 ± 1.15) takip etmiştir. Marka 6, 3 ve 1 arasında istatistiksel olarak fark gözlenirken, aralarında istatistiksel bir fark bulunmayan marka 2, 4 ve 5 (12.87 ± 2.0 , 13.09 ± 1.02 ve 13.76 ± 1.02) en düşük toplam fenolik içeriğine sahip kefir örnekleri olmuşlardır.

Kıymız ürünleri arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriğine aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan ($p < 0.05$) marka 1 (38.62 ± 0.77) ve marka 2 (37.96 ± 0.77) sahip olmuş, bunları marka 4 (26.18 ± 0.77) takip etmiştir. En düşük fenolik madde içeriğini de marka 3 (19.73 ± 0.67) sergilemiştir.

Şekil 4.1.'den de görülebileceği gibi ortalama toplam fenolik madde miktarları bakımından antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri ise en yüksekten en düşüğe doğru şöyle sıralanabilmektedir; peynir (35.33 ± 17.31), kıymız (30.62 ± 9.24), kefir (22.72 ± 15), yoğurt (17.35 ± 3.42) ve süt (9.58 ± 1.90).

Tüm örneklerin kendi içlerinde toplam fenolik madde içerikleri ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyona bakılmıştır (Ek 7-11). Toplam fenolik madde içerikleri ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyon sütler için istatistiksel olarak önemli ($r=0.5363$, $p=0.0393$), yoğurtlar için önemli ($r=0.6097$, $p=0.0158$), peynirler için çok kuvvetli ve önemli ($r=0.9488$, $p<0.0001$), kefirler için önemli ($r=0.8284$, $p<0.0001$), kıymızlar için kuvvetli ve önemli ($r=0.9157$, $p=0.0014$) bulunmuştur.



Şekil 4.1. Toplam fenolik madde miktarı bakımından antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.

4.1.4 Fe⁺² Şelatlama Aktivitesi

Her şelat ajanının antioksidan madde olmamasına rağmen, yağlı gıdaların acılaşmasını önlemede önemli rolleri bulunmaktadır. Çünkü lipit peroksidasyonunda demir bu reaksiyonu katalizlemektedir. Çoğu fenolik bileşik oksidasyon reaksiyonlarını katalizleyen demir iyonlarını bağlayarak aktivitelerini önlemekte ve böylece oksidasyonu yavaşlatmakta veya önlemektedirler (Yen ve Duh 1994).

Çizelge 4.4. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % şelat yapma aktiviteleri (n=3)

Marka	Süt ± SD	Yoğurt± SD	Peynir± SD	Kefir± SD	Kıymız± SD
1	23.70 ±2.04 ^c	51.08 ±0.36 ^d	75.91 ±0.22 ^c	20.05 ±0.42 ^e	Tespit edilemedi
2	29.43 ±3.35 ^b	56.38 ±0.66 ^b	85.29 ±0.14 ^a	32.55 ±0.35 ^c	
3	45.76 ±1.45 ^a	60.17 ±0.36 ^a	60.96 ±0.28 ^d	40.88 ±0.21 ^b	
4	43.77 ±1.44 ^a	45.37 ±0.25 ^e	56.53 ±0.22 ^e	17.64 ±0.37 ^f	
5	20.39 ±2.54 ^c	55.46 ±0.30 ^c	79.68 ±0.22 ^b	21.30 ±0.29 ^d	
6	-	-	-	66.99 ±0.29 ^a	

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar P<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çalışmamızda UHT sütlerin şelat yapma aktiviteleri karşılaştırıldığında Çizelge 4.4.'ten de görülebileceği üzere, en yüksek aktiviteyi marka 3 (45,76 ±1.45) ve 4 (43.77 ±1.44), en düşük aktiviteyi ise marka 1 (23.70 ±2.04) ve 4 (20,39 ±2.54) sergilemiştir. İstatistiksel olarak marka 3 ve 4'ün şelatlama aktivitesi kendi aralarında, marka 1 ve 5'in şelatlama aktivitesi kendi aralarında benzerlik göstermiş olup marka 2'nin aktivitesi ise tüm diğerlerinden farklılık göstermiştir (p<0.05).

Yoğurt ürünleri kendi aralarında incelendiğinde en yüksek şelatlama aktivitesine marka 3 (60.17 ±0.36) sahip iken bunu marka 2 (56.38 ±0.66) ve marka 5 (55.46 ±0.30) takip etmiş, en düşük aktiviteyi ise marka 4 (45.37 ±0.25) sergilemiştir. Tüm yoğurt örnekleri şelatlama aktivitesi bakımından birbirleriyle istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Farvin ve diğ. (2010) yoğurt ve peptitleri ile yaptıkları çalışmada yoğurdun demir (Fe⁺²) şelatlama aktivitesi (%7.77) gösterdiğini ancak fraksiyonlarına ayrılmış yoğurt peptitlerinin daha yüksek şelatlama yeteneklerine (fraksiyon>30 kDa için %20.62; fraksiyon 10-30 kDa için %28.15; fraksiyon 3-10 kDa için %98.61 ve fraksiyon<3kDa için %98.73) sahip olduklarını kanıtlamışlardır. Çalışmada küçük boyuttaki peptitler (10 kDa-3 kDa), büyük peptitlerden daha yüksek demir (Fe⁺²) şelatlama aktivitesi göstermişlerdir.

Peynirlere bakıldığında tüm markalar istatistiksel olarak birbirinden farklı şelatlama yetenekleri ortaya koymuşlardır (p<0.05). En yüksek şelatlama aktivitesi yüzdelerini sırasıyla marka 2 (85.29 ±0.14), marka 5 (79.68 ±0.22) ve marka 1 (75.91 ±0.22) sergilerken en düşük aktiviteyi ise marka 4 (56.53 ±0.22) göstermiştir.

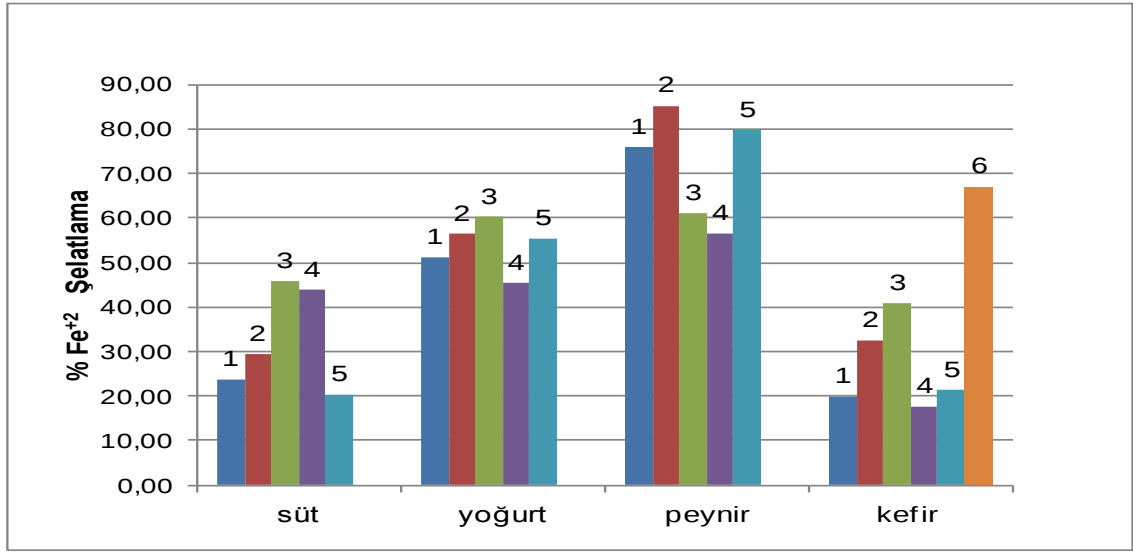
Kefirlerin şelatlama aktivitelerini karşılaştırdığımızda; hepsinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu görülmüş; bunlardan en yüksek aktiviteyi marka 6 (66.99 ±0.29) daha sonra marka 3(40.88 ±0.21) sergilemiş, en düşük aktiviteyi ise marka 4 (17.64 ±0.37) göstermiştir.

Çeşitli ferrozin:FeCl₂ oranları ile ürün seyreltme oranları kullanılmasına rağmen kıymız ürünlerinin Fe⁺² şelatlama aktiviteleri tespit edilememiştir. Bunun nedeninin, kıymızın yapıldığı kısırak sütünün inek sütünden çok daha farklı bir kimyasal kompozisyona sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında yöntem karşılaştırması yapabilmek adına her bir ürün için aynı antioksidan aktivitesi tayin yöntemleri kullanılmıştır. Dolayısıyla

kıymız ürünlerinin Fe^{+2} şelatlama aktivitesini belirleyebilmek için ayrıca bir yöntem geliştirmesine gerek duyulmaktadır.

Şekil 4.2.'den de görülebileceği üzere yüzde ortalama Fe^{+2} şelatlama antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri en yüksekte en düşüğe doğru şöyle sıralanabilmektedir; peynir (71.67 $\pm$ 12.36), yoğurt (53.69 $\pm$ 5.67), kefir (33.24 $\pm$ 18.75) ve süt (32.61 $\pm$ 11.58).

Fe^{+2} şelatlama aktiviteleri ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyon (Ek 7-11) sütler için istatistiksel olarak önemli ($r=0.6108$, $p=0.0156$), peynirler için önemli ($r=0.8944$, $p<0.0001$), yoğurtlar için kuvvetli ve önemli ($r=0.9320$, $p<0.0001$) ve kefirler için önemli ($r=0.5839$, $p<0.0109$) olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2. Fe^{+2} şelatlama antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.

4.1.5 İndirgeme Gücü

Bileşiklerin, yükseltgen bileşikler indirgeme gücü potansiyel antioksidan aktiviteyi gösteren önemli bir indikatördür (Meir ve diğ., 1995). Yükseltgen bir madde karşısındaki maddeyi okside ederken kendisi indirgenmektedir. Ortamdaki bu yükseltgen maddeleri indirgeyerek kendisi yükseltgenen maddeler oksidasyonu önledikleri için antioksidan aktiviteye sahiptirler (Orman, 2005). Bu yöntemde süt ve süt ürünleri ekstraktlarının, ortama ilave edilen yükseltgen bir madde olan demir (III) çözeltisini demir (II)'ye indirgeme gücü değerleri absorbans ölçümleri ile verilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin indirgeme gücü değerleri (700 nm'de absorbans ölçümü) (n=3).

Marka	Süt $\pm$ SD	Yoğurt $\pm$ SD	Peynir $\pm$ SD	Kefir $\pm$ SD	Kıymız $\pm$ SD
1	0.063 $\pm$ 0.002 ^c	0.098 $\pm$ 0.002 ^a	0.066 $\pm$ 0.002 ^b	0.098 $\pm$ 0.001 ^b	0.079 $\pm$ 0.001 ^a
2	0.063 $\pm$ 0.003 ^{b,c}	0.102 $\pm$ 0.001 ^a	0.078 $\pm$ 0.002 ^a	0.055 $\pm$ 0.001 ^e	0.059 $\pm$ 0.001 ^b
3	0.081 $\pm$ 0.004 ^a	0.103 $\pm$ 0.004 ^a	0.063 $\pm$ 0.003 ^b	0.100 $\pm$ 0.003 ^b	0.048 $\pm$ 0.002 ^c
4	0.068 $\pm$ 0.002 ^b	0.072 $\pm$ 0.002 ^c	0.058 $\pm$ 0.002 ^c	0.074 $\pm$ 0.003 ^d	0.050 $\pm$ 0.004 ^c
5	0.045 $\pm$ 0.002 ^d	0.081 $\pm$ 0.006 ^b	0.065 $\pm$ 0.002 ^b	0.083 $\pm$ 0.003 ^c	
6	-	-	-	0.155 $\pm$ 0.002 ^a	-

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar $P<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

UHT sütlerden marka 3 en yüksek indirgeme gücü aktivitesi değeri (0.08 ± 0.004), marka 5 ise en düşük indirgeme gücü aktivitesi değerini (0.04 ± 0.002) sergilemiştir. UHT sütlerin indirgeme güçleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında marka 1 ile 2 arasında ve marka 4 ile 2 arasında istatistiksel bir fark yoktur. Marka 1 ve 4 istatistiksel olarak birbirinden farklı, marka 3 ve marka 5 istatistiksel olarak tüm diğer sütlerden farklı bulunmuştur.

Yoğurtların indirgeme gücü aktivitelerine bakıldığında en yüksek indirgeme gücü değerlerini istatistiksel olarak aralarında fark olmayan marka 1, 2 ve 3 (0.10 ± 0.002 ; 0.10 ± 0.001 ve 0.10 ± 0.004) gösterirken en düşük değeri ise diğerleri ile aralarında fark bulunan marka 4 (0.07 ± 0.002) sergilemiştir.

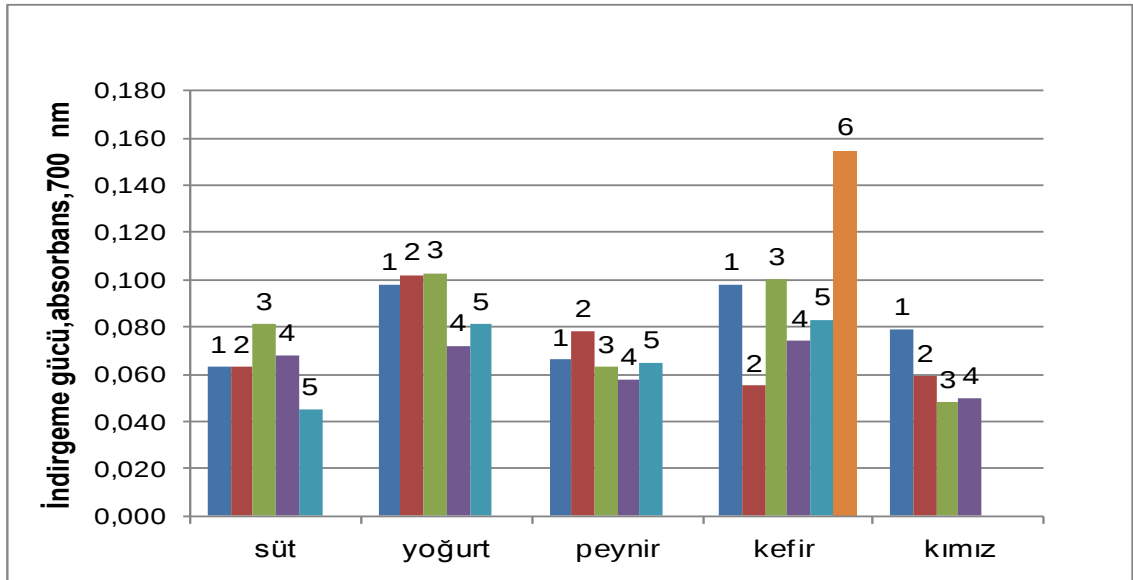
Farvin ve diğ. (2010) de 700 nm'de absorbans ölçümü ile belirledikleri indirgeme gücünü yoğurt için 0.054, peptit fraksiyonlarından; fraksiyon >30 kDa için 0.028, fraksiyon 10-30 kDa için 0.055, fraksiyon 3-10 kDa için 0.330 ve fraksiyon < 3 kDa için 0.917 olarak rapor etmiştir.

Peynirler arasında marka 2 (0.08 ± 0.002) istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunmuş ve en yüksek indirgeme gücüne sahip olmuştur. Marka 1, 3, 5 arasında farklılık yok iken en düşük indirgeme gücünü yine istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunan marka 4 (0.058 ± 0.002) sergilemiştir ($p < 0.05$).

İndirgeme gücü bakımından kefirleri karşılaştırdığımızda marka 6 (0.155 ± 0.002) en yüksek değer ile diğerlerinden ayrılmıştır. Daha sonra bunu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan marka 3 ve 1 (0.100 ± 0.003 ve 0.098 ± 0.001) izlemiş, en düşük indirgeme gücünü ise marka 2 (0.055 ± 0.001) göstermiştir.

Kırmızlara baktığımızda en yüksek indirgeme gücünü marka 1 (0.079 ± 0.001), en düşüğünü ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan marka 3 ve marka 4 sergilemiştir.

Şekil 4.3.'den de görülebileceği üzere ortalama indirgeme gücü antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri en yüksekten en düşüğe doğru şöyle sıralanabilmektedir; kefir (0.094 ± 0.034), yoğurt (0.091 ± 0.014), peynir (0.066 ± 0.007), süt (0.064 ± 0.013).ve kırmızı (0.059 ± 0.014).



Şekil 4.3. İndirgeme gücü antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.

İndirgeme gücü ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyon (Ek 7-11) sütler için istatistiksel olarak önemli ($r=0.6682$, $p=0.0065$), peynirler için önemli ($r=0.8412$, $p<0.0001$), yoğurtlar için önemli ($r=0.8390$, $p<0.0001$), kefirler için kuvvetli ve önemli ($r=0.9110$, $p<0.0001$) ve kıymızlar için önemli ($r=0.8742$, $p=0.0045$) bulunmuştur.

4.1.6 H₂O₂ Giderme Aktivitesi

Superoksit radikal anyonu ($O_2^{\bullet-}$) doğrudan lipit oksidasyonunu başlatmamasına rağmen, bu yöntem $O_2^{\bullet-}$ gidermede kullanılmaktadır. Çünkü metal iyonları varlığında aşırı reaktif hidroksil radikali ($\bullet OH$) Fenton reaksiyonu ($Fe^{+2} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{+3} + OH^- + \bullet OH$) tarafından oluşturulabilmektedir (Kanner ve diğ. 1987, Yen ve Duh 1994). Bu yüzden H₂O₂ giderme aktivitesi antioksidan özelliği saptamada önemli bir yöntemdir (Meyer ve diğ., 1994).

Çizelge 4.6. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % H₂O₂ radikali giderme aktiviteleri (n=3).

Marka	Süt ± SD	Yoğurt ± SD	Peynir ± SD	Kefir ± SD	Kıymız ± SD
1	3.15 ± 0.39 ^{c,d}	3.02 ± 0.84 ^b	0.81 ± 0.97 ^a	3.25 ± 0.84 ^b	5.81 ± 0.59 ^b
2	2.22 ± 1.06 ^d	3.42 ± 0.77 ^b	-7.84 ± 0.54 ^d	-1.51 ± 0.36 ^d	1.71 ± 0.29 ^c
3	3.92 ± 0.39 ^c	4.93 ± 0.73 ^a	-2.16 ± 0.47 ^b	3.49 ± 0.50 ^b	11.05 ± 1.35 ^a
4	6.14 ± 0.51 ^b	0.40 ± 0.60 ^c	-5.50 ± 0.41 ^c	-1.43 ± 0.48 ^d	1.33 ± 1.00 ^c
5	8.27 ± 0.78 ^a	2.70 ± 0.36 ^b	-8.02 ± 0.41 ^d	1.11 ± 0.99 ^c	-
6	-	-	-	4.84 ± 0.55 ^a	-

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar $P<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çalışmamızda UHT sütlerin H₂O₂ giderme aktivitelerini istatistiksel olarak karşılaştırdığımızda; hem marka 4 hem de marka 5 diğerlerinden farklı, marka 1 ile 3 ve marka 1 ile 2 birbiri ile benzer, fakat marka 2 ile 3 birbirinden farklı bulunmuştur. Sütler arasında en yüksek ve en düşük H₂O₂ giderme aktivitelerini sergileyenler marka 5 (8.27 ± 0.78) ve marka 2 (2.22 ± 1.06) olmuştur (Çizelge 4.6.).

Yoğurtların H₂O₂ giderme aktivitelerine baktığımızda 1, 2 ve 5 numaralı markalar arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Marka 3 ve marka 4'ün hem kendi aralarında hem de diğerleri ile aralarında istatistiksel olarak farklılık mevcuttur. Yoğurtlar arası en yüksek H₂O₂ indirgeme aktivitesini marka 3 (4.93 ± 0.73) gösterirken en düşük aktiviteyi marka 4 (0.40 ± 0.60) sergilemiştir.

İncelenen peynir ürünleri arasından yalnızca bir tanesi; marka 1; az bir yüzde ile (0.81 ± 0.97) H₂O₂ giderme aktivitesi sergileyebilmiştir. Diğer tüm markalar ise hiçbir giderme aktivitesi gösterememiştir.

Kefir ürünlerinden ise marka 1, 3, 5 ve 6 H₂O₂ giderme yeteneğine sahip iken marka 2 ve 4 giderme aktivitesi sergileyememiştir. Marka 6 en yüksek giderme aktivitesi (4.84 ± 0.55) sergilemiş olup istatistiksel olarak da diğerlerinden farklılık göstermiştir. Bunun yanında marka 5 H₂O₂ giderme yeteneği olanlar içerisinde en düşük aktivite (1.11 ± 0.99) ile istatistiksel olarak da diğerlerinden farklı bulunmuştur.

Kıymızlar içerisinde en yüksek H₂O₂ giderme aktivitesini sırasıyla marka 3 (11.05 ± 1.35) ve marka 1 (5.81 ± 0.59) gösterirken aralarında istatistiksel bir fark bulunmayan marka 2 ile 4 en düşük giderme aktivitelerini sergilemiştir (1.71 ± 0.29; 1.33 ± 1.00).

Süt ürünlerinin H₂O₂ gidermedeki düşük kapasiteleri, yapılarında bulunan ve H₂O₂ oluşumunu etkileyen bazı enzimler (süperoksit dismutaz enzimi (SOD), glutatyon peroksidaz (GSH-Px) ve

katalaz gibi) ve laktik asit bakterilerinin değişen miktar ve etkinliklerinden kaynaklanabilmektedir. Kefir ve yoğurtta ise hem H_2O_2 üretimi yapan hem de bu radikali indirgeme aktivitesi gösteren bazı bakterilerin de bulunduğu bilinmektedir (Collins ve Aramaki, 1980; Teraguchi ve Ono, 1987, Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000; Wang ve diğ., 2006).

H_2O_2 giderme aktivitesi ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyon (Ek 7-11) süt, yoğurt, peynir ve kefirler için istatistiksel olarak önemli değil ($r=0.4043$, $p=0.1350$), ($r=0.4720$, $p=0.0547$), ($r=-0.3270$, $p=0.2341$), ($r= 3113$, $p=0.2528$) iken kıymızlar için önemli ($r=0.8870$, $p=0.0021$) bulunmuştur.

4.1.7 DPPH Radikalini İndirgeme Aktivitesi

Proton radikali indirgeme faaliyeti antioksidan aktivitede önemli bir mekanizma olarak belirtilmektedir. DPPH bileşiği ile proton radikali indirgeme aktivitesinin analizi; bu bileşiğin antioksidanlarca renginin giderilebilmesi özelliğinden dolayı oldukça basit ve tekrarlanabilir bir deney olarak bilinmektedir. DPPH radikali 517 nm'de karakteristik bir emilim gösterir ve proton radikal gidericiler ile karşılaştığında sahip olduğu mor rengi açılır ve bu radikalin konsantrasyonundaki azalma 517 nm'de absorbansın düşmesiyle gözlemlenebilmektedir (Brand-Williams ve diğ., 1995; Yamaguchi ve diğ., 1998). Çizelge 4.7.'de piyasadan alınmış süt ve fermente ürünlerinin DPPH radikali % indirgeme aktiviteleri verilmiştir.

Çizelge 4.7. Piyasadan alınmış çeşitli süt ve fermente süt ürünlerinin % DPPH radikali indirgeme aktiviteleri (n=3).

Marka	Süt $\pm$ SD	Yoğurt $\pm$ SD	Peynir $\pm$ SD	Kefir $\pm$ SD	Kıymız $\pm$ SD
1	31.62 $\pm$ 0.77 ^{c,d}	66.67 $\pm$ 0.55 ^c	45.17 $\pm$ 1.03 ^c	68.84 $\pm$ 0.34 ^c	45.51 $\pm$ 0.37 ^a
2	32.13 $\pm$ 0.15 ^{b,c}	71.01 $\pm$ 0.76 ^{a,b}	62.77 $\pm$ 0.26 ^a	58.35 $\pm$ 0.57 ^e	42.81 $\pm$ 0.25 ^b
3	34.88 $\pm$ 0.30 ^a	71.73 $\pm$ 0.45 ^a	37.68 $\pm$ 0.57 ^d	71.09 $\pm$ 1.01 ^b	36.97 $\pm$ 0.43 ^c
4	32.73 $\pm$ 0.26 ^b	58.71 $\pm$ 0.50 ^d	37.38 $\pm$ 1.01 ^d	68.84 $\pm$ 0.34 ^c	34.69 $\pm$ 0.25 ^d
5	31.28 $\pm$ 0.39 ^d	70.43 $\pm$ 0.55 ^b	48.84 $\pm$ 0.34 ^b	66.44 $\pm$ 0.79 ^d	-
6	-	-	-	94.08 $\pm$ 0.34 ^a	-

* Aynı sütündeki farklı harfle belirtilen ortalamalar $P < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.7.'den de görülebileceği üzere en yüksek DPPH radikali indirgeme aktivitesini sergileyen UHT süt çeşidi diğerlerinden istatistiksel olarak farklılık gösteren marka 3 (34.88 $\pm$ 0.30) olmuştur. Marka 3'ü istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan marka 4 ve 2 (32.73 $\pm$ 0.26 ve 32.13 $\pm$ 0.15) takip ederken; en düşük aktiviteyi yine aralarında istatistiksel bir fark bulunmayan marka 5 ve 1 (31.62 $\pm$ 0.77 ve 31.28 $\pm$ 0.39) sergilemişlerdir ($p < 0.05$).

Yoğurtların DPPH radikali indirgeme aktivitelerini karşılaştırdığımızda; DPPH radikali en iyi indirgeyenler istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan marka 3 ve 2 (71.73 $\pm$ 0.45 ve 71.01 $\pm$ 0.76) olmuştur. Bununla birlikte marka 2 ile istatistiksel olarak benzer olan marka 5 (70.43 $\pm$ 0.55) en yüksek indirgeme aktivitesi gösteren üçüncü yoğurt çeşidi olurken marka 4 (58.71 $\pm$ 0.50) en düşük aktivite ile diğerlerinden farklılık göstermiştir.

Çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak; Farvin ve diğ. (2010) de hem yoğurdun hem de fraksiyonlarına ayrılmış peptitlerinin DPPH radikali indirgeme aktivitelerini ortalama % 60'ın üzerinde bulmuştur. Yoğurt % 94.47, fraksiyon > 30 kDa % 99.32, fraksiyon 10-30 kDa % 97.74, fraksiyon 3-10 kDa % 79.64 ve fraksiyon < 3 kDa % 67.06 indirgeme aktivitesi göstermiştir. İndirgeme gücü ve Fe+2 şelatlama aktivitelerindekinin tersine DPPH radikali indirgemede küçük boyutlu peptit fraksiyonları daha düşük bir antioksidan aktivite sağlamıştır. Fraksiyonların bu yüksek indirgeme yetenekleri içerdikleri peptitlerin elektron verici özellikteki yapıları ile radikal bağlamalarından ileri gelmiştir.

Peynirlerden marka 2 (62.77 ± 0.26) en yüksek DPPH serbest radikalini indirgeme aktivitesini göstermiş, bunu sırasıyla marka 5 (48.84 ± 0.34) ve marka 1 (45.17 ± 1.03) izlemiştir. Peynir çeşitlerinden sadece marka 3 ve 4 ün aralarında istatistiksel bir fark olmadığı gözlenmiş ve ayrıca bunların en düşük radikal indirgeme aktivitesine sahip oldukları tespit edilmiştir (37.68 ± 0.57 ve 37.38 ± 1.01).

Benzer şekilde Mann ve diğ. (2009), çedar peynirinin DPPH radikalini indirgeme aktivitesinin olgunlaşmanın 4. ayında % 70'lere yaklaştığını tespit etmiştir. Peynirdeki antioksidan aktivitenin artış seyri suda çözünür peptit oluşumunun artışı ile paralellik göstermiştir. Antioksidan aktivite proteoliz ile salınan bu antioksidatif peptit parçalarına ve kullanılan starter kültür bakterilerinin etkisine bağlanmıştır.

Pritchard ve diğ. (2010), çedar peynirlerinin DPPH radikalini indirgeme aktivitelerini incelemiş ve peynirde çözünür peptit konsantrasyonu arttıkça daha yüksek antioksidan aktivite değerlerini sergilediğini rapor etmişlerdir.

Apostolidis ve diğ. (2007) de çalışmalarında sade çedar peynirinin DPPH radikalini indirgeme aktivitesini % 33, feta peynirinin ise % 26 olarak tespit etmiştir. Yazarlar çalışmalarında ayrıca suda çözünür toplam fenolik konsantrasyonu ile DPPH radikalini indirgeme aktivitesi arasında bir karşılaştırma yaptıklarında, bu ikisi arasında pozitif bir korelasyon tespit edemediklerini rapor etmişlerdir.

Analiz edilen kefirler arasında ise marka 6 (94.08 ± 0.34) en yüksek DPPH radikali indirgeme aktivitesini sergilerken bunu sırasıyla marka 3 (71.09 ± 1.01) ve istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan marka 1 ile 4 (68.84 ± 0.34 ve 68.84 ± 0.34) izlemiştir. En düşük aktiviteyi ise marka 2 (58.35 ± 0.57) göstermiştir.

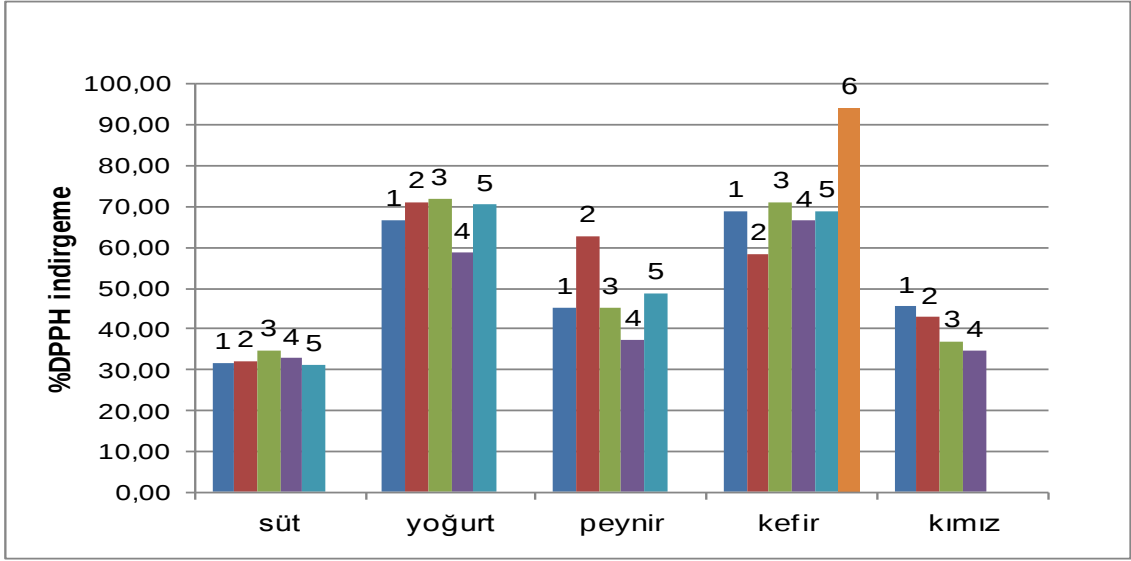
Liu ve diğ. (2005a) çalışmalarında süten fermentasyon sonucu elde edilen kefirin ilgili prosesin son aşaması olan 32. saat sonundaki DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitesini % 90-100 aralığında ve bizim ticari kefirlerdeki bulgularımızdan biraz daha yüksek olarak tespit etmiştir.

Tüm kırmızı örneklerinin DPPH radikali indirgeme aktiviteleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. En yüksek indirgeme yeteneğine sahip kırmızı örneği marka 1 (45.51 ± 0.37) olurken en düşük aktiviteyi marka 4 (34.69 ± 0.25) sergilemiştir.

Kırmızı ile ilgili alandaki tek çalışmada Abdel-Salam ve diğ. (2010) DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitesini taze kırsak sütünde 14.97, kırmızda 16.93 ve lif & probiyotikli kırmızda 28.43 ($\mu\text{mol Trolox}/100 \text{ g kuru madde}$) olarak rapor etmiştir.

Şekil 4.4.'den de görülebileceği üzere % ortalama DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri en yüksekten en düşüğe doğru şöyle sıralanabilmektedir; kefir (71.27 ± 12.02), yoğurt (67.71 ± 5.40), peynir (46.37 ± 10.40), kırmızı (40.00 ± 5.02) ve süt (32.53 ± 1.42).

DPPH radikalini indirgeme aktivitesi ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyon (Ek 7-11) sütler için istatistiksel olarak önemli ($r=0.6344$, $p=0.0111$), peynirler için önemli ($r=0.8504$, $p<0.0001$), yoğurtlar için önemli ($r=0.8791$, $p<0.0001$), kefirler için çok kuvvetli ve önemli ($r=0.9523$, $p<0.0001$) ve kırmızlar için önemli ($r=0.7857$, $p=0.0208$) bulunmuştur. Tüm örneklerde çözünür protein içeriği arttıkça DPPH radikalini indirgeme aktivitesi de artmıştır.



Şekil 4.4. DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerine göre süt ve ürünleri.

4.1.8. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyon

UHT sütlerin ve diğer fermente süt ürünlerinin antioksidan aktivitelerini ortaya koyan 5 farklı analiz metodu arasında korelasyon analizi yapılmıştır.

Ek 12'den de görülebileceği üzere UHT sütler için tüm metotlar arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar tespit edilmiş iken, yalnızca toplam fenolik madde miktarı ile H_2O_2 giderme metodu arasındaki korelasyon önemsiz ($r=0.4769$, $p=0.0722$) bulunmuştur ($p<0.05$).

Yoğurtlara baktığımızda toplam fenolik madde miktarı ile H_2O_2 giderme ve yine fenolik madde miktarı ile indirgeme gücü aktiviteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyon gözlenmemiş iken ($r=0.3817$, $p=0.1603$ ve $r=0.3606$, $p=0.1867$) bunların dışındaki tüm metotlar arasında önemli korelasyonlar tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Ek 13).

Peynir örneklerinde H_2O_2 giderme aktivitesi ile sırasıyla toplam fenolik madde miktarı, Fe^{+2} şelatlama ve indirgeme gücü aktiviteleri arasında önemli bir korelasyon bulunmamış ($p=0.5178$, $p=0.05$, $p=0.3773$), bunun haricindeki tüm aktiviteler arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) korelasyonlar tespit edilmiştir (Ek 14).

Kefir örnekleri için uygulanan tüm antioksidan aktivite analizleri arasında $p<0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli korelasyonlar tespit edilmiştir (Ek 15).

Kıymızlara baktığımızda ise H_2O_2 giderme aktivitesi dışındaki tüm analizler kendi aralarında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar sergilemiş; H_2O_2 giderme aktivitesi ise sadece DPPH radikalini giderme aktivitesi ile istatistiksel olarak önemli seviyede bir korelasyon ortaya koymuştur ($r=0.6000$, $p=0.0392$) (Ek 16).

Genel olarak analiz metotları arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar gözlenmiştir. Bunlardan aralarında kuvvetli korelasyon bulunanlar; kefirde; indirgeme gücü ile hidrojen peroksit giderme aktiviteleri arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.9394$, $p<0.0001$); indirgeme gücü ile dpph radikali indirgeme aktivitesi arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.9270$, $p<0.0001$); hidrojen peroksit giderme aktivitesi ile dpph radikali indirgeme aktivitesi arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.8901$, $p<0.0001$), sütte; Fe^{+2} şelatlama ile dpph radikali indirgeme aktivitesi

arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.8950$, $p<0.0001$), peynirde; Fe^{+2} şelatlama ile dpph radikali indirgeme aktivitesi arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.9240$, $p<0.0001$); Fe^{+2} şelatlama ile indirgeme gücü arasındaki kuvvetli korelasyon ($r=0.9113$, $p<0.0001$) ve yoğurtta; Fe^{+2} şelatlama ile dpph radikali indirgeme aktivitesi arasındaki kuvvetli korelasyondur ($r=0.8916$, $p<0.0001$). Ancak kefir ürünleri haricindeki tüm diğer ürünlerde çoklukla H_2O_2 giderme aktivitesi ile diğer antioksidan aktiviteler arasındaki korelasyon önemli bulunmamıştır ($p<0.05$).

4.2. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Yoğurt ve Kefir

4.2.1. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Yoğurt

Fermantasyonun antioksidan aktivite üzerine etkisini saptamak için geleneksel yöntemle üretilen yoğurdun fermantasyonun ve olgunlaşmasının belli aşamalarındaki (0, 1, 2, 3, 4 ve 16. saatler) antioksidan aktivitesine bakılmıştır.

Çizelge 4.8.'de sütün geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca toplam fenolik madde, şelat yapma, indirgeme gücü, hidrojen peroksit giderme ve DPPH serbest radikalini indirgeme olmak üzere 5 ayrı metot ile antioksidan aktivitesindeki değişim verilmiştir.

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.5'den görülebileceği üzere, fermantasyon başlangıcındaki sütün toplam fenolik madde miktarı (8.456 ± 1.39) fermantasyon boyunca artış göstermiştir. Sütün yoğurda fermantasyonu boyunca toplam fenolik madde içeriği artarak fermantasyon sonundaki 4. saatte 18.122 ± 1.02 mg GAE/g değerine, ve olgunlaşma sonundaki 16. saatte 24.011 ± 1.02 mg GAE/g değerine ulaşmıştır. İstatistiksel olarak; 3. ile 4. saatteki toplam fenolik madde içeriği arasında ve 1. ile 2. saatteki toplam fenolik madde içeriği arasında fark gözlenmez iken başlangıçtaki süt ile final yoğurdun toplam fenolik madde içeriği arasında fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

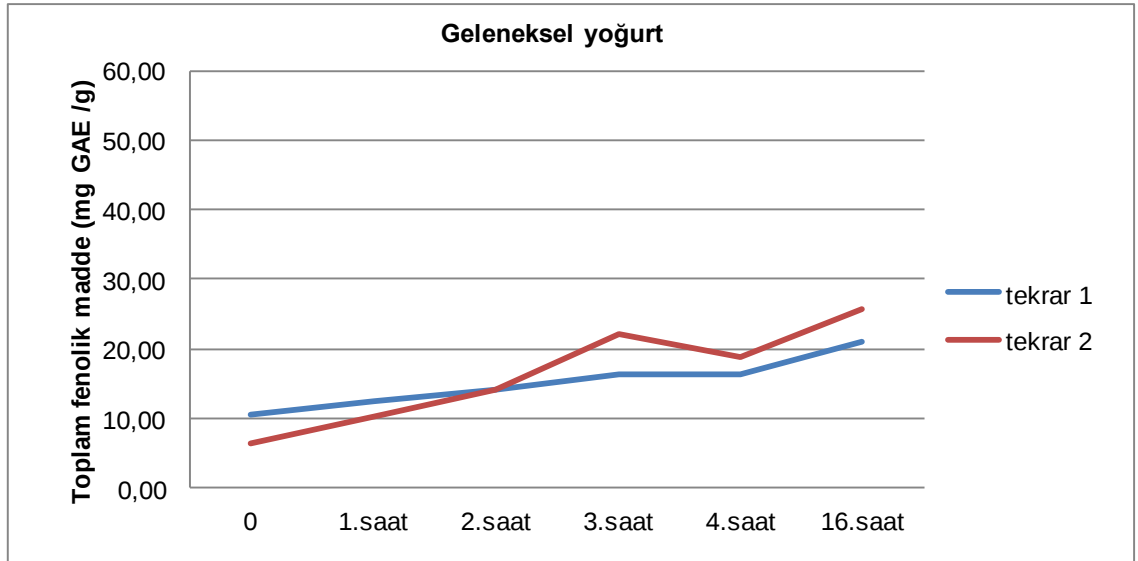
Amirdivani ve Baba (2011), sade ve otlarla zenginleştirilmiş yoğurdun toplam fenolik içeriğini incelemiş ve $4^\circ C$ 'lik buz dolabı sıcaklığında 28 günlük depolama süresi sonunda sade yoğurdun toplam fenolik içeriğini 15.4 ± 0.8 μg GAE/mL olarak tespit etmiştir. Yazarlar çalışmalarında ayrıca depolama süresince toplam fenolik içeriğinin sürekli bir artış gösterdiğini belirtmiştir. Bunun nedeni proses boyunca süt proteinlerinin parçalanması ve bazı fenolik bileşenlerin ortaya çıkması ile açıklanmıştır. Örneğin parçalanma sonucu serbest kalan tirozin aminoasidinin fenolik yan zincirinin bu artışa neden olduğu düşünülmektedir. Diğer bir olasılık da şudur ki; fermantasyon boyunca ve asitleşme sonrasındaki ferulik ve p-kumarik asit gibi bazı fenolik asitlerin mikrobiyal kullanımı aromatik yapı parçalanmadan önce vanilik ve p-hidroksibenzoik asit gibi diğer fenolik bileşenlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki fermantasyon boyunca fenolik bileşen içeriği artışı ile benzerlik göstermektedir.

Farnworth (2008), sütün yoğurda fermantasyonunda süt proteinlerinin önce peptit ve aminoasitlere parçalandığını, daha sonra bu peptitlerin de yoğurt bakterilerinin içerdiği peptidazlarca daha küçük peptit ve çokça serbest aminoasitlere parçalandığını belirtmiştir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızdaki yoğurt fermantasyonunda (Şekil 4.5.'den de görülebilen) toplam fenolik madde miktarının 3. saatten 4. saate geçişteki (istatistiksel olarak önemli olmayan) azalışı büyük proteinlerin küçük peptitlere parçalanmasının zamanla azalması ile açıklanabilir. Toplam fenolik madde miktarının 4. saatten sonraki artışının ise prosesin devamı olarak ortaya çıkan peptitlerin daha küçük ve aktif peptitlere ve özellikle tirozin gibi fenolik yan zincire sahip olan bazı serbest aminoasitlere olan ileri parçalanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca antioksidan aktivitesindeki değişim (n=3).

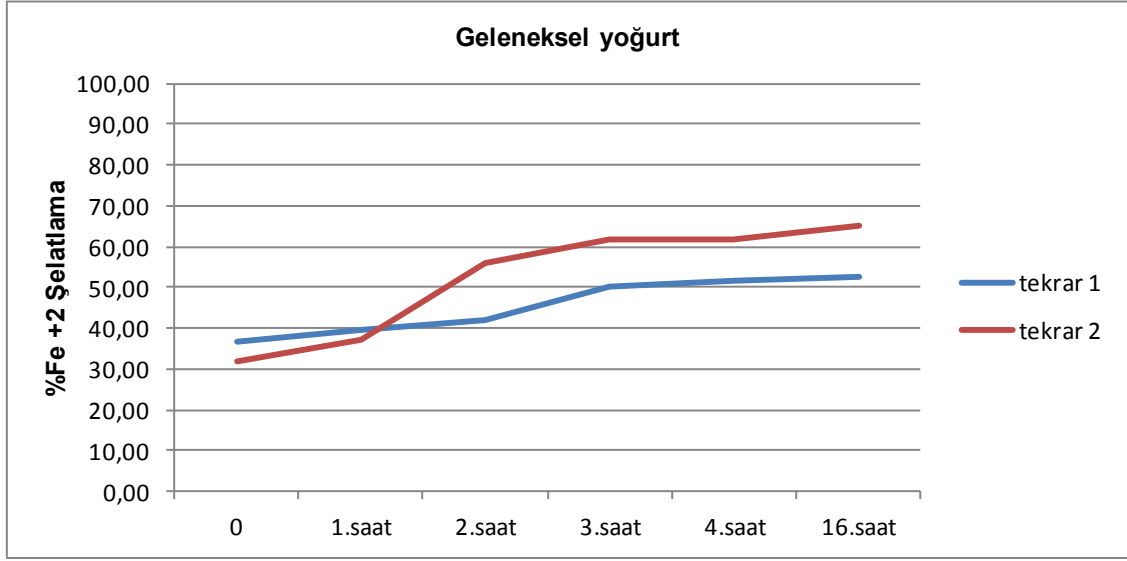
Antioksidan aktivite	Süt(0.saat) ± SD	1.saat ± SD	2.saat ± SD	3.saat ± SD	4.saat ± SD	16.saat ± SD
Toplam fenolik (mg GAE/g)	8.45±1.39 ^d	13.34±1.02 ^c	14.01±1.02 ^c	19.23±1.02 ^b	18.12±1.02 ^b	24.01±1.02 ^a
Fe ⁺² şelatlama (%)	34.27±0.43 ^c	38.52±0.50 ^c	48.95±0.60 ^b	55.83±0.79 ^a	56.66±0.60 ^a	58.92±0.43 ^a
İndirgeme gücü (absorbans)	0.052±0.001 ^c	0.060±0.002 ^c	0.057±0.003 ^c	0.066±0.003 ^{b,c}	0.078±0.005 ^b	0.10±0.002 ^a
H ₂ O ₂ giderme (%)	4.00±0.64 ^a	2.58±0.64 ^a	-1.73±0.78 ^c	0.87±0.39 ^b	0.95±0.78 ^b	-1.07±1.03 ^c
DPPH indirgeme (%)	35.30±0.42 ^c	42.00±0.32 ^b	53.65±0.53 ^a	56.30±0.55 ^a	57.81±0.61 ^a	59.49±0.42 ^a

*Aynı satırdaki farklı harfle belirtilen ortalamalar P<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



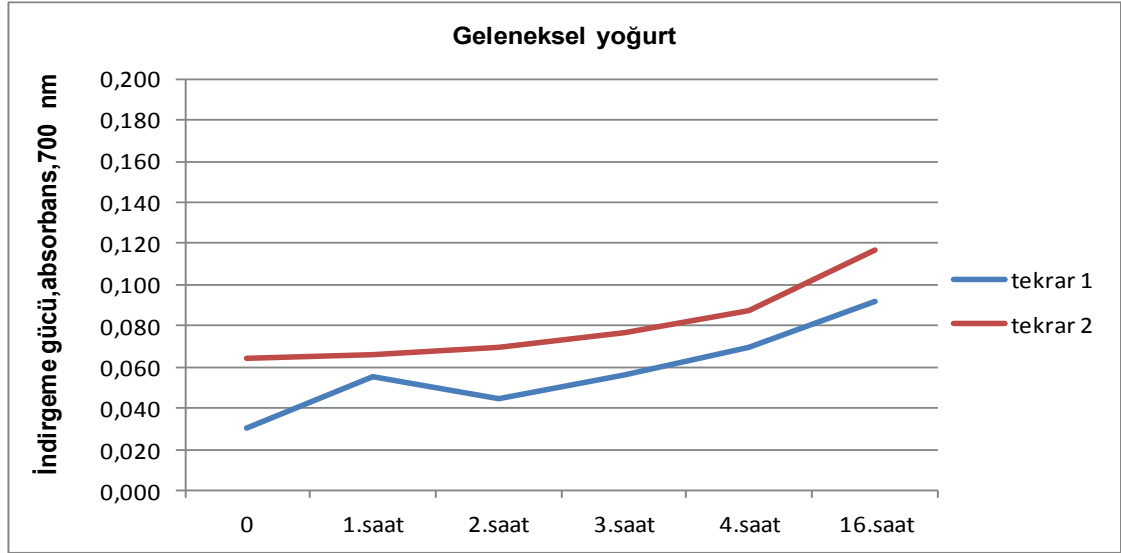
Şekil 4.5. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim.

Sütün Fe⁺² (demir +2) şelatlama yeteneği başlangıçta %34.275±0.43 iken yoğurda fermantasyonu ve olgunlaşma sırasında yükselerek %56.669 ± 0.60 ve %58.928 ± 0.43 değerlerine çıkmıştır. Yine Fe⁺² şelatlama yetenekleri bakımından; fermantasyon sonundaki ile olgunlaşma süresi sonundaki yoğurt arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiş ancak bu ikisi ile başlangıç sütü değerleri arasında istatistiksel bir fark olduğu görülmüştür. (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.6.)



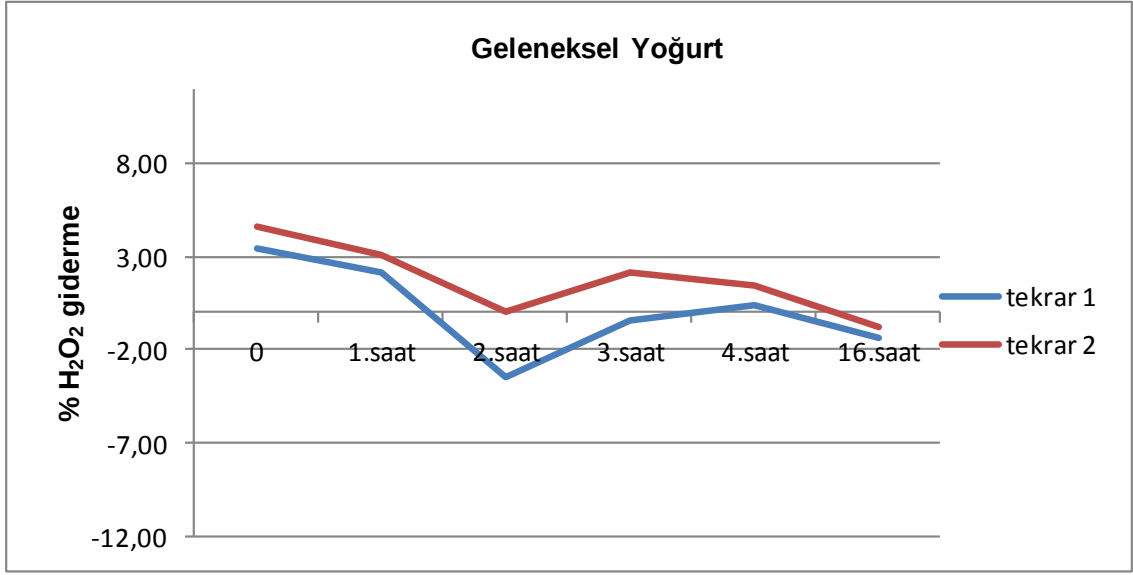
Şekil 4.6. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Fe^{+2} şelatlama yeteneğindeki değişim.

Yoğurt yapımında; başlangıçtaki sütün indirgeme gücü 0.052 ± 0.43 (700 nm' deki absorbans) olarak tespit edilmiş ve indirgeme gücü fermantasyon boyunca artmaya devam ederek 4. Saatte 0.078 ± 0.005 değerine ulaşmıştır. Daha sonra olgunlaşmaya bırakılan yoğurdun indirgeme gücü bu süreçte de artmaya devam etmiş ve istatistiksel bir fark yaratarak 0.104 ± 0.002 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca indirgeme gücündeki değişim.

Hidrojen peroksit (H_2O_2) radikalini giderme aktivitesine baktığımızda Çizelge 4.8.'den de takip edilebileceği gibi; başlangıçtaki sütün bu radikali giderme yeteneğinin $\% 4.003 \pm 0.64$ gibi düşük olduğu ve sütün yoğurda fermantasyonu boyunca bu yeteneğinin artıp azalma şeklinde devam ederek olgunlaşma sonunda ortadan kalktığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Hidrojen peroksit (H₂O₂) radikalini giderme aktivitesindeki değişim.

Sütteki süperoksit dismutaz enzimi (SOD), H₂O₂ oluşumunu katalizlerken, katalaz ve GSH-Px bu radikalin parçalanmasını sağlamaktadır (Lindmark-Mannson ve Akesson, 2000). Jimenez ve diğ. (2008), çeşitli bitki, meyve ve vitaminlerce zenginleştirilmiş yoğurt çalışmasında tek tek tüm malzemelerin ve fermantasyon sonucu oluşan yoğurtların H₂O₂ indirgeme kapasitesini ölçmüştür. Analiz sonucunda yeşil çay dışında süt de dahil olmak üzere hiçbir malzeme ve yine hem sade hem de zenginleştirilmiş yoğurtların hiçbirisi H₂O₂ radikalini indirgeme yeteneği sergilememiştir. Açıklama olarak yazarlar sütün pastörizasyonu sonucunda hala SOD enziminin aktivitesini devam ettirebileceğini ancak ısıya oldukça duyarlı olan katalazın inaktif olarak H₂O₂ üretimine olanak sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca GSH-Px enziminin piyasadaki sütte tespit edilmemiş olması da bu sonuç için olası bir neden olarak önerilmiştir.

Dolayısıyla çalışmamızda sütün yoğurda fermantasyonunda H₂O₂ indirgeme kapasitesinin artış ve azalışlar gösterip sonra da yok olması sütteki bahsi geçen enzimlerin dağılımı ve fermantasyon koşullarının bu enzimler üzerine farklı etkileri ile ilişkilendirilebilmektedir (Jimenez ve diğ., 2008). Ayrıca bazı laktik asit bakterilerinin H₂O₂ radikalini üretebildiği bazı çalışmalardan (Collins ve Aramaki, 1980; Teraguchi ve Ono, 1987) bilinmekte ve fermantasyon boyunca bu yolla ilgili radikalin konsantrasyonunun artmış olabileceği düşünülmektedir.

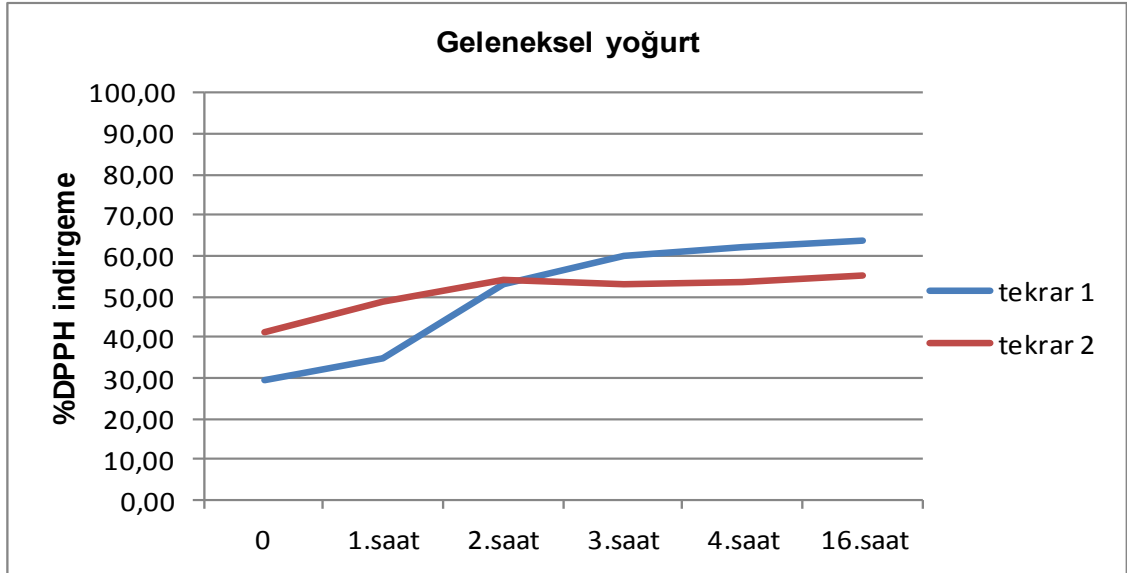
Diğer yandan yoğurdun H₂O₂ radikalini giderme ve engelleme özelliği olduğunu kanıtlayan çalışmalar da mevcuttur. Ou ve diğ. (2006) yoğurt bakterilerin (*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) hücre içi ekstraktlarının H₂O₂ radikalini bağırsak hücreleri üzerine olan oksidatif hasarını inhibe edebildiklerini belirtmiştir. Çalışmada bu iki bakterinin bağırsak hücrelerini H₂O₂ radikalini hücre zehirlenmesi etkilerinden koruyabilme potansiyeli sırasıyla % 71 ve % 48 olarak tespit edilmiştir.

Lin ve Yen (1999b)'in laktik asit bakterileri ile yaptıkları çalışmalarında tüm bakteri suşları reaktif oksijen türlerini indirgeme aktivitesi sergilemişlerdir. Bunlardan *L. acidophilus* E suşu en yüksek hidroksil radikalini, *B. longum* B6 en yüksek hidrojen peroksit radikali indirgeme aktivitesine sahip suşlar olarak rapor edilmiştir.

Sütün DPPH radikalini indirgeme aktivitesi ($\% 35.301 \pm 0.42$), yoğurda fermantasyonu prosesi boyunca artmış, fermantasyon sonunda $\% 57.814 \pm 0.61$ ve olgunlaşma süresi sonunda $\% 59.490 \pm 0.42$ değerine kadar yükselmiştir (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.9.).

Benzer şekilde Amirdivani ve Baba (2011)'in çalışmasında da sütün yoğurda fermantasyonunun 7 günlük depolama süresi sonunda DPPH radikali indirgeme aktivitesinde süte göre artış olduğu belirtilmiştir. İlgili çalışmada $\% DPPH$ indirgeme aktivitesi dolapta depolamanın ilk 7 günü sonunda en yüksek değerine ($\% 33.6 \pm 0.8$) ulaşmış daha sonra azalmıştır. Artışın nedeni bazı yoğurt bakterilerinin düşük sıcaklıklarda bile metabolik olarak aktif kalabilmesi ve devam eden mikrobiyel gelişimin bazı fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerini etkilemesi olarak açıklanmıştır.

Çalışmamızda geleneksel yoğurt yapımı sırasında H_2O_2 radikalini giderme aktivitesi dışında genel olarak antioksidan aktivite artmıştır. Yoğurt fermantasyonu sırasında proteinlerden salınan peptitlerin antioksidatif etkilerini inceleyen Farvin ve diğ. (2010)'ne göre; yoğurdun sütün daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olması sütün laktik asit bakterileriyle fermantasyonu sırasında antioksidatif peptitlerin ortaya çıkması ve yoğurdun süte oranla daha düşük oksijen içeriğine sahip olması ile açıklanabilmektedir.



Şekil 4.9. Geleneksel yöntemle üretilmiş yoğurdun fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca DPPH radikalini giderme aktivitesindeki değişim.

4.2.2. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Kefir

Çizelge 4.9.'da sütün geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca (0, 5, 10, 15, 20 ve 32. saatlerde) toplam fenolik madde, şelat yapma, indirgeme gücü, hidrojen peroksit giderme ve DPPH serbest radikalini indirgeme olmak üzere 5 ayrı metot ile antioksidan aktivitesindeki değişim verilmiştir.

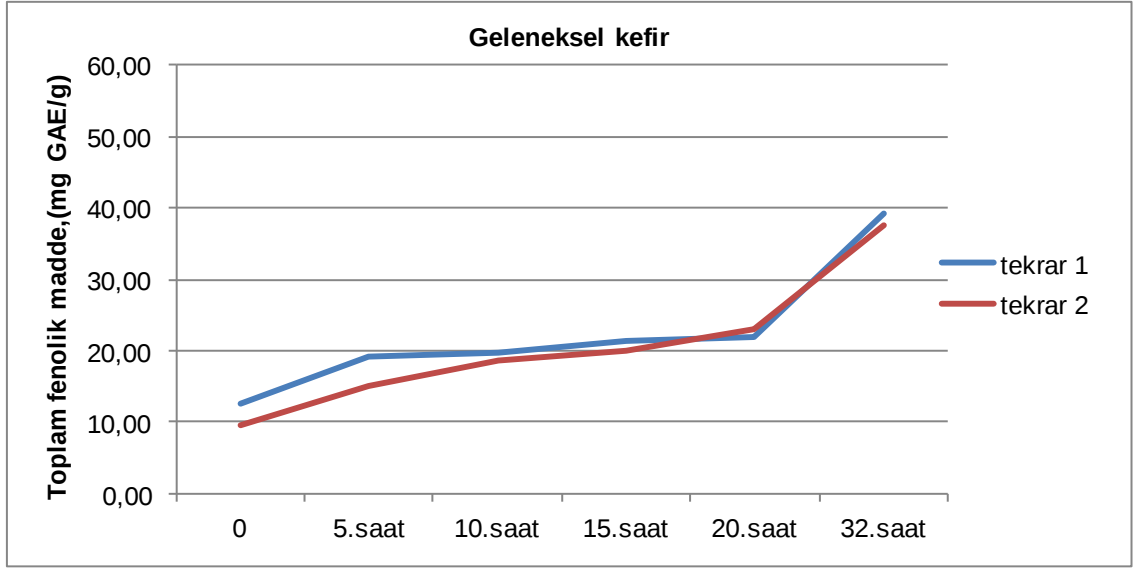
Çizelge 4.9. ve Şekil 4.10.'a baktığımızda kefir fermantasyonu başlangıcındaki sütün toplam fenolik madde miktarının 11.022 ± 1.54 (mg GAE/g) iken fermantasyon sonunda 22.435 ± 1.54 (mg GAE/g)'ye; akabindeki olgunlaşma süresi sonunda da 38.324 ± 1.54 (mg GAE/g)'e yükseldiği görülmektedir. Başlangıçtaki süt ile sonuç ürün kefirin toplam fenolik madde içerikleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır (11.022 ± 1.54 , 38.324 ± 1.54) ($p < 0.05$).

Yoğurdun toplam fenolik madde miktarında belirtildiği gibi (sayfa 47); kefirde de fermentasyon boyunca protein parçalanması söz konusudur. Farnworth (2008)'in belirttiğine göre; fermentasyonun ilk saatlerinde sütteki protein ve serbest aminoasitler bazı seçici bakterilerce parçalanarak tüketilirler. Fermentasyon yavaşlayıp olgunlaşma periyoduna gelindiğinde ise asetik asit bakterileri ve mayalar gibi diğer bazı mikroorganizmaların ilave proteolitik aktiviteleri sonucu daha fazla miktarda peptit ve serbest aminoasit salınımı söz konusudur. Dolayısıyla kefir fermentasyonunda toplam fenolik madde miktarının 20. saatten sonraki olgunlaşma boyunca belirgin artışının (Şekil 4.10.), ortaya çıkan bu daha fazla sayıdaki peptitlere ve fenolik yapıya sahip olan bazı serbest aminoasitlere olan ileri parçalanmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermentasyonu ve olgunlaşması boyunca antioksidan aktivitesindeki değişim (n=3).

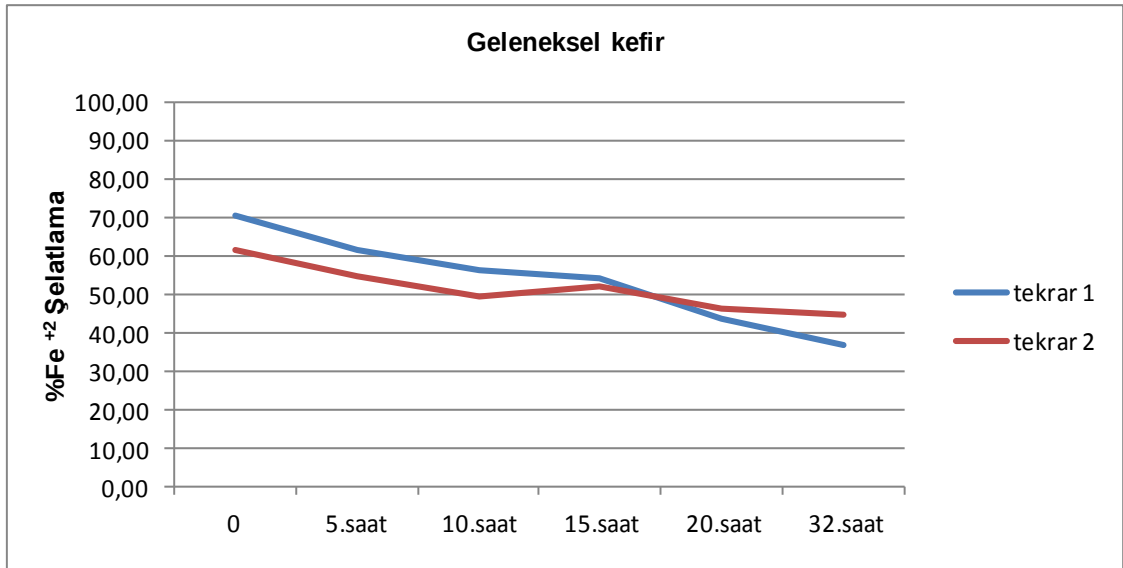
Antioksidan aktivite	Süt(0.saat) ± SD	5.saat ± SD	10.saat ± SD	15.saat ± SD	20.saat ± SD	32.saat ± SD
Toplam fenolik (mg GAE/g)	11.02±1.54 ^e	17.13±1.02 ^d	19.10±0.67 ^c	20.70±1.39 ^{b,c}	22.43±1.54 ^b	38.32±1.54 ^a
Fe⁺² şelatlama (%)	65.93±0.25 ^d	58.26±0.21 ^c	53.04±0.37 ^c	52.96±0.37 ^c	44.96±0.38 ^b	40.82±0.19 ^a
İndirgeme gücü (absorbans)	0.056±0.002 ^c	0.071±0.002 ^c	0.075±0.003 ^c	0.080±0.003 ^{b,c}	0.089±0.004 ^b	0.106±0.002 ^a
H₂O₂ giderme (%)	1.27±0.79 ^a	0.27±0.15 ^a	0.44±0.30 ^a	-3.17±0.91 ^b	-2.07±0.79 ^b	-4.21±1.19 ^b
DPPH indirgeme (%)	52.31±0.40 ^b	63.67±0.23 ^a	64.27±0.69 ^a	65.79±0.40 ^a	66.408±0.61 ^a	69.95±0.40 ^a

*Aynı satırdaki farklı harfle belirtilen ortalamalar P<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



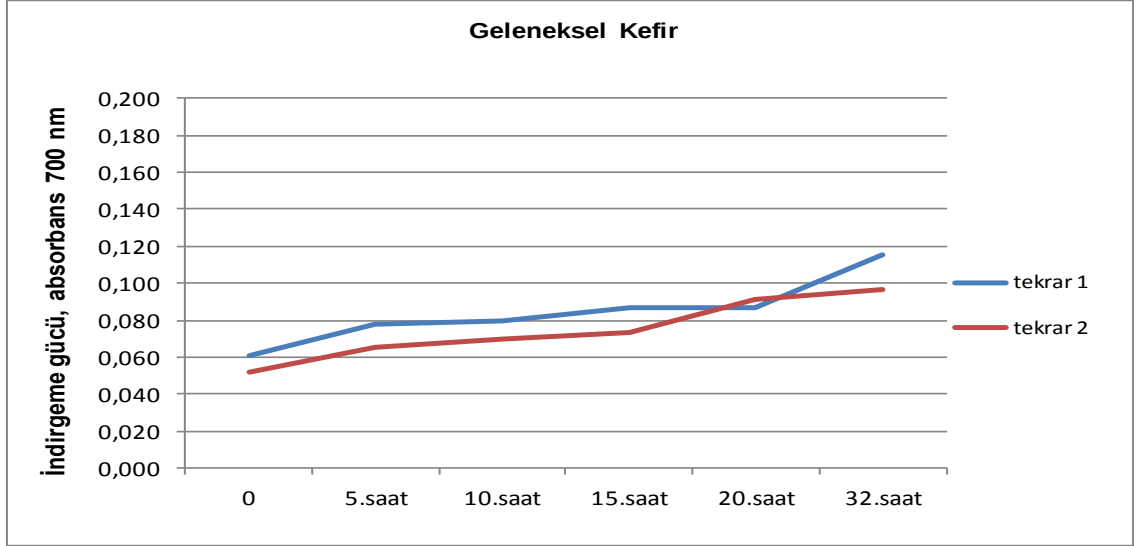
Şekil 4.10. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca toplam fenolik madde miktarındaki değişim.

Bugüne kadar süt fermantasyonunun sütün demir iyonu şelatlama aktivitesi üzerine etkisini araştıran oldukça kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Lin ve Yen (1999b) bazı laktik asit bakteri suşlarının hücre içi bağımsız ekstraktlarının Fe^{+2} iyonu şelatlama kapasitesine sahip olduğunu tespit etmiştir. Liu ve diğ. (2005a ve 2005b) ise ayrı ayrı gerçekleştirdikleri sütün kefire fermantasyonu çalışmalarında demir şelatlama kapasitesinde herhangi belirgin bir değişim gözlememiştir. Bizim çalışmamızda ise literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak ve toplam fenolik madde miktarındaki artışın aksine Fe^{+2} şelatlama yeteneği sütün kefire fermantasyonu sonunda azalmıştır. Süt % 65.930 ± 0.25 'lik bir şelatlama sağlamış, fermantasyon boyunca şelatlama yeteneği azalmış ve sonuçta meydana gelen kefir % 40.827 ± 0.19 ile en düşük Fe^{+2} şelatlama yeteneğini sergilemiştir (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermantasyonu ve olgunlaşması boyunca Fe^{+2} şelatlama yeteneğindeki değişim.

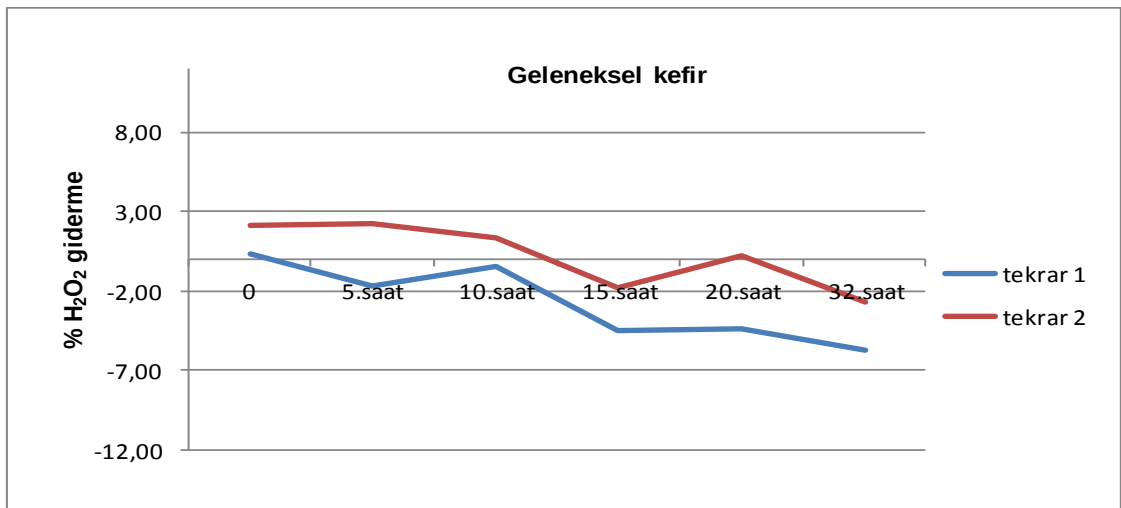
Kefir yapımında başlangıçtaki sütün indirgeme gücü 0.056 ± 0.002 (700 nm'deki absorbens) olarak tespit edilmiş ve indirgeme gücü fermentasyon boyunca artmaya devam ederek 4. saatte 0.089 ± 0.004 değerine ulaşmıştır. Daha sonra olgunlaşmaya bırakılan yoğurdun indirgeme gücü bu süreçte de artmaya devam etmiş ve istatistiksel bir fark yaratarak 0.106 ± 0.002 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermentasyonu ve olgunlaşması boyunca indirgeme gücündeki değişim.

Benzer şekilde Liu ve diğ. (2005b) çalışmalarında inek sütünden fermente edilen kefirin indirgeme gücünün (0.760; 700 nm'deki absorbens) sütün indirgeme gücünden (0.690; 700 nm'deki absorbens) istatistiksel olarak ($p < 0.05$) daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Kefir fermentasyonunda; başlangıçta süt az bir miktar H_2O_2 radikalini giderme aktivitesi sergilemiş (1.270 ± 0.79) ancak fermentasyon sonucunda meydana gelen kefirde H_2O_2 radikalini giderme aktivitesi saptanmamıştır (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermentasyonu ve olgunlaşması boyunca Hidrojen peroksit (H_2O_2) radikalini giderme aktivitesindeki değişim.

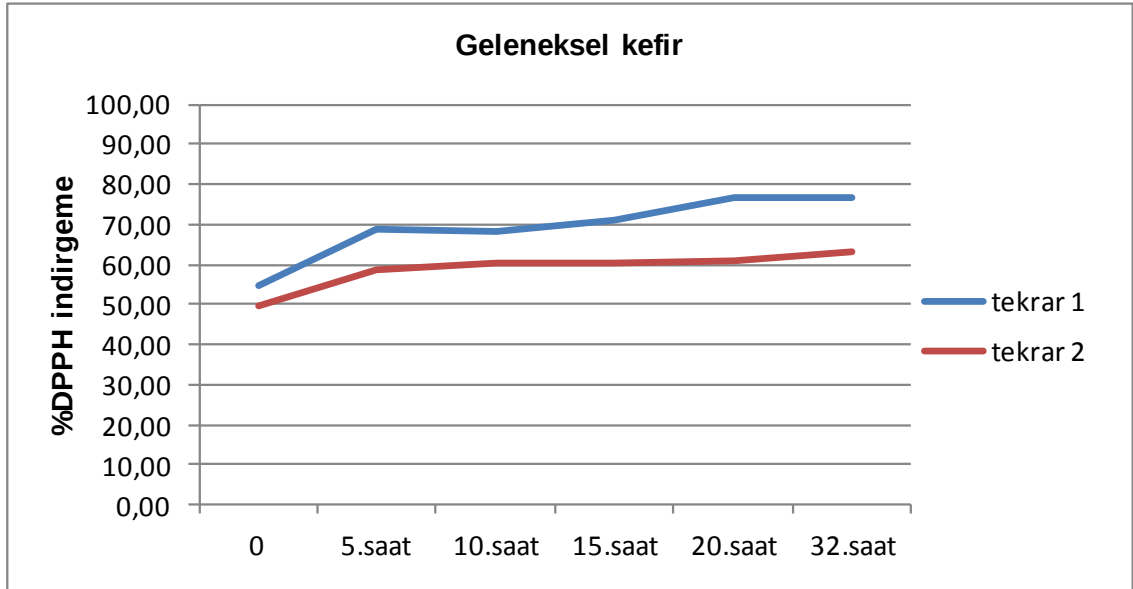
Daha önce Liu ve diğ. (2005a,b) sütün kefire fermentasyonu sırasında süperoksit dismutaz enzimi (SOD) aktivitesinde herhangi belirgin bir değişiklik gözlememiş ancak H_2O_2 'in parçalanmasını katalizleyen GSH-Px enziminin aktivitesinde kayda değer bir azalma tespit etmiştir. Ayrıca Wang ve diğ. (2006) soya sütünün laktik asit bakterileri ve bifidobakteriler ile fermentasyonu sonunda da benzer şekilde H_2O_2 radikalini indirgeme aktivitesinde azalma ve hatta fermentatta H_2O_2 birikimi tespit etmiştir. Wang ve diğ. (2006) bunun starter kültürdeki bazı laktik asit bakterilerinin H_2O_2 üretebilmesinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Bazı laktik asit bakterilerinin ve bifidobakterilerin NADH'ı okside etme esnasında H_2O_2 üretebilen NADH oksidaz enzimi içerdikleri diğer bazı çalışmalarda rapor edilmiştir (Collins ve Aramaki, 1980; Teraguchi ve Ono, 1987).

Çalışmamızda kefirin H_2O_2 radikalini indirgememesi sonucunun yukarıdaki çalışmalarda da belirtildiği gibi kefir starter kültüründeki bazı laktik asit bakterilerinin H_2O_2 üretme yeteneği ve ortamdaki H_2O_2 üretimine etkisi olan SOD ile GSH-Px enzimlerinin varlığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sütün DPPH radikalini indirgeme aktivitesi (% 52.313 $\pm$ 0.40), kefire fermentasyonu prosesi sonunda artmıştır (% 69.953 $\pm$ 0.40). Süt ile kefirin DPPH radikalini indirgeme aktiviteleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu tanımlanmış iken, kefirin fermentasyon sonundaki ve olgunlaşma süresi sonundaki serbest radikali indirgeme aktiviteleri arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.14.).

Liu ve diğ. (2005a) de süttten fermentasyon sonucu kefir üretimi çalışmalarında başlangıçtaki sütün ve 32 saat sonundaki üretilmiş olan kefirin DPPH radikalini indirgeme aktivitelerini ölçmüşlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlarla uyumlu olarak başlangıçtaki sütün DPPH radikalini indirgeme aktivitesi % 50 – 60 aralığında iken, final kefirin aktivitesi ise % 90 – 100 aralığında ve kayda değer oranda daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Benzer şekilde diğer bir çalışmada da Liu ve diğ. (2005b) inek sütünden fermente edilen kefirin DPPH radikalini indirgeme aktivitesinin süttten istatistiksel olarak belirgin bir şekilde ($p < 0.05$) daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (Şekil 2.6.).



Şekil 4.14. Geleneksel yöntemle üretilmiş kefirin fermentasyonu ve olgunlaşması boyunca DPPH radikalini indirgeme aktivitesindeki değişim.

5. SONUÇ

Gıda kaynaklı proteinlerin hidrolizi sonucu antioksidatif özellikteki peptitler açığa çıkmaktadır. Genelde aromatik yapıdaki bir çok aminoasidin antioksidan aktivite sergilediği bilinmektedir. Süt proteinleri ve bunların hidrolizatları olan peptit ile aminoasitleri çok çeşitli antioksidan aktivite sergilemektedirler. Bu antioksidan özellikleri ile süt ve ürünleri diyetimiz için önemli ve insan sağlığı üzerine etkilidirler.

Farklı markalardaki tüm UHT süt örneklerinin toplam fenolik madde, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktiviteleri örneklerin çözünür protein içerikleri ile istatistiksel olarak önemli korelasyonlar ($r= 0.5363; 0.6108; 0.6689; 0.6340$) sergilemiş ve uyumlu bir değişim göstermiştir. UHT süt örneklerinden en yüksek antioksidan aktiviteyi marka 3, en düşük aktiviteyi ise marka 5 sergilemiştir ($p<0.05$).

Farklı markalardaki yoğurtlardan; en yüksek toplam fenolik madde, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerini gösteren marka 3'ün aynı zamanda çözünür protein içeriği bakımından da en zengin yoğurt örneği olduğu görülmüştür. Yoğurtlardan marka 4 ise toplam fenolik madde içeriği hariç tüm antioksidan aktivite tayinlerinde en düşük kapasiteleri sergilerken bu örneğin çözünür protein içeriği bakımından da en fakir örnek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yoğurtların H_2O_2 haricindeki tüm antioksidan aktiviteleri ile çözünür protein içerikleri arasındaki korelasyonlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($r=0.6097; 0.9320; 0.8390; 0.8791$).

Peynirlere baktığımızda marka 2 H_2O_2 dışındaki tüm analizlerde en yüksek antioksidan aktivitelerini gösterirken aynı zamanda en yüksek çözünür protein içeriğine sahip peynir örneği olmuştur. Marka 4 ise çözünür protein içeriğiyle paralel olarak H_2O_2 dışındaki tüm analizlerde en düşük antioksidan aktivite sergileyen peynir örneği olmuştur ($p<0.05$). Tüm peynir örneklerinin H_2O_2 dışındaki antioksidan aktiviteleri çözünür protein içerikleriyle kuvvetli korelasyonlar göstermiştir ($r= 0.9488; 0.8944; 0.8412; 0.8504$).

Kefirlerden marka 6 ve marka 3, hem çözünür protein içerikleri bakımından hem de toplam fenolik madde, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktiviteleri bakımından en yüksek değerleri sergilemiştir. Protein içeriği bakımından en fakir kefir örneklerinden marka 4 protein içeriğine paralel olarak en düşük toplam fenolik madde içeriğini sergilerken marka 2 de en düşük indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivitelerini göstermiştir ($p<0.05$). Kefir örnekleri için toplam fenolik madde içeriği, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktiviteleri ile çözünür protein içeriği arasında önemli korelasyonlar tespit edilmiştir ($r= 0.8284; 0.5838; 0.9110; 0.9523$).

Benzer şekilde; kırmızların tüm antioksidan aktiviteleri ile çözünür protein içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar ($r=0.9157, 0.8742, 0.8870, 0.7857$) bulunmuş, kırmızlardan toplam fenolik madde, indirgeme gücü, H_2O_2 giderme ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktivite tayinlerinde en yüksek değerleri sergileyen marka 1'in yine en yüksek çözünür protein içeriğine sahip örnek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). H_2O_2 giderme aktivitesi ile çözünür protein içeriği arasında önemli korelasyon yalnızca kırmız ürünlerinde saptanmıştır. Tez çalışmasında kullanılan Fe^{+2} şelatlama kapasitesi tayin metodu ile kırmız örneklerinin bu antioksidan aktivitelerinin tespit edilememiş olması, kırmız örneklerinin Fe^{+2} şelatlama aktivitesini belirleyebilmek için ayrıca bir yöntem geliştirmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre H_2O_2 giderme aktivitesi dışında genel olarak süt ve ürünlerinde antioksidan aktivite ile çözünür protein içeriği arasında istatistiksel olarak kuvvetli korelasyonlar olduğu görülmüştür. Analiz edilen süt ve fermente süt ürünlerinin antioksidan aktiviteleri arasındaki fark ($p<0.05$) çoklukla bunların çözünür protein içerikleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmıştır ($p<0.05$).

Farklı markadaki kefirlerden meyve içerikli tek örnek olan marka 6'nın antioksidan aktivitesi diğerlerinden belirgin olarak yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan bu farklılık ($p<0.05$) ilgili kefire ilave edilen meyvelerin fitokimyasal bileşenlerinden (tanin, flavonoid, ferulik asit gibi), ilave enzim etkinliği ve bazı mikrobiyal metabolik aktivitelerinden ve kefirin diğerlerine oranla daha yüksek miktardaki çözünür protein içeriğinden gelebilmektedir.

Sütün yoğurda ve kefire fermentasyonunda proteinlerin parçalanması sonucu antioksidan özellikteki peptit ve aminoasitlerin ortaya çıktığı ve bu durumun fermente ürünün antioksidan aktivitesini süte göre artırdığı görülmüştür. Geleneksel yolla üretilmiş hem yoğurt hem de kefirin antioksidan aktivitesinin (H_2O_2 giderme aktivitesi ve kefir için demir şelatlama aktivitesi dışında) süttten farklı olarak arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu artış fermentasyon boyunca ürünlerdeki proteoliz sonucunda antioksidatif peptitler ve aminoasit salınımı ile yine antioksidan özellikteki bakteri gelişiminden kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda sütün yoğurda ve kefire fermentasyonu boyunca H_2O_2 giderme kapasitesinin artış ve azalışlar gösterip sonra da yok olması; bazı laktik asit bakterilerinin H_2O_2 üretme yeteneği ve H_2O_2 üretimine etkisi olan SOD ile GSH-Px enzimlerinin ortamdaki miktar ve dağılımlarına bağlanabilmektedir.

Literatürdeki sınırlı sayıdaki çalışmalarda sütün kefire fermentasyonu sonucu Fe^{+2} şelatlama kapasitesinin genel olarak değişmediği belirtilmiş olsa da bizim çalışmamızda sütün kefire fermentasyonu boyunca Fe^{+2} şelatlama kapasitesinin azaldığı ve sonuç fermente ürünün süttten daha düşük bir şelatlama yeteneği sergilediği görülmüştür ($p<0.05$).

Genel olarak çalışılan analiz metotları arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonlar gözlenmiş ancak kefir ürünleri haricindeki tüm diğer ürünlerde çoklukla H_2O_2 giderme aktivitesi ile diğerleri arasındaki korelasyon istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p<0.05$).

Sonuçlar göstermektedir ki, UHT süt ve fermente süt ürünleri toplam fenolik madde, Fe^{+2} şelatlama, indirgeme gücü, H_2O_2 giderme ve DPPH radikalini indirgeme antioksidan aktiviteleri sergilemiş ve bu antioksidan aktiviteleri içerdikleri çözünür protein miktarlarına göre farklılık göstermiştir. Ayrıca sütün geleneksel yolla yoğurda ve kefire fermentasyonu (H_2O_2 giderme aktivitesi ve kefir için demir şelatlama aktivitesi dışında) antioksidan aktivitesinde artışa neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- Abdel-Salam, AM, Al-Dekheil A, Babkr A, Farahna M, Mousa HM., 2010,. High fiber probiotic fermented mare's milk reduces the toxic effects of mercury in rats. North Am J Med Sci. 2:569-575.
- Akın N., Gönc, S., 1990, Konya Piyasasında Tüketime Sunulan Beyaz Peynirlerin Bazı Kalite Özellikleri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 27 (2): 101-107.
- Akın, N., Aydemir, S., Koçak C., Yıldız, M.A., 2003, Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. Food Chemistry. 80:77-83.
- Akın,N., 2006, Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi, İksahaf Kitabevi, Konya.
- Amirdivani, S., Baba, A.S., 2011, Changes in yogurt fermentation characteristics and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. LWT-Food Science and Technology 1-7.
- Annu, H., Schepetova, J., Kullisaar, T., Songisepp, E., Zilmer, M. and Mikelsaar, M. 2003, Characterization of intestinal lactobacilli as putative probiotic candidates. J Appl Microbiol 94: 403-412.
- Anonymous, 2002, TS 1018 /2002, İnek Sütü-Çiğ. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2006, TS EN ISO 5534 /2006, Peynir ve İşlenmiş Peynir- Toplam kuru madde içeriği tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2006, TS 1330 /2006, Yoğurt. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2006.
- Anonymous, 2009, Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25), Yayımlandığı R.Gazete: 16.02.2009, -27143.
- Apostolidis, E., Kwon, Y. I., & Shetty, K. 2007, Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. Innovative Food Science & Emerging Technologies 8: 46-54.
- Aruoma, O. I.,1994, Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. Food and Chemical Toxicology 62: 671-683.
- Aruoma, O. I., 1998. Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. Journal of the American Oil Chemists' Society 75: 199-212.
- Ayar A., Akyüz, N., 2003, Olgunlaşma Esnasında Beyaz Peynirin Lipolizi Üzerine İlave Edilen Bazı Baharat Ekstraktlarının Etkisi , GTD, Gıda 28 (3): 295-303.
- Azgın, A., 1993. Sivas Piyasasında Tüketime Sunulan Yoğurt Örneklerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Tokat.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Simov, Z.I., Frengova, G.I. and Spasov, Z.N., 2002, Pure Cultures for Making Kefir. Food Microbiology 19: 537-544.
- Bihel S & Birlouez-Aragon I., 1998, Inhibition of tryptophan oxidation in the presence of iron-vitamin C by bovine lactoferrin. International Dairy Journal 8: 637-641.

Bounous G., 2000, Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res.* 20: 4785-4792.

Bradford, M.M.,1976, A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C., 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 28: 25-30.

Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., Nicoli, M.C., 2004, Effect of heat treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. *International Dairy Journal* 14: 421-427.

Cardenosa, R., Mohamed, R., Pineda, M. and Aguilar, M., 2002, On-line HPLC detection of tocopherols and other antioxidants through the formation of a phosphomolybdenum complex. *J. Agricultural Food Chemistry*, 50: 3390-3395.

Cervato, G., Cazzola, R. And cestaro,B., 1999, Studies on the antioxidant activity of milk caseins. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 50: 291-296.

Chandan, R.C., 2006, *Manufacturing Yoghurt and Fermented Milks*, Editor; Ramesh C. Chandan ; Associate editors, Charles H. White, Arun Kilara, Y. H. Hui.—1st ed. Blackwell Publishing Professional 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA, 3-129, 311-341.

Chen, J., Lindmark-Mansson, H., Gorton,L., Akesson, B, 2003, Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *International Dairy Journal* 13: 927-935.

Collins, E.B., Aramaki, K., 1980, Production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Dairy Science*, 63: 353–357.

Costantino, L., Albasino, A., Rastelli , G. and S. Benvenuti, 1992, Activity of polyphenolic crude extracts as scavengers of superoxide radicals and inhibitors of xanthine oxidase. *Planta Med.*, 5: 342-344.

Cook, N. C.; Samman, S., 1996, Flavonoids-Chemistry, metabolism,cardioprotective effects, and dietary sources. *Nutritional. Biochemistry* 7: 66-76.

Dayısoylu, K. S., 1992. *Van Piyasasında Üretilen ve Satışa Sunulan Yoğurtların Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Van.

Decker, E. A. and B. Welch. 1990., Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 38:674-677.

Değirmenci, O., 1994, *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei ve Bifidobacterium longum* kültürleri ile üretilen fermente süt ürünü. T.C. Ege Üniversitesi Rektörlüğü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir .

Demirci, 1987, Ülkemizin Önemli Peynir Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal Nitelikleri ve Özellikle Mineral Bileşimi ve Enerji Değerleri Üzerinde Araştırmalar. *Tekirdağ Üniv. Ziraat Fak.*, No:7.

Demirci, M., 1990, Peynirin beslenmedeki değeri ve önemi. *Gıda*, 15 (5): .285-289..

- Diaz, M., & Decker, E. A., 2004, Antioxidant mechanisms of caseinophosphopeptides and casein hydrolysates and their application in ground beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 8208–8213.
- Duh, P. D., 1998, Antioxidant activity of burdock (*Arctium lapa* Linne): Its scavenging effect on free radical and active oxygen. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 75: 455-465.
- Ergün, Ö., Bayraktar, N., Bostan, K., 1990. Piyasa yoğurtlarının kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri üzerine araştırmalar. *Türk Mikrob. Cem. Drg.* 20 (3-4):160-165.
- Esengaleev, D., 1971, Changes in koumiss composition with age of mares. *Dairy Science Abstract*. 33(9), 4822.
- Farnworth, E.R., 2008, *Handbook of Fermented Functional Foods*, Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.
- Farvin, K.H.S., Baron, C.P., Nielsen, N.S., Jacobsen, C., 2010, Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1- in vitro assays and evaluation in ω -3 enriched milk. *Food Chemistry* 123: 1081-1089.
- Flagg EW, Coates RJ, Eley W et al., 1994, Dietary glutathione intake in humans and the relationship between intake and plasma total glutathione level. *Nutr Cancer*, 21: 33-39.
- Fox P F, Singh T and McSweeney PLH, 1994, Proteolysis in cheese during ripening. In *Biochemistry of Milk Products*, 1-31.
- Frankel, E.N. and Meyer, A.S., 2000, Review: The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1925-1941.
- Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 2011, *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Second Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier, 32 Jamestown Road, London NW1 7BY, UK, 470-533.
- Galleher, J.J., Hollender, R., Peterson, D.G., Roberts, R.F. & Coupland, J.N., 2005, Effect of composition and antioxidants on the oxidative stability of fluid milk supplemented with an algae oil emulsion. *International Dairy Journal*, 15: 333–341.
- Gönç, S., Akalın, A. S., 1995, Yoğurtta Canlı Olarak Bulunan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus bifidus*'un Organizma ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Gıda*, 20(2): 117-122.
- Gülbaş, S.Y., 2007, UHT Süt Üretiminde Farklı Basınlarda Uygulanan Aseptik Homojenizasyonun ve Depolama Sıcaklığının Jelleşme Sorunu Üzerine Etkisi ve Bu Etkinin Yapay Sinir Ağları İle İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K. and Bodine, A.B., 2000, Determination of organic acids and volatile flavor substances in Kefir during fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 35-43.
- Güzel-Seydim, Z.B., Wyffels, J.T., Seydim, A.C. and Greene, A.K., 2005, Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscobic observation. *International Journal of Dairy Technology*. 58 (1): 25-29.

- Ha, Y.L., Storkson, J. & Pariza, M., 1990, Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse for estomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Research*, 50: 1097–1101.
- Halliwell, B., and S. Chirico, 1993, Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *Am. J. Clin. Nutr.* 57: 715–725.
- Herdem, A., 2006, Farklı Yörelere Toplanan Geleneksel Yöntemle Üretilen Yoğurt Örneklerinin Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Hernandez L B, Miralles B, Amigo L, Ramos M and Recio I. 2005, Identification of antioxidant and ACE-inhibitory peptides in fermented milk. *Journal of Science of Food and Agriculture* 85: 1041–1048.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., 2005, The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food. Chem.*, 53: 1841-1856.
- Hursit, A., 1999, Süt Bilimi ve Teknolojisi, OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 3, Samsun.
- Jimenez, A.M., Murcia, M.A., Parras, P. & Martinez-Tome, M., 2008, On the importance of adequately choosing the ingredients of yoghurt and enriched milk for their antioxidant activity. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1464-1473.
- IDF, 2010, The World Dairy Situation. *Bulletin of IDF*, 446/2010.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P. and Ibanez, F.C., 2005, Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry* 90: 613-620.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, M., 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Kaizu, H., Sasaki, M., Nakajima, H. and Suzuki, Y., 1993, Effect of antioxidative lactic acid bacteria on rats fed a diet deficient in vitamin E. *Journal of Dairy Science*, 76: 2493–2499.
- Kanner, J., German, J. B. and J. E. Kinsella, 1987, Initiation of lipid peroxidation in biological systems. *Crit. Rev. Food Science Nutritional*, 25: 317-364.
- Kaptan, N., Gürsel, A. ve Gürsoy, A. 1990. İnkübasyon sıcaklığının kefirin bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda*. 15 (5): 291-298.
- Karagözlü, C. 1990. Farklı ısı işlemleri uygulanmış inek sütlerinden kefir kültürü ve kefir danesi ile üretilen kefirlerin dayanıklılığı ve nitelikleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Karagözlü, C. ve Kavas, G., 2000, Alkollü fermente süt içecekleri: Kefir ve kımızın özellikleri ve insan beslenmesindeki önemi. *Dünya Gıda*. 6 (7): 86-93.
- Ender, G., Karagözlü, C., Yerlikaya, O., Akbulut, N., 2006, Dünyada ve Türkiye’de tüketimi artan fermente süt içecekleri, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, 149-152, Bolu.

- Karagözlü, N., Karagözlü, C. and Ergönül, B., 2007, Survival characteristic of *E. Coli* O157:H7, *S. typhimurium* and *Stap. aureus* during kefir fermentation. *Czech Journal of Food Science* 25 (4): 202-207.
- Karakaya, S., 2011, Gıda Biyokimyası Ders Notları, Bölüm 6., Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (<http://food.ege.edu.tr/files/blm6.pdf>, alındığı tarih, 11.09.2011).
- Karpinska, M., Borowski, J. and Danowska-Oziewicz, M., 2001, The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*, 72: 5-9.
- Kaur, C. and Kapoor, H.C., 2001, Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 703-725.
- Kayahan, M., 2003, Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- Kehrer, J. P., 1993, Free radicals as mediators of tissue injury and disease. *CRC Critical Review Toxicology*, 23: 21-48.
- Keleş, L., 2006, Buzdolabında Saklı Açık UHT Sütlerinin Duyusal Özelliklerindeki Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Khurana, H. K., Kanawjia, S. K., 2007, Recent Trends in Development of Fermented Milks. *Current Nutrition & Food Science*, 3: 91-108.
- Kitts, D. D., & Weiler, K., 2003, Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Current Pharmaceutical Design*, 9: 1309–1323.
- Koçhisarlı, İ., Ergül, E., 1987. Ankara piyasasında satılan yoğurt örneklerinin bazı kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. *Gıda* 12 (3) 175-177.
- Koroleva, N.S., 1988, Technology of Kefir and Kumys. *Science and Technology of Fermented Milks. Bulletin of IDF* 227.
- Kudoh, Y., Matsuda, S., Igoshi, K. and Oki, T., 2001, Antioxidative peptide from milk fermented with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* IFO13953. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 48: 44–55.
- Kullisaar, T., Zilmer, M., Mikelsaar, M., Vihailemm, T., Annuk, H., Kairane, C. and Kilk, A., 2002, Two antioxidative lactobacilli strains as promising probiotics. *Int J Food Microbiol* 72: 215–224.
- Kurmann, J.A., Rasic, J.L. and Kroger, M., 1992, *Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products*. Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 156-161.
- Küçükçetin, A., 1999, Kısırak sütü ve keçi sütünden yapılan kırmızın özellikleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 52-53.
- Laakso, S., 1984, Inhibition of lipid peroxidation by casein. Evidence of molecular encapsulation of 4,4-pentadiene fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta*, 792, 11–15.
- Larson, R.A., 1997, Naturally occurring antioxidants. Lewis Publishers, Boca Raton. & New York.
- Lucey, A.J., 2001, The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids* 15: 603-608.

- Lin, M.Y.ve Yen, C.L., 1999a, Reactive Oxygen Species and Lipid Peroxidation Product-Scavenging Ability of Yogurt Organisms. *J Dairy Sci* 82: 1629–1634.
- Lin, M.Y.ve Yen, C.L., 1999b, Antioxidative ability of lactic acid bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1460-1466.
- Lindmark-Mansson, H. & Akesson, B., 2000, Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition*, 84: 103–110.
- Liu, J.-R., Chen, M.-J., & Lin, C.-W., 2005a, Antimutagenic and antioxidant properties of milk–kefir and soymilk–kefir. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 2467–2474.
- Liu, J.-R., Lin, Y., Chen, M.-J., Chen, L., & Lin, C.-W., 2005b, Antioxidative activities of kefir. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18: 567–573.
- Mann,B., Gupta,A., Kumar,R., Sangwan, R.B., 2009, Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening., *International Journal of Dairy Technology*, Vol 62, No 3: 339-347.
- Marconi, E., Panfili, G., 1998, Chemical Composition and Nutritional Properties of Commercial Products of Mare Milk Powder. *Journal of Food composition and Analysis*, 11: 178-187.
- Meir, S., Kanner, J., Akiri, B. and Hadas, S.P., 1995, Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43:1813-1819.
- Mert, B., 1976. Adana piyasasındaki yoğurtların kimyasal bileşimlerinin tespiti. *Etlik Vet. Mikrob. Enst. Derg.* 4 (5), 108-122.
- Meyer, A. S., Rørbaek, K. and J. Adler-Nissen, 1994, Critical assessment of the applicability of superoxide dismutase. *Food Chemistry*., 51: 171-175.
- Miller, N. J., Diplock, A. T. and Rice-Evans, C. A., 1995, Evaluation of the total antioxidant activity as a marker of the deterioration of apple juice in storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 1794-1801.
- Miller, R.A. and Britigan, B.E., 1997, Role of oxidants in microbial pathophysiology. *Clin Microbiol Rev* 10: 1–18.
- Moure,A., Dominguez, H., Parajo, JC., 2006, Antioxidant properties of ultrafiltration recovered soy protein fractions from industrial effluents and their hydrolysates. *Process Biochemistry* 41: 447-456.
- Muir, D.D., Tamime, A.Y. and Wszolek, M . 1999. Comparison of the sensory profiles of kefir, buttermilk and yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 52 (4): 129-134.
- Nayir, S.M., 2008, Sütün Yoğurda Dönüşümü Sırasında İçerdiği Fenolik Antioksidan Maddelere Probiyotik Bakteri Etkisinin İncelenmesi.,T.C.Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Numanoğlu, E., 2006, UHT İçme Sütlerinde Gelişen Acılaşma ve Jelleşme Kusurlarının Nedenleri ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Ong L, Henriksson A and Shah N. P., 2007, Angiotensin converting enzyme-inhibitory activity in Cheddar cheeses made with the addition of probiotic *Lactobacillus casei* sp. *Lait* 87: 149–165.

- Orman, S., 2005, Sterilizasyon Yöntemlerinin Baharatların Antioksidan Aktiviteleri ve Renk Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi., T.C.Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
- Ottogalli, G., Galli, A., Resmini, P., & Volonterio, G. 1973. Composizione microbiologica, chimica ed ultrastruttura dei granuli di kefir. *Annuario Microbiologia*, 23: 109–121.
- Ou,C.C, Ko,J.L and Lin, M.Y.,2006, Antioxidative effects of intracellular extracts of yogurt bacteria on lipid peroxidation and intestine 407 cells, *Journal of Food Drugs Analysis* 14:304–310.
- Oyaizu, M., 1986, Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of browning products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307–315.
- Oysun, G., 1990, Süt ve Ürünlerinin Diyetetik ve Terapötik Özellikleri. *Gıda*, (15)5: 229-304.
- Öğünç,A.V., Yalçın, A.S., 2011, Süt serumu proteinlerinin in vitro koşullardaki antioksidan etkileri, *Marmara Eczacılık Dergisi* 15: 18-24.
- Öksüz, Ö., 1996, Çiğ Süt Mikroflorasının Beyaz Peynir Kalitesine ve Peyniraltı Suyu Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Pan,D.D., Zeng,X.Q., Yan, Y.T., 2011, Characterisation of *Lactobacillus fermentum* SM-7 isolated from koumiss, a potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. *J Sci Food Agric* 2011; 91: 512–518.
- Pena-Ramos, E.A., Xiong, Y.L. and Arteaga, G.E., 2004, Fractionation and characterisation for antioxidant activity of hydrolysed whey protein. *J Sci Food Agric* 84:1908–1918.
- Pihlanto A., 2006, Antioxidative peptides derived from milk proteins. *Int Dairy J* 2006; 16: 1306-1314.
- Pritchard, S.R., Phillips, M., Kailasapathy, K., 2010, Identification of bioactive peptides in commercial Cheddar Cheese. *Food Research International*, 43: 1545-1548.
- Østdal, H., Andersen, H. J., & Nielsen, J. H., 2000, Antioxidative activity of urate in bovine milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5588–5592.
- Qian, Z.J., Junk, W.K., Kim, S.K., 2008, Free radical scavenging activity of a novel antioxidative peptide purified from hydrolysate of bullfrog skin, *Rana catesbeiana* Shaw. *Bioresour Technol.* 99: 1690-1698.
- Qian,B., Xing,M., Cui,L., Deng,Y., Xu,Y., Huang,M., Zhang,S., 2011, Antioxidant, antihypertensive, and immunomodulatory activities of peptide fractions from fermented skim milk with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* LB340. *Journal of Dairy Research*, 78: 72-79.
- Rajapakse, N., Mendis, E., Jung W.K., Je, J.Y., Kim, S.K., 2005, Purification of a radical scavenging peptide from fermented mussel sauce and its antioxidant properties. *Food Res Int* 38: 175-182.
- Ramos EAP, Xiong YL., 2001, Antioxidative activity of whey protein hydrolysates in a liposomal system. *Journal of Dairy Science*, 84: 2577-2583.

- Ramos EAP, Xiong YL. 2003, Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties. *Meat Science*, 64: 259-263.
- Rival, S.G., Boeriu, C.G. and Wichers, H.J., 2001, Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 295-302.
- Robinson R.K., Tamime A.Y., 1995, Microbiology of fermented milks. In: Robinson R.K. Ed, *Dairy Microbiology*, 2nd ed, Vol. 2. London, Elsevier Applied Science, 291-343.
- Roginski, H., 1988, Fermented Milks. *The Australian Journal of Dairy Technology*. November, 37-46.
- Ruch, R. J., Cheng, S. J. and Klaunig, J. F., 1989, Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis*, 10: 1003-1008.
- Sadat, L.S., Cakir-Kiefer, C., N'Negue, Marie-Andree, Gaillard, J-L, Girardet, J-M, Miclo, L., 2011, Isolation and identification of antioxidative peptides from bovine α -laktalbümin. *International Dairy Journal* 21: 214-221.
- Sarkar, S., 2008, Biotechnological innovations in kefir production: a review. *British Food Journal*, 110 (3): 283-295.
- Sarmadi, B.H., İsmail, A., 2010, Antioxidative peptides from food proteins: A review, *Peptides* 31: 1949-1956.
- Sasaki, S., Ohta, T. and Decker, E. A., 1996, Antioxidant activity of water soluble fraction of salmon sperm tissue. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1682-1686.
- Shahidi, F., 2000, Antioxidant in food and food antioxidants. *Nahrung*, 44: 158-163.
- Sherwin, E. R., 1978, Oxidation and antioxidants in the processing. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 55: 809-813.
- Shinmoto H, Dosako S & Nakajima I. 1992, Anti-oxidant activity of bovine lactoferrin on iron/ascorbate induced lipid peroxidation. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 56: 2079-2080.
- Singh T K, Fox P F and Healy A., 1997, Isolation and identification of further peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research* 64: 433-443.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. M. and Ramuela-Raventos, R. M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 299: 152-178.
- Smet, K., Raes, K., De Block, J., Herman, L., Dewettinck, K., Coudijzer, K., 2008, A change in antioxidative capacity as a measure of onset to oxidation in pasteurized milk. *International Dairy Journal* 18: 520-530.
- Solaroli G, Pagliarini E, Peri C., 1993, Compositional and nutritional quality of mare's milk. *Italian Journal of Food Science* 5: 3-10.

- Songisepp, E., Kullisaar, T., Hütt, T., Elias, P., Brilene, T., Zilmer, M., Mikelsaar, M., 2004, A New Probiotic Cheese with Antioxidative and Antimicrobial Activity. *Journal of Dairy Science* 87: 2017–2023.
- Steijns, J. M., & van Hooijdonk, A. C., 2000, Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin. *British Journal of Nutrition* 84: 11–17.
- Suetsuna, K., Ukeda, H. and Ochi, H., 2000, Isolation and characterization of free radical scavenging activities peptides derived from casein. *J Nutr Biochem* 11: 128–131.
- Sun, T., Zhao, Z., Wang, H., Cai, C., Chen, Y., Zhang, H., 2009, ACE-inhibitory activity and gamma-aminobutyric acid content of fermented skim milk by *Lactobacillus helveticus* isolated from Xinjiang koumiss in China. *Eur Food Res Technol* 228: 607–612.
- Şengün, P., 2001, Süperkritik CO₂ ekstraksiyonu ile elde edilmiş biberiye ekstraktının ayçiçeği yağındaki antioksidan aktivitesinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Ens., Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Tamime, A.Y., 1978, The production of yoghurt and concentrated yoghurt from hydrolysed milk. *Cultured Dairy Products Journal*, 13 (3): 16-21.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K., 1999, *Yoghurt Science and Technology*. Second Edition., Woodhead Publishing Ltd. and CRS pres LLC, England, 1-9.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 2007. *Yoghurt: Science and Technology*, 3rd edition, Woodhead Publishing Limited and CRC Press, LLC, Boca Raton, FL.
- Taylor, M. J., & Richardson, T., 1980, Antioxidant activity of skim milk. Effect of heat and resultant sulfhydryl groups. *Journal of Dairy Science* 63: 1783–1795.
- Tekinsen, O. C., 2000, Süt Ürünleri Teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Temelli, F., 2005, Peynir Yapımında Kullanılan Sütün Orijininin Belirlenmesi ve Farklı Türlerle Ait Sütlerde Yapılan Peynirlerin Çeşitli Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Van.
- Teraguchi, S., Ono, J., 1987, Oxygen uptake activity and aerobic metabolism of *Streptococcus thermophilus* STH450. *Journal of Dairy Science* 70 :514–523.
- Türkoğlu, H., Atasoy, F., Özer, B., 2003. Sanlıurfa ilinde üretilen ve satışı sunulan süt, yoğurt ve urfa peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3-4): 69-76.
- Üçüncü, M., 2002. Süt Teknolojisi, II. Bölüm, V. Baskı, E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 32, E.Ü. Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi Bornova-İzmir , 2002,.1-3.
- Wang, H., Cao, G. H. and Prior, R. L., 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44: 701-705.
- Wang, W.Y., De Mejia, E.G., 2005, A new frontier in soy bioactive peptides that may prevent age-related chronic diseases. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf* 4: 63-78.
- Wang, Y.C., Yu, R.-C., Chou, C.-C., 2006, Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria, *Food microbiology* 23: 128-135.

Wishah, R., 2007, Peynir Üretiminde Starter Kültürlere Ek Olarak Bazı Bakteri Suşlarının Kullanımı ve Bunun Peynir Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

Velioğlu, S., 2000, Doğal antioksidanların insan sağlığına etkileri. Gıda, (25)3: 167-176.

Virtanen, T., Pihlanto, A., Akkanen, S., Korhonen, H., 2006, Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. Journal of Applied Microb.,106-115.

Yalçın, A.S. ve Türkoğlu, M., 2010, Süt Serum Proteinlerinin Lipozomlanması. Marmara Medical Journal, 23(1): 22-29.

Yamaguchi, T., H. Takamura, T. Matoba and J. Terao., 1998, HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1,-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci.Biotechnol Biochem 62: 1201-1204.

Yaygın, H., 1992, Kıymız ve özellikleri. Yeni Matbaa, Antalya.

Yaygın, H., 1999, Kefir ve özellikleri. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu:Yoğurt. Milli Produktivite Yayınları no: 548, Ankara, 246-252.

Yazıcı, F., 1991. Samsun İlinde Tüketime Sunulan Yoğurtların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, Samsun.

Yen, G.C. and Duh, P. D.,1994, Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free radical and active oxygen. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 629-632.

Yen, G.C. and Wu, J.Y., 1999, Antioxidant and radical scavenging properties of extracts from Ganoderma tsugae. Food Chem., 65: 375-379.

Yıldız, F., 2010, Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton, FL 33487-2742, 143-159.

Yılmaz,L., 2006, Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı, T.C. Uludağ Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa ,(Yayımlanmamış),s.27.

Yılmaz, D., 2007, UHT Sütün Bazı Kalite Özellikleri İle Psikrotrof Floranın İlişkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İzmir .

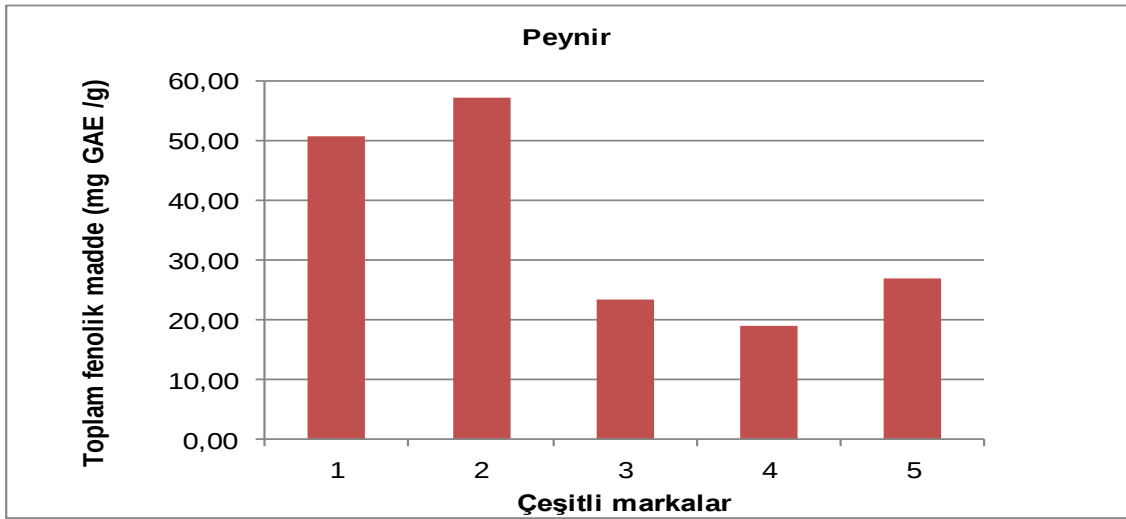
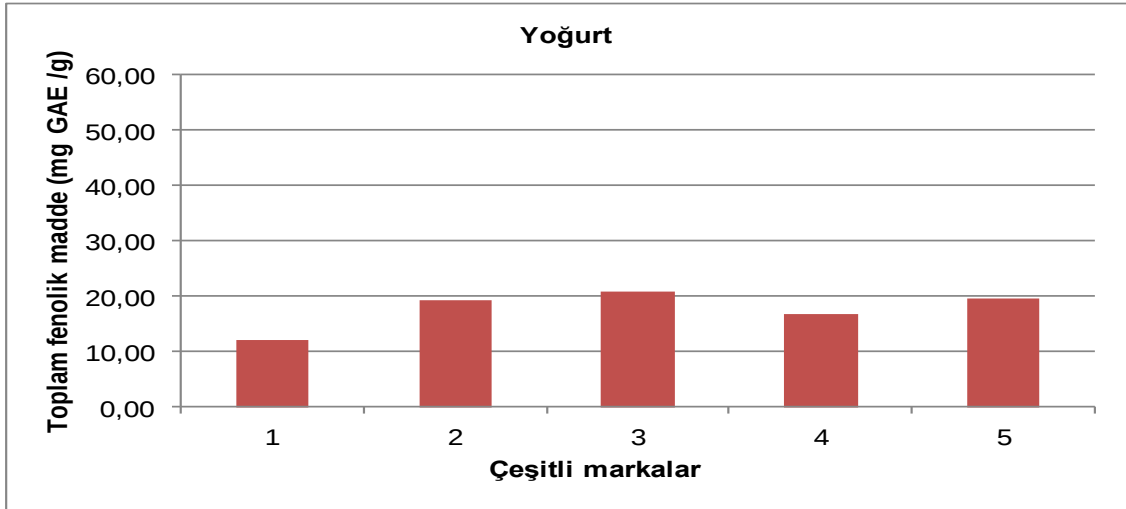
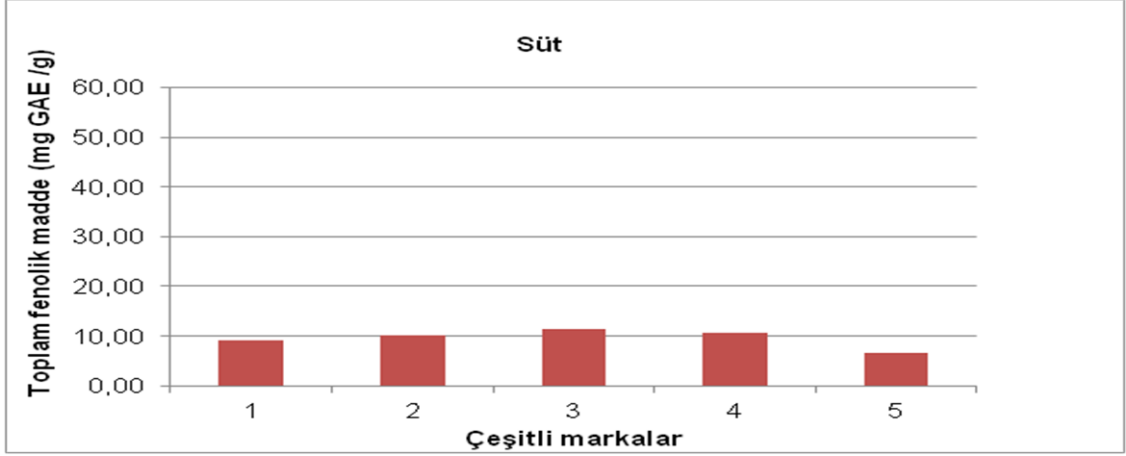
Youdim, K.A. and Deans, S.G., 1999, Dietary supplementation of thyme (Thymus vulgaris L.) essential oil during the lifetime of the rat: its effects on the antioxidant status in liver, kidney and heart tissues. Mechanisms of Ageing and Development, 109, 163-175.

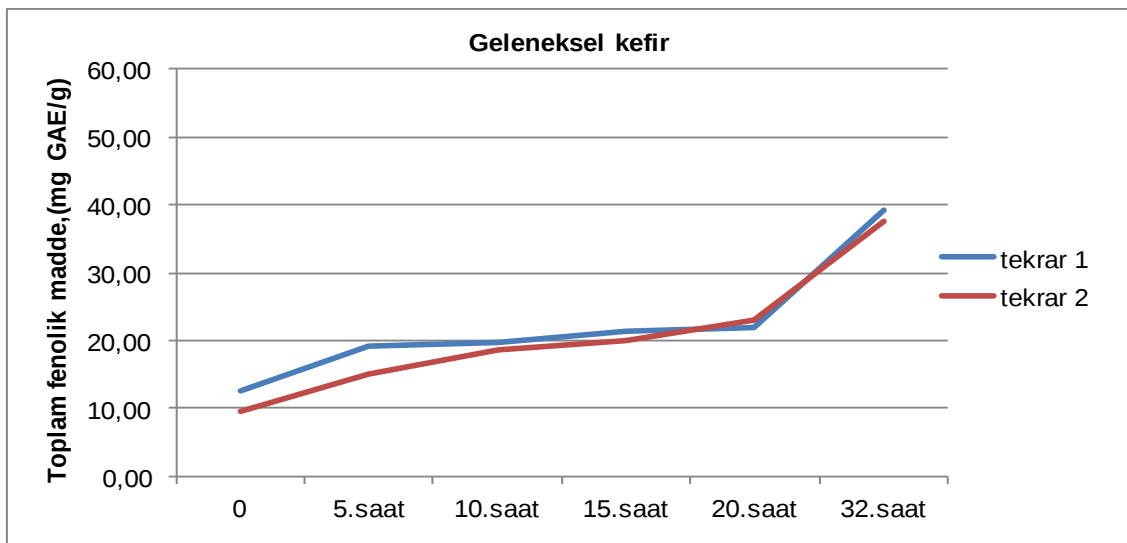
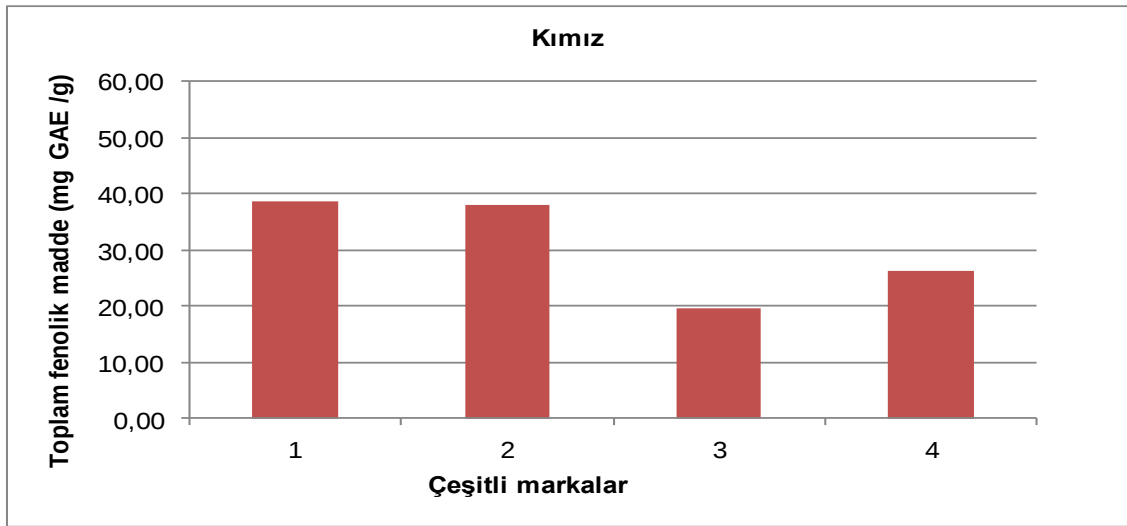
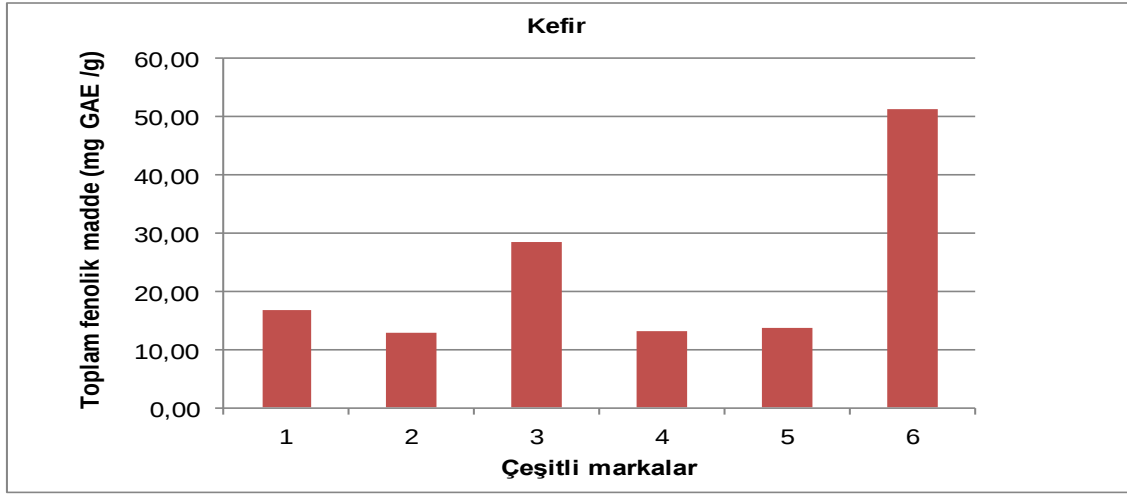
Younus, S., Masud, T., Aziz, T., 2002. Quality evaluation of market yoghurt/Dahi. Pakistan Journal of Nutrition 1 (5): 226-230.

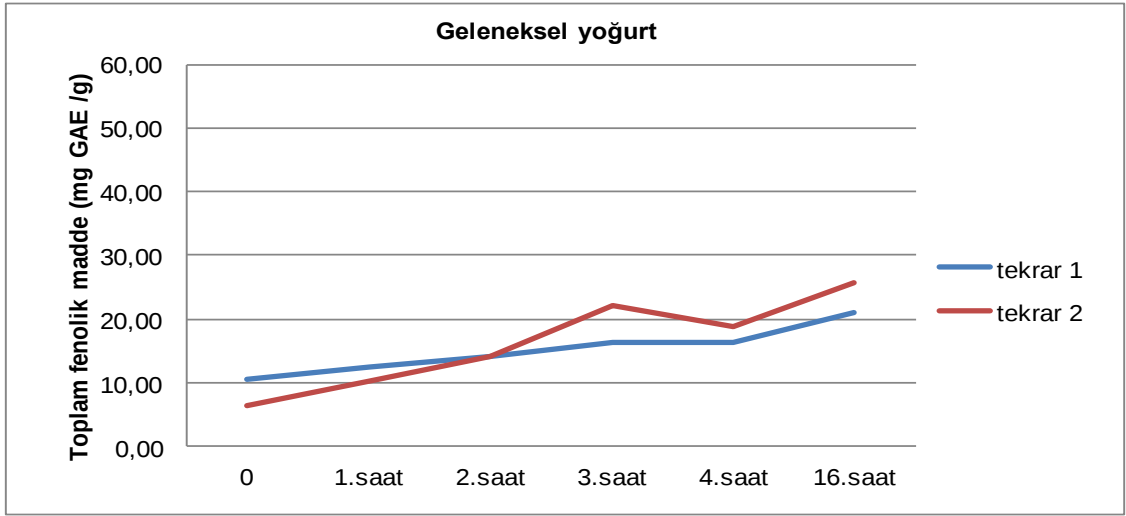
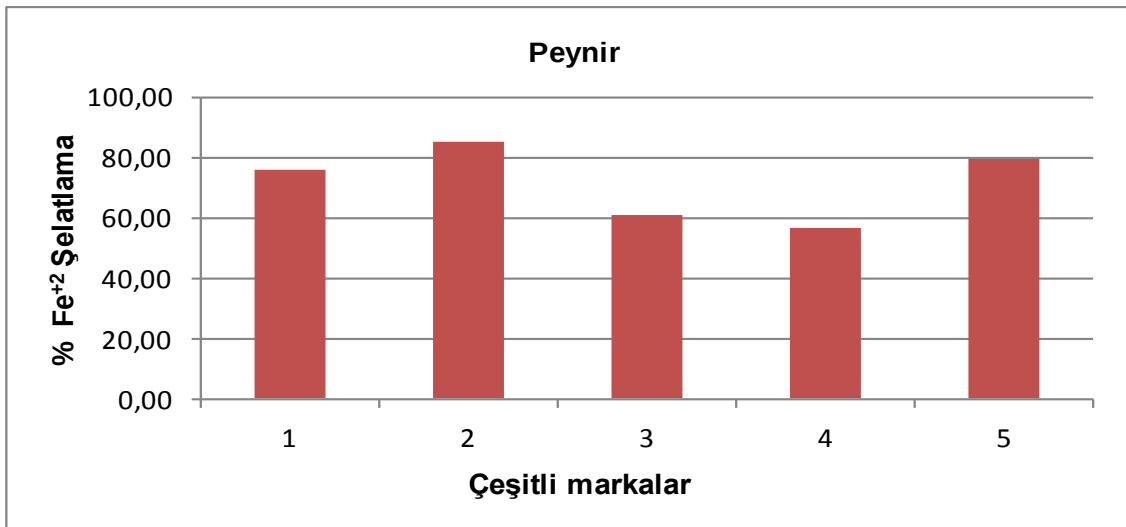
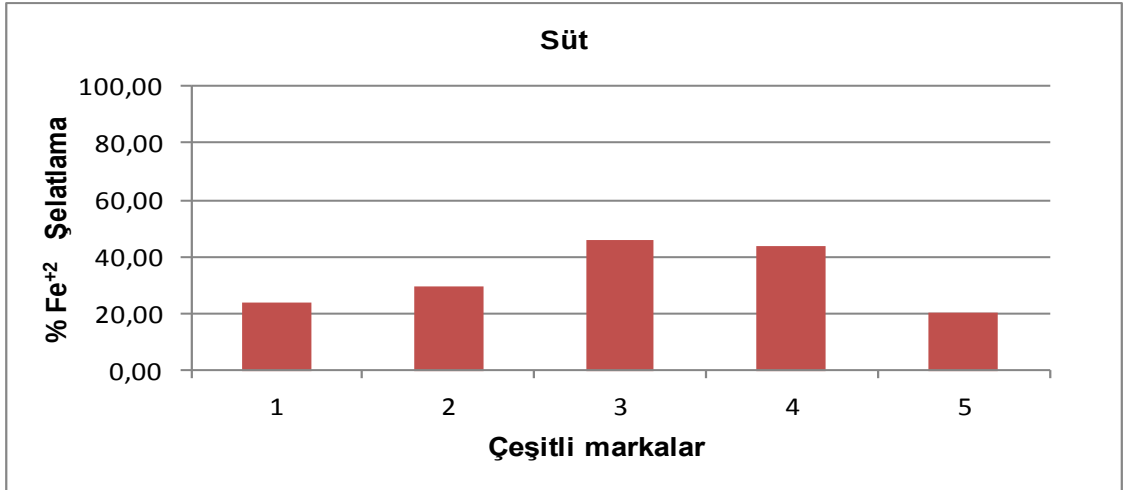
Zulueta,A., Maurizi,A., Frigola,A., Esteve,M.J., Coli,R., Burini, G.,. 2009, Antioxidant capacity of cow milk,whey and deproteinized milk, International Dairy Journal 19: 380-385.

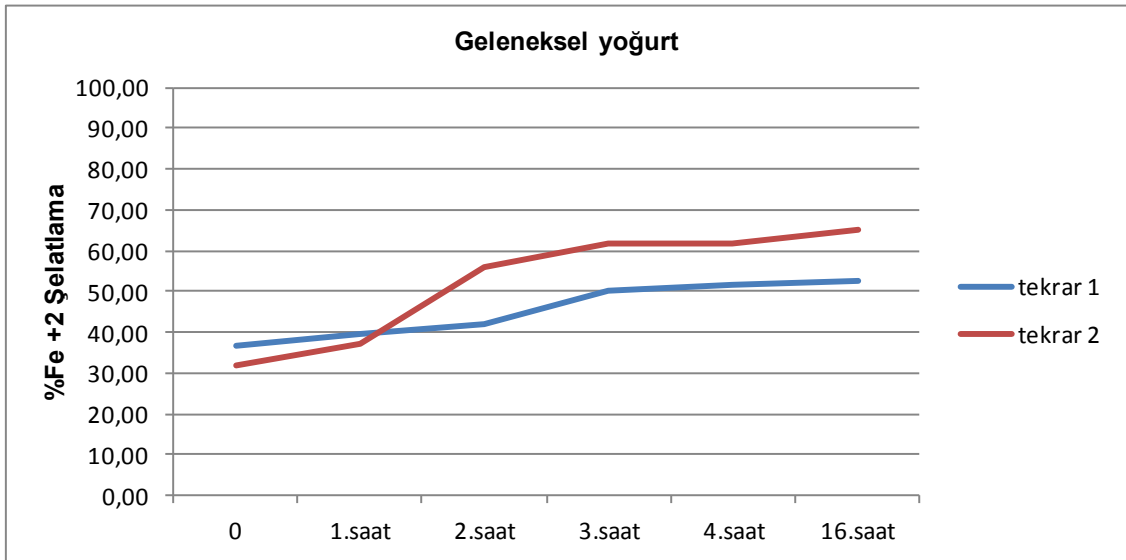
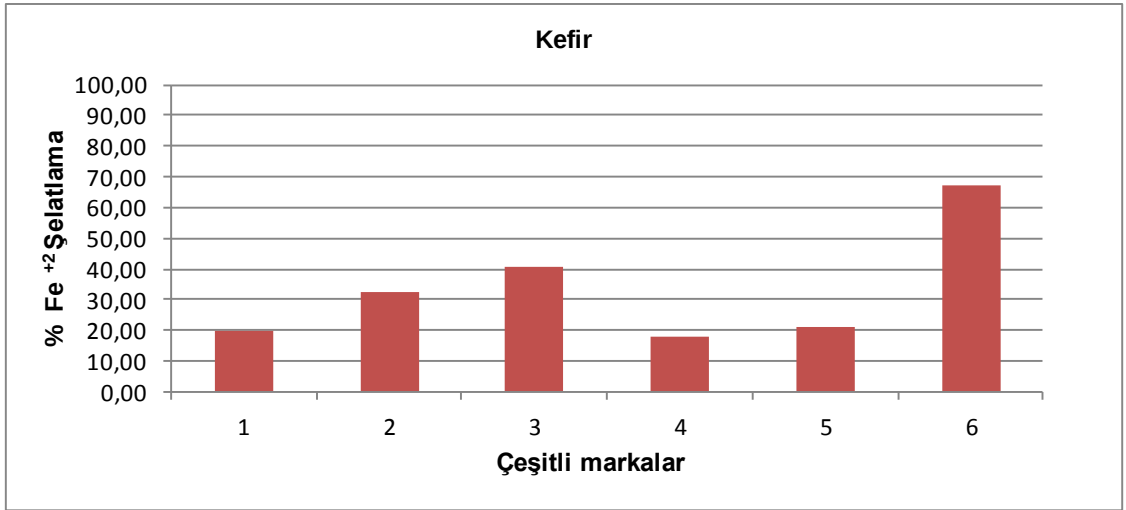
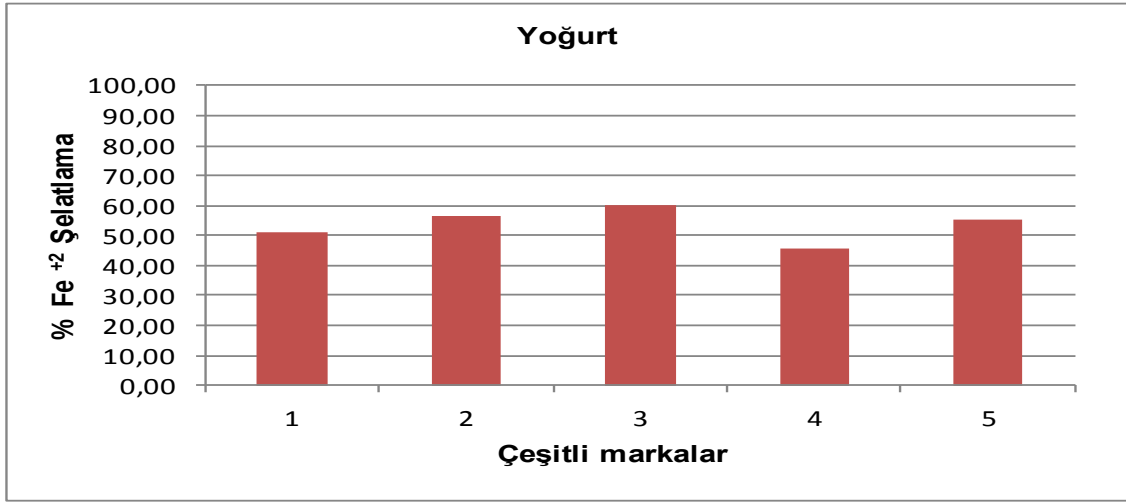
EKLER

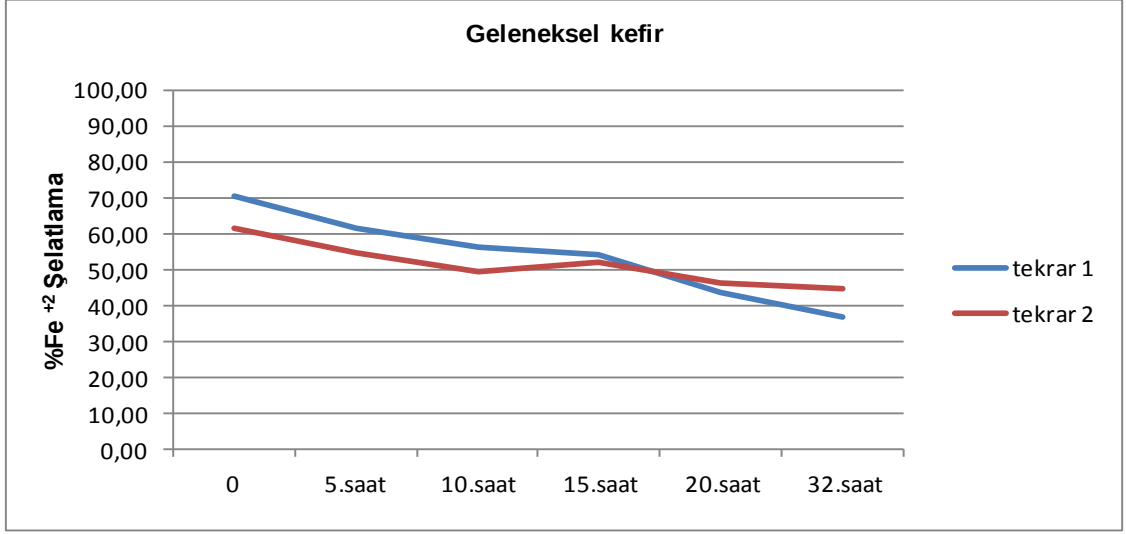
Ek-1. Toplam fenolik madde miktarı (mgGAE/g)



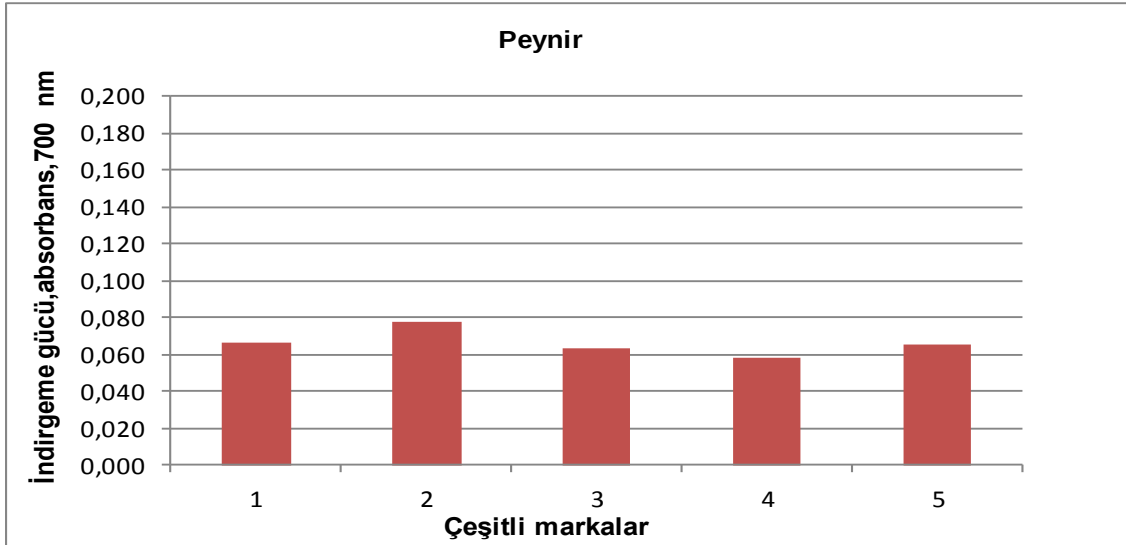
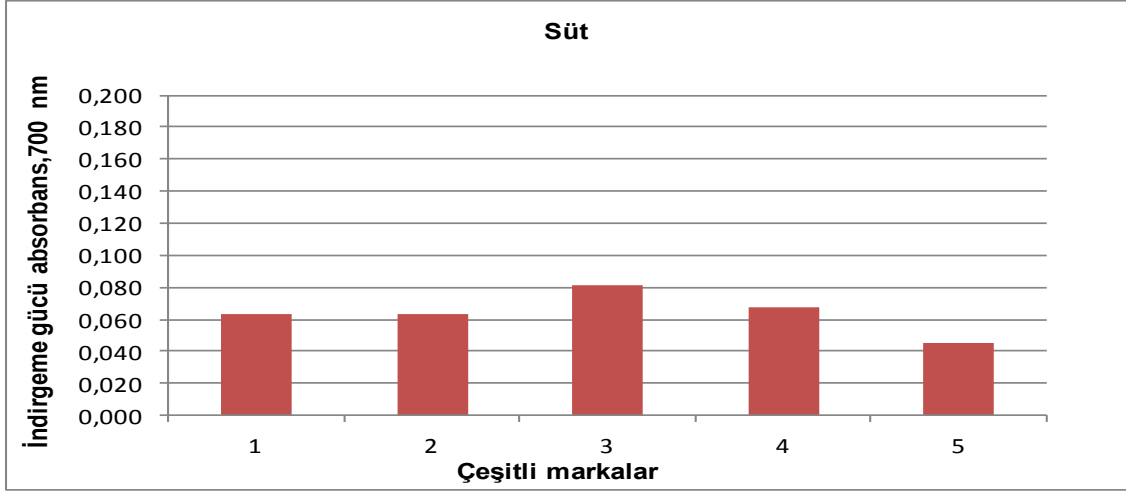


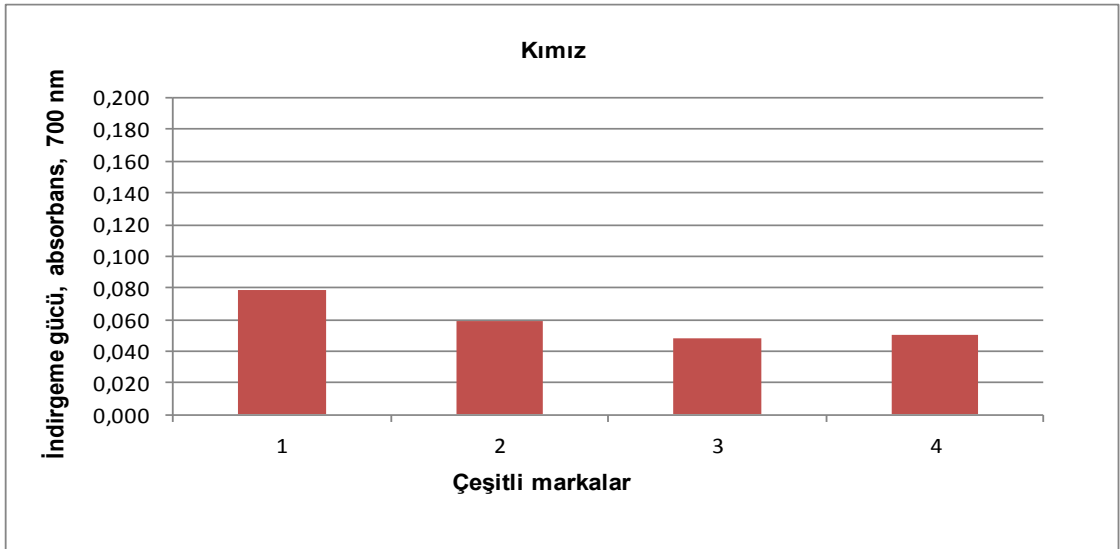
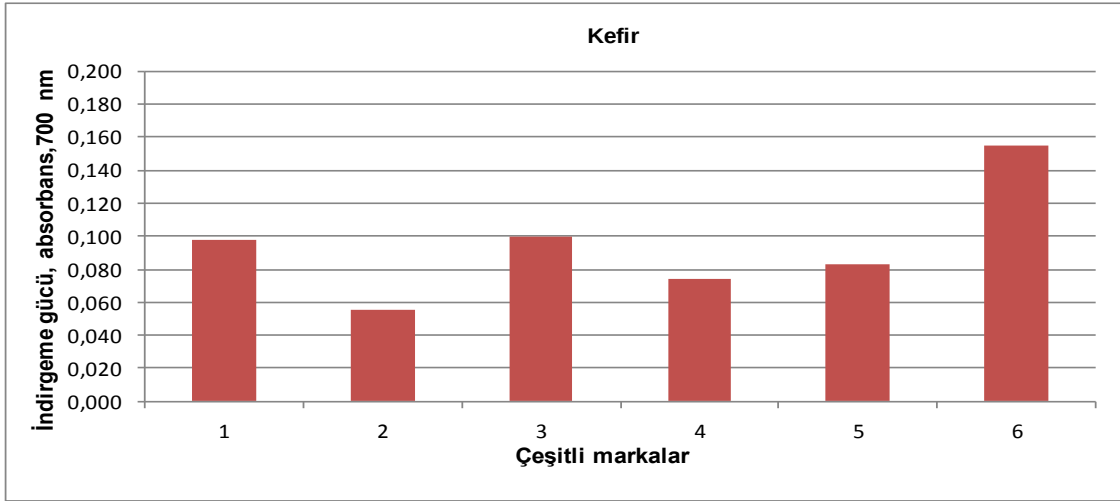
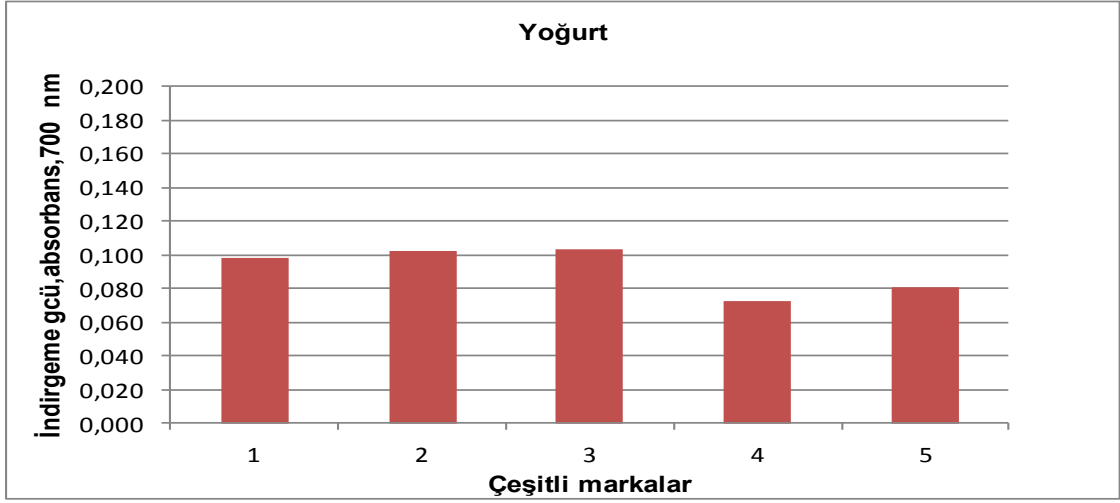
Ek-2. %Fe⁺² Şelatlama

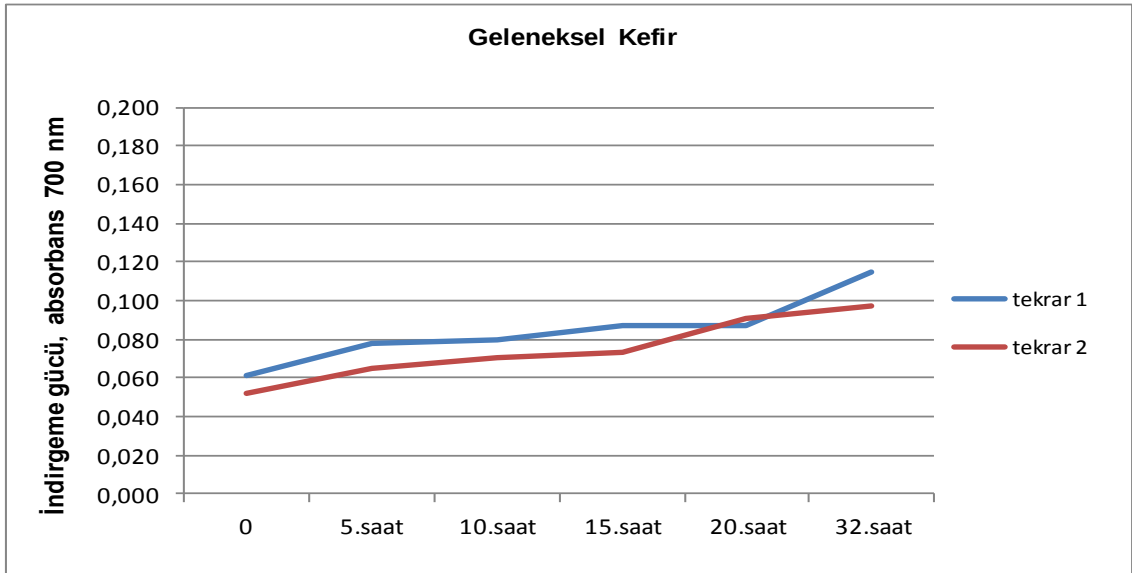
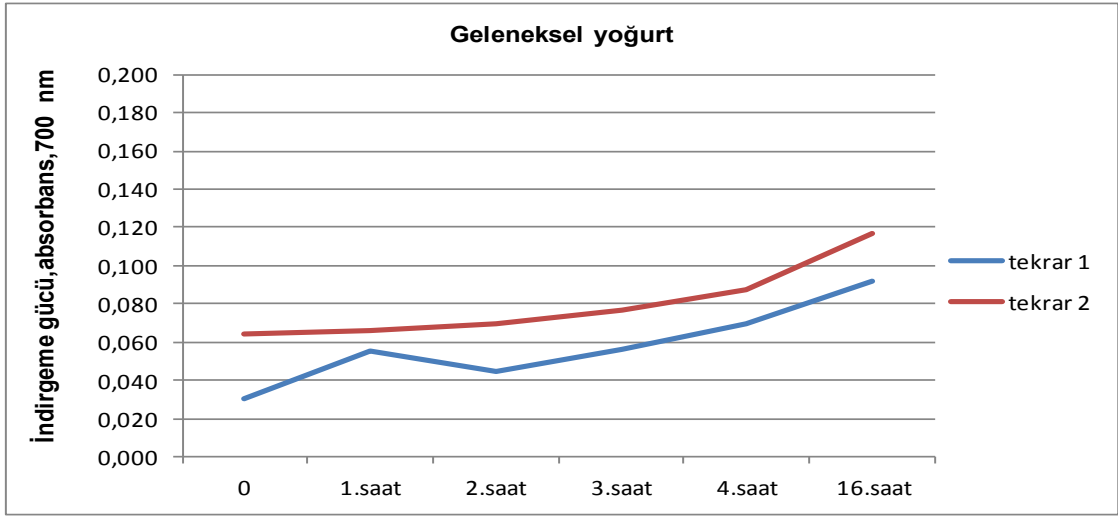




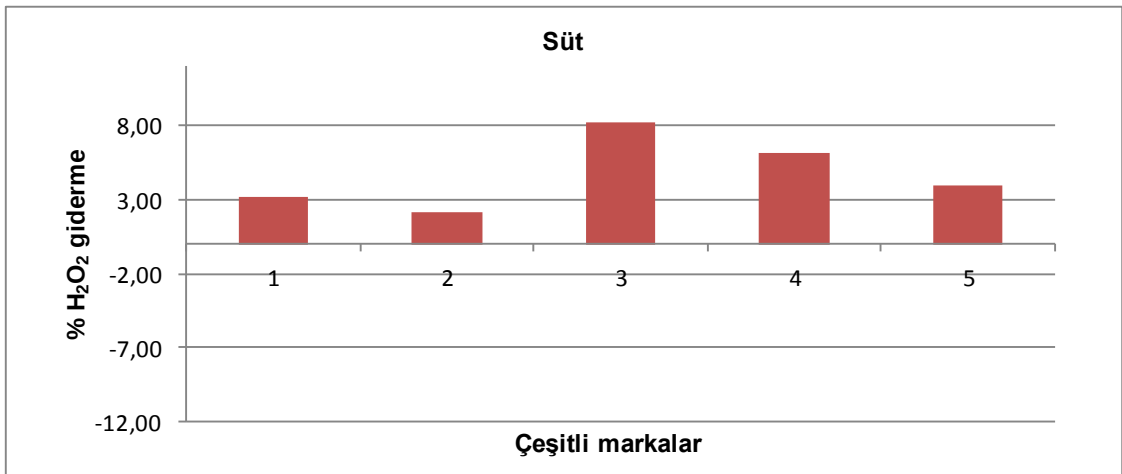
Ek-3. İndirgeme Gücü (700 nm'de absorbands)

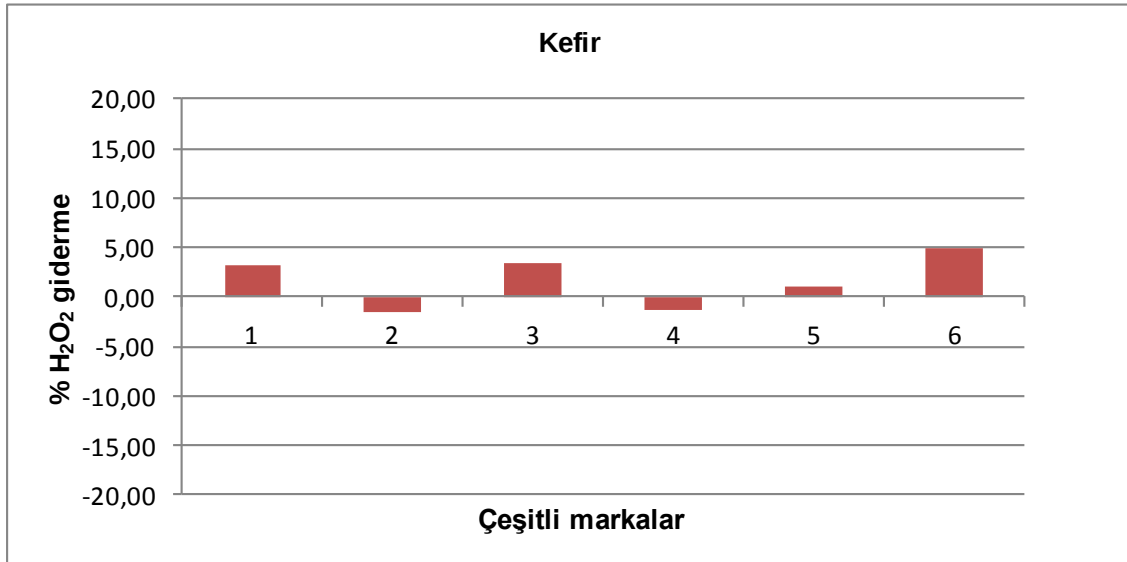
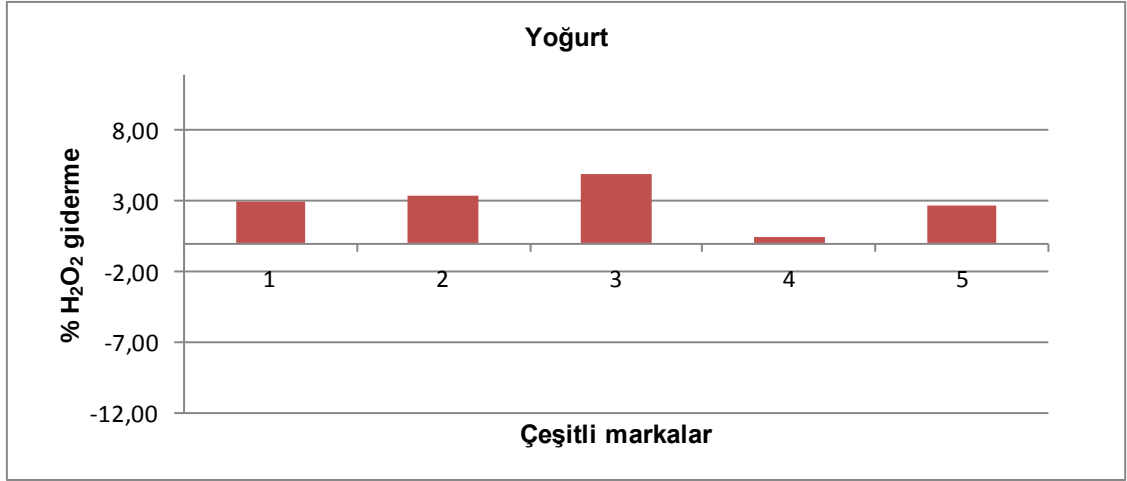
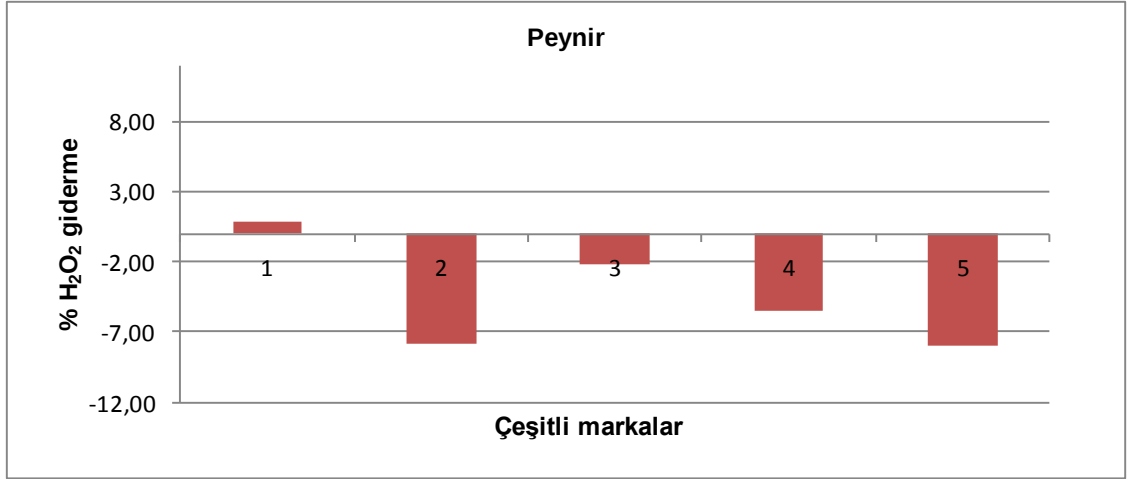


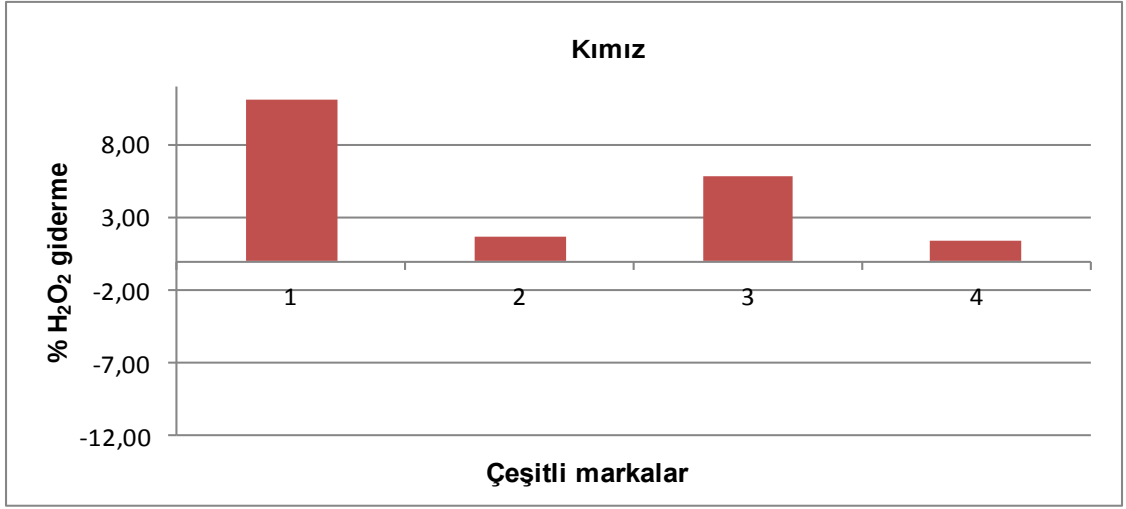




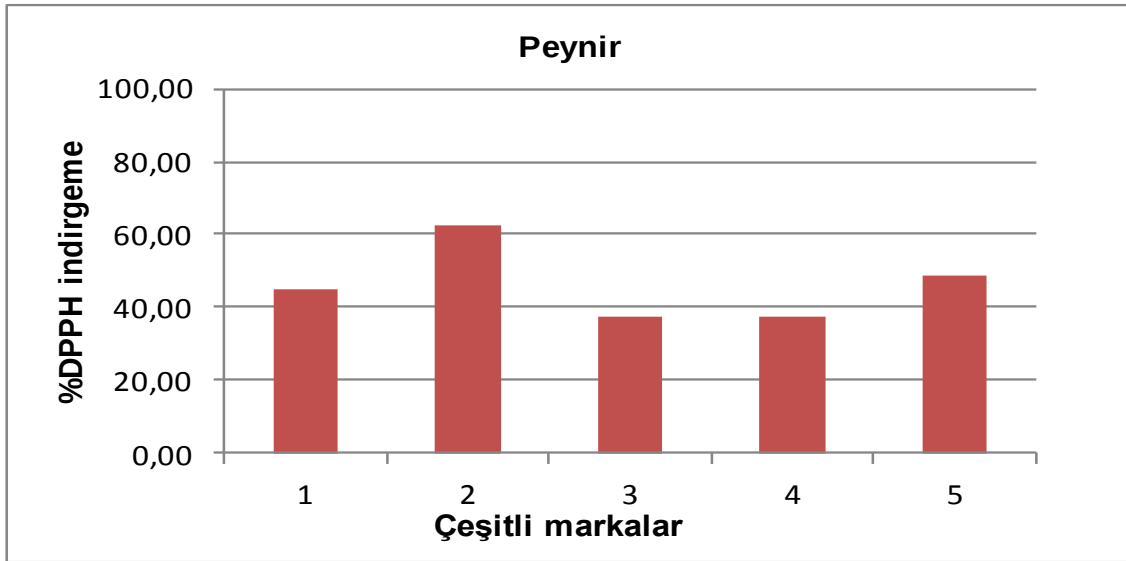
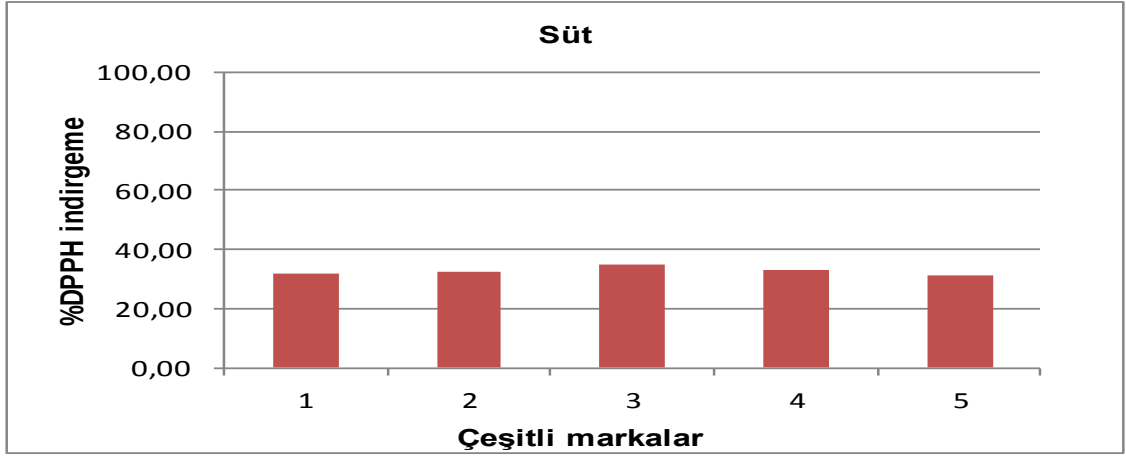
Ek-4. H_2O_2 Giderme Aktivitesi

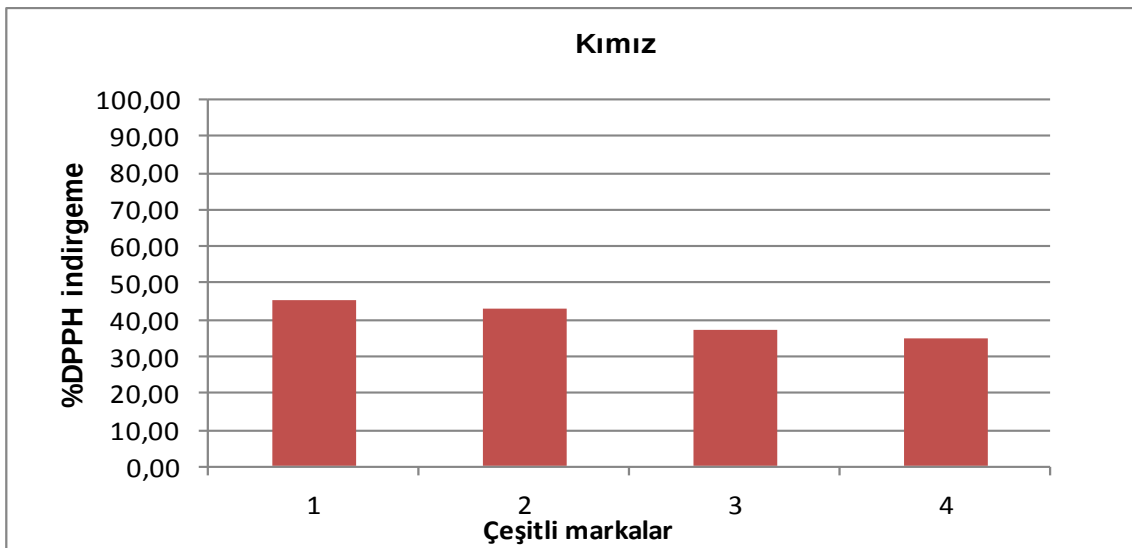
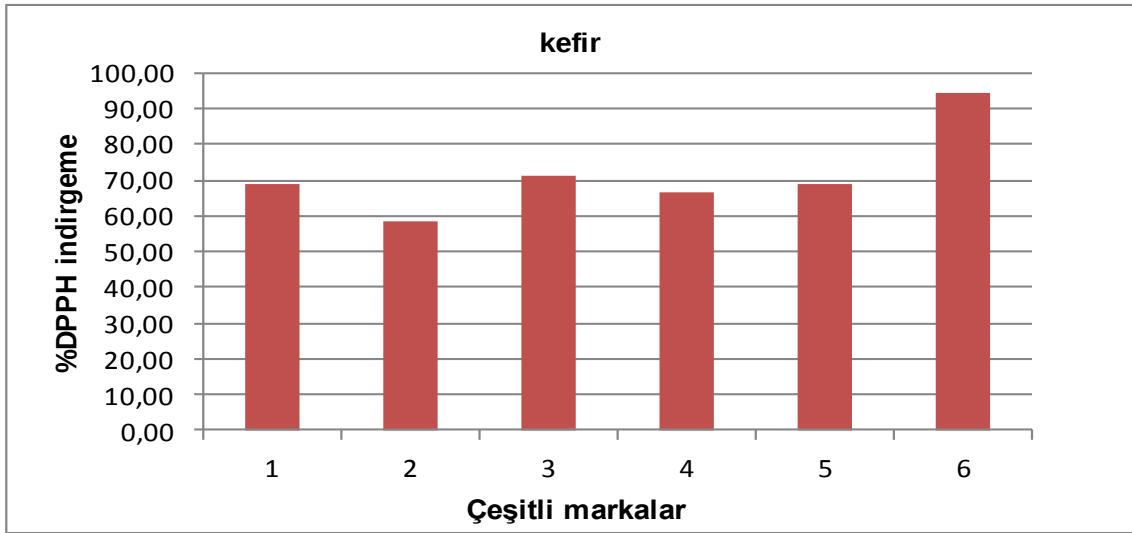
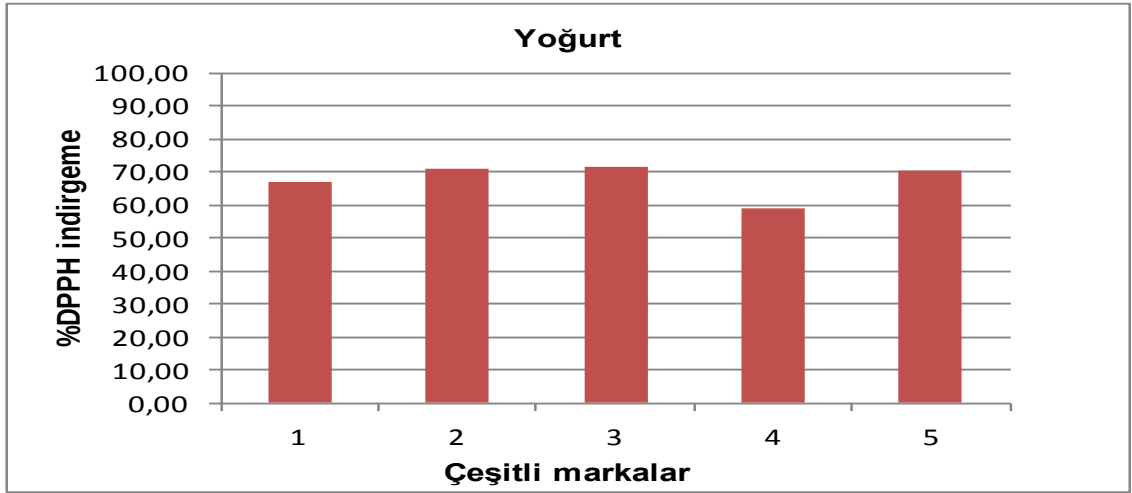


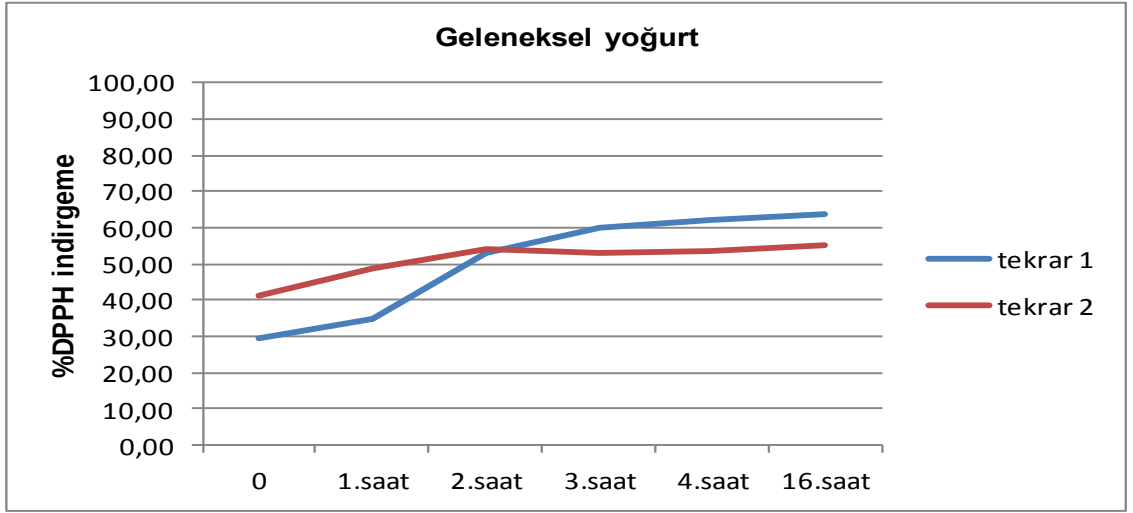
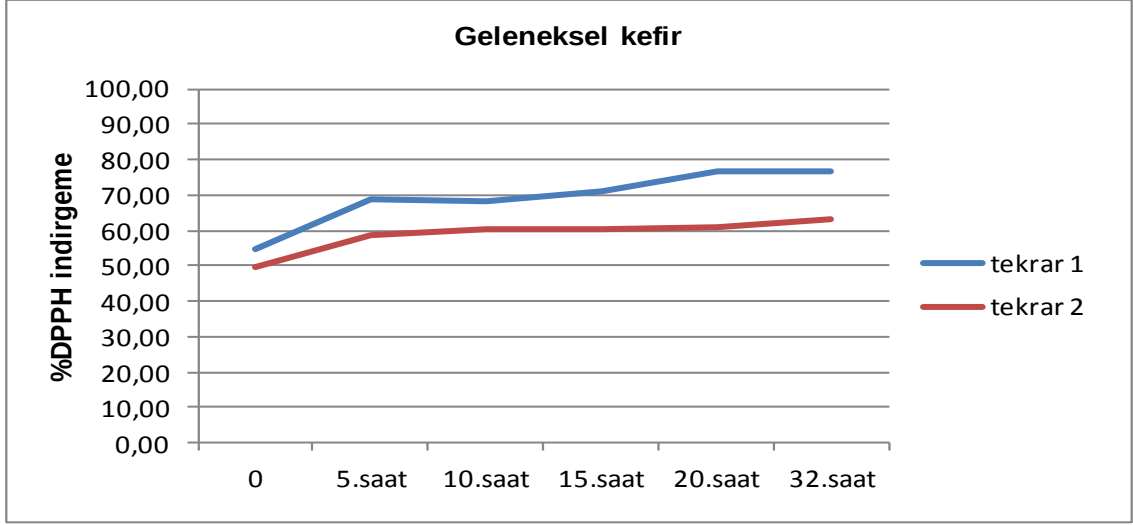




Ek-5. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi







Ek-6. H_2O_2 Giderme Aktivitesi (Tüm ürünler)



Ek-7. Çözünür Protein İçeriği – Antioksidan Aktivite Korelasyonu (Süt)

sut correlation coefficient 4

11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

6 Variables: protein fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
protein	15	5.72533	2.40107	4.63000
fen	15	9.57767	1.87638	10.06700
dem	15	32.54180	10.93767	28.67400
ind	15	0.06393	0.01228	0.06500
hydr	15	4.74007	2.33774	3.83600
dpph	15	32.69927	1.37137	32.64800

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
protein	2.20000	10.98000
fen	6.06700	12.06700
dem	17.56300	47.43100
ind	0.04300	0.08500
hydr	1.02300	8.95100
dpph	30.84800	35.21900

sut correlation coefficient 5

11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	protein	fen	dem	ind	hydr	dpph
protein	1.00000	0.53630 0.0393	0.61084 0.0156	0.66819 0.0065	0.40434 0.1350	0.63440 0.0111
fen	0.53630 0.0393	1.00000	0.85973 <.0001	0.79840 0.0004	0.45766 0.0863	0.87354 <.0001
dem	0.61084 0.0156	0.85973 <.0001	1.00000	0.87042 <.0001	0.57961 0.0235	0.89508 <.0001
ind	0.66819 0.0065	0.79840 0.0004	0.87042 <.0001	1.00000	0.68218 0.0051	0.84561 <.0001
hydr	0.40434 0.1350	0.45766 0.0863	0.57961 0.0235	0.68218 0.0051	1.00000	0.62354 0.0130
dpph	0.63440 0.0111	0.87354 <.0001	0.89508 <.0001	0.84561 <.0001	0.62354 0.0130	1.00000

Ek-8. Çözünür Protein İçeriği – Antioksidan Aktivite Korelasyonu (Yoğurt)

yogurt correlation coefficient 9
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

6 Variables: protein fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
protein	15	6.79667	2.67355	5.61000
fen	15	17.75067	3.47959	18.58000
dem	15	53.69267	5.25567	55.50000
ind	15	0.09120	0.01290	0.09800
hydr	15	2.89600	1.62145	3.10000
dpph	15	67.70667	5.01860	70.28000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
protein	3.90000	11.95000
fen	11.08000	21.92000
dem	45.10000	60.53000
ind	0.07000	0.10600
hydr	-0.24000	5.73000
dpph	58.13000	72.23000

yogurt correlation coefficient 10
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	protein	fen	dem	ind	hydr	dpph
protein	1.00000	0.60972 0.0158	0.93202 <.0001	0.83900 <.0001	0.47200 0.0547	0.87914 <.0001
fen	0.60972 0.0158	1.00000	0.67357 0.0059	0.36062 0.1867	0.38177 0.1603	0.60757 0.0163
dem	0.93202 <.0001	0.67357 0.0059	1.00000	0.79249 0.0004	0.78546 0.0005	0.89167 <.0001
ind	0.83900 <.0001	0.36062 0.1867	0.79249 0.0004	1.00000	0.72352 0.0023	0.69024 0.0044
hydr	0.47200 0.0547	0.38177 0.1603	0.78546 0.0005	0.72352 0.0023	1.00000	0.82300 0.0002
dpph	0.87914 <.0001	0.60757 0.0163	0.89167 <.0001	0.69024 0.0044	0.82300 0.0002	1.00000

Ek-9. Çözünür Protein İçeriği – Antioksidan Aktivite Korelasyonu (Peynir)

peynir correlation coefficient 14
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

6 Variables: protein fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
protein	15	11.73133	5.55039	13.29000
fen	15	35.31373	16.08772	27.35300
dem	15	71.67333	11.44894	75.95000
ind	15	0.06600	0.00702	0.06500
hydr	15	-4.54200	3.56794	-5.41000
dpph	15	46.36560	9.65084	44.94000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
protein	3.45000	20.06000
fen	18.52900	57.94100
dem	56.29000	85.43000
ind	0.05600	0.08000
hydr	-8.38000	1.89000
dpph	36.40400	62.92000

peynir correlation coefficient 15
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	protein	fen	dem	ind	hydr	dpph
protein	1.00000	0.94883 <.0001	0.89446 <.0001	0.84126 <.0001	-0.32706 0.2341	0.85049 <.0001
fen	0.94883 <.0001	1.00000	0.85305 <.0001	0.85894 <.0001	-0.18133 0.5178	0.80000 0.0003
dem	0.89446 <.0001	0.85305 <.0001	1.00000	0.91137 <.0001	-0.51521 0.0494	0.92404 <.0001
ind	0.84126 <.0001	0.85894 <.0001	0.91137 <.0001	1.00000	-0.24574 0.3773	0.79391 0.0004
hydr	-0.32706 0.2341	-0.18133 0.5178	-0.51521 0.0494	-0.24574 0.3773	1.00000	-0.55774 0.0307
dpph	0.85049 <.0001	0.80000 0.0003	0.92404 <.0001	0.79391 0.0004	-0.55774 0.0307	1.00000

Ek-10. Çözünür Protein İçeriği – Antioksidan Aktivite Korelasyonu (Kefir)

kefir correlation coefficient 19
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

6 Variables: protein fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
protein	18	5.60278	1.25812	5.71000
fen	18	22.71944	14.31585	15.53500
dem	18	33.23278	17.61533	26.87500
ind	18	0.09422	0.03210	0.09150
hydr	18	1.62722	2.57557	2.14000
dpph	18	71.27278	11.30337	68.76000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
protein	3.61000	8.13000
fen	10.87000	52.87000
dem	17.36000	67.22000
ind	0.05400	0.15700
hydr	-1.90000	5.48000
dpph	57.75000	94.38000

kefir correlation coefficient 20
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 18
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	protein	fen	dem	ind	hydr	dpph
protein	1.00000	0.82841 <.0001	0.58398 0.0109	0.91107 <.0001	0.31138 0.2528	0.95238 <.0001
fen	0.82841 <.0001	1.00000	0.65839 0.0030	0.85759 <.0001	0.88428 <.0001	0.85277 <.0001
dem	0.58398 0.0109	0.65839 0.0030	1.00000	0.54517 0.0193	0.56182 0.0152	0.61189 0.0070
ind	0.91107 <.0001	0.85759 <.0001	0.54517 0.0193	1.00000	0.93944 <.0001	0.92709 <.0001
hydr	0.31138 0.2528	0.88428 <.0001	0.56182 0.0152	0.93944 <.0001	1.00000	0.89016 <.0001
dpph	0.95238 <.0001	0.85277 <.0001	0.61189 0.0070	0.92709 <.0001	0.89016 <.0001	1.00000

Ek-11. Çözünür Protein İçeriği – Antioksidan Aktivite Korelasyonu (Kırmızı)

kimiz correlation coefficient 27
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

5 Variables: protein fen ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
protein	8	44.55500	6.75780	46.58000
fen	8	30.64000	8.77834	31.73000
ind	8	0.05863	0.01347	0.05550
hydr	8	5.28125	4.37837	4.14000
dpph	8	39.98125	4.59255	39.95500

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
protein	34.48000	51.68000
fen	19.06000	39.67000
ind	0.04600	0.07900
hydr	1.42000	12.57000
dpph	34.40000	45.72000

kimiz correlation coefficient 28
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 8
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	protein	fen	ind	hydr	dpph
protein	1.00000	0.91573 0.0014	0.87427 0.0045	0.88705 0.0021	0.78571 0.0208
fen	0.91573 0.0014	1.00000	0.76365 0.0274	-0.01212 0.9773	0.72294 0.0427
ind	0.87427 0.0045	0.76365 0.0274	1.00000	0.45783 0.2540	0.89822 0.0024
hydr	0.88705 0.0021	-0.01212 0.9773	0.45783 0.2540	1.00000	0.53893 0.1681
dpph	0.78571 0.0208	0.72294 0.0427	0.89822 0.0024	0.53893 0.1681	1.00000

Ek-12. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyonlar (Süt)

sut correlation coefficient 7

16:16 Wednesday, September 26, 2001

The CORR Procedure

5 Variables: fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
fen	15	9.57787	1.87652	10.06700
dem	15	32.54180	10.93767	28.67400
ind	15	0.06393	0.01228	0.06500
hydr	15	4.74007	2.33774	3.83600
dpph	15	32.69927	1.37137	32.64800

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
fen	6.06700	12.06700
dem	17.56300	47.43100
ind	0.04300	0.08500
hydr	1.02300	8.95100
dpph	30.84800	35.21900

sut correlation coefficient 8

16:16 Wednesday, September 26, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	fen	dem	ind	hydr	dpph
fen	1.00000	0.86208 <.0001	0.81140 0.0002	0.47698 0.0722	0.86958 <.0001
dem	0.86208 <.0001	1.00000	0.87042 <.0001	0.57961 0.0235	0.89508 <.0001
ind	0.81140 0.0002	0.87042 <.0001	1.00000	0.68218 0.0051	0.84561 <.0001
hydr	0.47698 0.0722	0.57961 0.0235	0.68218 0.0051	1.00000	0.62354 0.0130
dpph	0.86958 <.0001	0.89508 <.0001	0.84561 <.0001	0.62354 0.0130	1.00000

Ek-13. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyonlar (Yoğurt)

yogurt correlation coefficient 31
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

5 Variables: fen dem ind hydr dph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
fen	15	17.75067	3.47959	18.58000
dem	15	53.69267	5.25567	55.50000
ind	15	0.09120	0.01290	0.09800
hydr	15	2.89600	1.62145	3.10000
dph	15	67.70667	5.01860	70.28000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
fen	11.08000	21.92000
dem	45.10000	60.53000
ind	0.07000	0.10600
hydr	-0.24000	5.73000
dph	58.13000	72.23000

yogurt correlation coefficient 32
11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	fen	dem	ind	hydr	dph
fen	1.00000	0.67357 0.0059	0.36062 0.1867	0.38177 0.1603	0.60757 0.0163
dem	0.67357 0.0059	1.00000	0.79249 0.0004	0.78546 0.0005	0.89167 <.0001
ind	0.36062 0.1867	0.79249 0.0004	1.00000	0.72352 0.0023	0.69024 0.0044
hydr	0.38177 0.1603	0.78546 0.0005	0.72352 0.0023	1.00000	0.82300 0.0002
dph	0.60757 0.0163	0.89167 <.0001	0.69024 0.0044	0.82300 0.0002	1.00000

Ek-14. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyonlar (Peynir)

peynir correlation coefficient
11:03 Thursday, September 27, 2001

35

The CORR Procedure

5 Variables: fen dem ind hidr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
fen	15	35.31373	16.08772	27.35300
dem	15	71.67333	11.44894	75.95000
ind	15	0.06600	0.00702	0.06500
hidr	15	-4.54200	3.56794	-5.41000
dpph	15	46.36560	9.65084	44.94000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
fen	18.52900	57.94100
dem	56.29000	85.43000
ind	0.05600	0.08000
hidr	-8.38000	1.89000
dpph	36.40400	62.92000

peynir correlation coefficient
11:03 Thursday, September 27, 2001

36

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 15
Prob > |r| under H0: Rho=0

	fen	dem	ind	hidr	dpph
fen	1.00000	0.85305 <.0001	0.85894 <.0001	-0.18133 0.5178	0.80000 0.0003
dem	0.85305 <.0001	1.00000	0.91137 <.0001	-0.51521 0.0494	0.92404 <.0001
ind	0.85894 <.0001	0.91137 <.0001	1.00000	-0.24574 0.3773	0.79391 0.0004
hidr	-0.18133 0.5178	-0.51521 0.0494	-0.24574 0.3773	1.00000	-0.55774 0.0307
dpph	0.80000 0.0003	0.92404 <.0001	0.79391 0.0004	-0.55774 0.0307	1.00000

Ek-15. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyonlar (Kefir)

kefir correlation coefficient 39
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

5 Variables: fen dem ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
fen	18	22.71944	14.31585	15.53500
dem	18	33.23278	17.61533	26.87500
ind	18	0.09422	0.03210	0.09150
hydr	18	1.62722	2.57557	2.14000
dpph	18	71.27278	11.30337	68.76000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
fen	10.87000	52.87000
dem	17.36000	67.22000
ind	0.05400	0.15700
hydr	-1.90000	5.48000
dpph	57.75000	94.38000

kefir correlation coefficient 40
 11:03 Thursday, September 27, 2001

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 18
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	fen	dem	ind	hydr	dpph
fen	1.00000	0.65839 0.0030	0.85759 <.0001	0.88428 <.0001	0.85277 <.0001
dem	0.65839 0.0030	1.00000	0.54517 0.0193	0.56182 0.0152	0.61189 0.0070
ind	0.85759 <.0001	0.54517 0.0193	1.00000	0.93944 <.0001	0.92709 <.0001
hydr	0.88428 <.0001	0.56182 0.0152	0.93944 <.0001	1.00000	0.89016 <.0001
dpph	0.85277 <.0001	0.61189 0.0070	0.92709 <.0001	0.89016 <.0001	1.00000

Ek-16. Analiz Metotları Arasındaki Korelasyonlar (Kırmızı)

kimiz correlation coefficient
11:03 Thursday, September 27, 2001

43

The CORR Procedure

4 Variables: fen ind hydr dpph

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
fen	12	30.56000	8.50071	31.40000
ind	12	0.05900	0.01305	0.05550
hydr	12	4.94917	4.18678	3.71000
dpph	12	40.02750	4.52347	39.95500

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
fen	19.06000	39.67000
ind	0.04600	0.08000
hydr	0.29000	12.57000
dpph	34.40000	45.73000

kimiz correlation coefficient
11:03 Thursday, September 27, 2001

44

The CORR Procedure

Spearman Correlation Coefficients, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	fen	ind	hydr	dpph
fen	1.00000	0.83157 0.0008	0.18053 0.5745	0.73019 0.0070
ind	0.83157 0.0008	1.00000	0.43739 0.1550	0.86117 0.0003
hydr	0.18053 0.5745	0.43739 0.1550	1.00000	0.60000 0.0392
dpph	0.73019 0.0070	0.86117 0.0003	0.60000 0.0392	1.00000

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İzmir’de doğmuştur. 2000 yılında İzmir Konak 50. Yıl Süper Lisesi’nden mezun olmuştur. Aynı yıl Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başlamıştır. 2004 yılında Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. Aynı yıl içerisinde gıda ürünleri üretimi ve ihracatı yapan özel bir firmada Kalite Güvence Departmanında görev almıştır. Sektördeki kariyerine Kalite Sistemleri ve Gıda Güvenliği Yöneticiliği, Danışmanlık ve Denetmenlik alanlarında devam etmiştir. Aynı zamanda 2009 yılında Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır.