

T.C.
SIİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZİVZİK NARI EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ FONKSİYONEL
PEYNİRİN FENOLİK VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ertan Kadir OMURTAĞ
(213117004)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

Temmuz-2024
SIİRT

TEZ KABUL VE ONAYI

Ertan Kadir OMURTAĞ tarafından hazırlanan “Zivzik narı ekstraktı ile zenginleştirilmiş fonksiyonel peynirin fenolik ve antioksidan özelliklerinin araştırılması” adlı tez çalışması 16/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

Üye

Doç. Dr. Yakup ASLAN

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Harun BEKTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖN SÖZ

Bu tez, "Diyarbakır Örgü Peyniri"nin fenolik içeriğini ve antioksidan özelliklerini arttırmak amacıyla nar suyu ile zenginleştirilmesini araştırmaktadır. Bu çalışma, geleneksel peynir yapım tekniklerini modern besinsel iyileştirmelerle birleştirerek fonksiyonel gıdalar alanına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Bu araştırma, tüm süreç boyunca uzmanlığı ve anlayışlı geri bildirimleri çok değerli olan Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU rehberliğinde yürütülmüştür. Sağladığı destek ve teşvik, bu çalışmanın başarıyla tamamlanmasında çok önemli bir rol oynamıştır. Akademik destekleri ve sağladıkları kaynaklarla araştırmayı kolaylaştıran Öğr. Gör. Mesut GÖK'e de şükranlarımı sunarım.

Bu tezin başarıyla tamamlanması, araştırmanın zorlu aşamalarında sürekli teşvik ve anlayış sağlayan eşimin, oğlumun ve arkadaşlarımdan sarsılmaz desteği olmadan mümkün olamazdı.

Bu tez, geleneksel gıda ürünlerinin sağlığı teşvik eden bileşenlerle zenginleştirilmesi potansiyeline ilişkin değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır. Bulguların bu alanda daha fazla araştırmaya ilham vermesi ve yenilikçi fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine katkıda bulunması umulmaktadır.

Oğlum Kayra'ya...

Ertan Kadir OMURTAĞ
SİİRT-2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Fonksiyonel Gıdaların Önemi	1
1.2. Nar Ekstraktının Peynir Zenginleştirmedeki Yeri.....	4
1.3. Araştırma Hedefleri.....	5
1.4. Araştırma Soruları ve Hipotezler	7
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	10
2.1. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlığa Faydaları	10
2.1.1. Fonksiyonel gıdaların tanımı ve çeşitleri.....	12
2.1.1.1. Fonksiyonel gıda çeşitleri	12
2.1.1.2. Pazar trendleri ve tüketici kabulü.....	13
2.1.1.3. Düzenleme ve geliştirme zorlukları	14
2.1.1.4. Geleceğe yönelik öngörüler	14
2.1.2. Fonksiyonel gıdalardaki biyoaktif bileşenler.....	15
2.1.2.1. Biyoaktif bileşenlerin türleri ve kaynakları	15
2.1.2.2. Biyoaktif bileşenlerin sağlığa faydaları	16
2.1.2.3. Biyoaktif bileşenlerin eklenmesindeki zorluklar	17
2.1.2.4. Gelecek öngörülleri.....	17
2.2. Nar ve Biyoaktif Bileşenleri.....	17
2.2.1. Fenolik içerik ve antioksidan aktivite.....	19
2.2.1.1. Toplam fenolik içerik.....	19
2.2.1.2. Antioksidan aktivite	20
2.2.1.3. Narın farklı kısımlarının karşılaştırmalı analizi	20
2.2.1.4. İşleme yöntemlerinin etkisi	20
2.2.1.5. Sağlık etkileri	21
2.2.2. Narın sağlığa faydaları.....	21
2.2.2.1. Antioksidan özellikleri.....	22
2.2.2.2. Anti-İnflamatuvar etkiler	22
2.2.2.3. Kardiyovasküler sağlık	22
2.2.2.4. Cilt sağlığı.....	23
2.2.2.5. Kansere mücadele potansiyeli.....	23
2.2.2.6. Metabolik sağlık.....	24

2.2.2.7. Nöroprotektif etkiler	24
2.3. Süt Ürünlerinin Zenginleştirilmesi	25
2.3.1. Peynir zenginleştirme yöntemleri	28
2.3.1.1. Vitamin takviyesi	28
2.3.1.2. Mineral takviyesi.....	29
2.3.1.3. Probiyotikler ve prebiyotikler	29
2.3.1.4. Bitki bazlı biyoaktif bileşenler	30
2.3.1.5. Teknolojik zorluklar.....	30
2.3.1.6. Sağlık yararları	30
2.3.1.7. Geleceğe yönelik öngörüler	31
2.3.2. Zenginleştirmenin peynir özellikleri üzerindeki etkisi	31
2.3.2.1. Dokusal özellikler	31
2.3.2.2. Tat ve duyuşal özellikler	32
2.3.2.3. Besin biyoyararlanımı	32
2.3.2.4. Raf ömrü stabilitesi	32
2.3.2.5. Teknolojik zorluklar.....	33
2.4. Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Tutumları	33
2.4.1. Tüketici seçimlerini etkileyen faktörler	33
2.4.1.1. Algılanan sağlık faydaları	34
2.4.1.2. Güven ve bilgi	34
2.4.1.3. Duyusal özellikler	34
2.4.1.4. Sosyo-demografik faktörler	35
2.4.2. Pazar trendleri ve kabulü	35
2.4.2.1. Pazar büyümesi ve trendler	36
2.4.2.2. Pazarlama stratejileri.....	36
2.4.2.3. Kabulün önündeki engeller	37
2.4.2.4. Düzenleyici kurumların rolü	37
2.4.2.5. Gelecekteki durum	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
3.1. Materyal.....	39
3.1.1. Peynir örnekleri	39
3.1.2. Nar suyu hazırlanışı	41
3.2. Yöntem	42
3.2.1. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu ve analizi.....	42
3.2.2. Antioksidan aktivite değeriendirilmesi	44
3.2.3. Fizikokimyasal analizler	45
3.2.4. Duyusal değeriendirme	45
3.3. Deneyşel tasarım	46
3.3.1. Kontrol ve deney grupları	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	47
4.1. Fenolik İçerik ve Antioksidan Aktivite	47
4.1.1. Kontrol peynirlerle güçlendirilmiş peynirler arasında karşılaştırma	47
4.1.1.1. Fenolik içerik	47
4.1.1.2. Antioksidan aktivite	48
4.1.1.3. İstatistiksel anlamlılık	48
4.2. Fizikokimyasal Özellikler	49
4.2.1. Zenginleştirmenin peynir bileşimi üzerindeki etkisi	49

4.2.1.1. Toplam kuru madde içeriği	49
4.2.1.2. pH seviyeleri	50
4.2.1.3. Yağ asidi bileşimi.....	50
4.3. Duyusal Analiz Sonuçları.....	52
4.3.1. Tüketici kabulü ve tercihleri.....	52
4.3.1.1. Görünüş	52
4.3.1.2. Aroma.....	52
4.3.1.3. Doku.....	53
4.3.1.4. Lezzet	53
4.3.1.5. Ağızda kalan tat	53
4.3.1.6. Genel kabul edilebilirlik.....	53
4.4. Bulguların Tartışılması.....	55
4.4.1. Sonuçların yorumlanması	55
4.4.2. Önceki çalışmalarla karşılaştırma.....	55
4.4.3. Fonksiyonel gıda geliştirmeye yönelik çıkarımlar	56
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
5.1. Sonuçlar.....	57
5.1.1. Temel bulguların özeti.....	57
5.1.2. Alana katkılar.....	57
5.2. Öneriler.....	58
5.2.1. Pratik uygulamalar.....	58
5.2.2. Gelecekteki araştırmalar için öneriler.....	59
6. KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ.....	70

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Toplam fenolik madde miktarı.....	47
Tablo 4.2. Antioksidan aktivite değerleri.....	48
Tablo 4.3. Toplam kuru madde içeriği.....	50
Tablo 4.4. pH seviyeleri.....	50
Tablo 4.5. Yağ asidi kompozisyonu (%metil ester).....	51
Tablo 4.6. Duyusal analiz puanları.....	54



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Teleme oluşumu.....	39
Şekil 3.2. Nar suyu katılmış telemenin yoğrulması.....	40
Şekil 3.3. Peynire örgü şeklinin verilmesi.....	40
Şekil 3.4. Su banyosunda inkübasyon işlemi.....	42
Şekil 3.5. Thermo Scientific Megafuge Santrifüj cihazı.....	43
Şekil 3.6. Multiskan Go cihazı.....	44



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
FOSHU	: Belirlenmiş Sağlık Kullanımlarına Yönelik Gıdalar
FOS	: Fruktooligosakkaritler
GOS	: Galaktooligosakkaritler
PPE	: Nar Kabuğu Ekstraktı
FFA	: Serbest Yağ Asitleri
TBARS	:Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeleri
IBS	: İrritabl Bağırsak Sendromu
TPC	: Toplam Fenolik İçerik
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
ABTS	: 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
FRAP	: Ferrik İndirgeyici Antioksidan Gücü
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
TE	: Trolox Eşdeğeri
TEAC	: Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
SD	: Standart Sapma
Akb	: Atomik Kütle Birimi
Rpm	: Dakikadaki Devir Hızı
Dk	: Dakika

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
°C	: Santigrat Derece
L	: Litre
%	: Yüzde
g	: Gram
mL	: Mililitre
µm	: Mikrometre
N	: Normal
nm	: Nanometre
M	: Molar
pH	: Asitlik Derecesi
mM	: Milimol
µL	: Mikrolitre
mg	: Miligram
±	: Artı-Eksi
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZİVZİK NARI EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ FONKSİYONEL PEYNİRİN FENOLİK VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ertan Kadir OMURTAĞ

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

2024, 70+XI Sayfa

Bu tezde, Diyarbakır "Örgü" peynirine Zivzik nar suyu eklenmesinin antioksidan ve fenolik niteliklere olan etkisi incelenmektedir. Zenginleştirilmiş peynir örneklerinin fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi, fizikokimyasal özellikleri, dokusu, eriyebilirliği ve duyuşal yönleri çalışmanın bir parçası olarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. İlk bulgulara göre, peynire nar suyu eklenmesi, fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini büyük ölçüde artırmaktadır. İdeal konsantrasyon %7,5 olarak bulunmuştur. Ayrıca, bu zenginleştirme peynirin fizikokimyasal özelliklerini değiştirmekte, nem içeriğini artırarak ve pH'ı düşürerek dokusunu ve eriyebilirliğini etkilemektedir. Duyusal değerlendirmelere göre, tüketiciler az miktarlardaki zenginleştirmeyi (%5'e kadar) tolere ederken, daha yüksek konsantrasyonların (%7,5 ve %10) doku, görünüm, koku ve genel olarak kabul edilebilirlik üzerinde negatif bir etkisi vardır.

Çalışmanın bulguları, fonksiyonel gıdaların oluşturulmasına yönelik diğer araştırmalarla uyumludur ve bu nedenle meyve özlerinin süt ürünlerinin besinsel ve duyuşal yönlerini geliştirebileceği tezini desteklemektedir. Bu çalışma, nar suyunun peynir üzerindeki etkileri hakkında özel bilgiler vererek ve sağlık bilincine sahip tüketicilere hitap edecek yeni fonksiyonel süt ürünleri oluşturmak için uygulanabilir bir plan sunarak bu alana katkı sağlamaktadır. Araştırmaya göre, düşük miktarlarda zenginleştirme, tüketici çekiciliğini korumak ve sağlık avantajlarını artırmak arasında bir uzlaşma sağlayabilir ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi için uygulanabilir yeni bir yön açabilir. Bundan sonraki çalışmalar, zenginleştirilmiş peynirin kalıcı stabilitesine odaklanmalı, daha kapsamlı duyuşal değerlendirmeler yapmalı ve benzer amaçlar için alternatif meyve özlerini araştırmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Fenolik, Fonksiyonel Peynir, Nar, Yağ Asitleri

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE PHENOLIC AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FUNCTIONAL CHEESE ENRICHED WITH ZIVZIK POMEGRANATE EXTRACT

Ertan Kadir OMURTAĞ

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science
In Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

2024, 70+XI Pages

In this thesis, the effect of adding Zivzik pomegranate juice to Diyarbakır "Örgü" cheese on antioxidant and phenolic qualities is examined. The phenolic content, antioxidant activity, physicochemical characteristics, texture, solubility, and sensory aspects of the enriched cheese samples were all thoroughly analyzed as part of the study. According to preliminary research, adding pomegranate juice to cheese greatly boosts its phenolic content and antioxidant activity. The ideal concentration was found to be 7,5%. Additionally, this enrichment changes the physicochemical characteristics of the cheese, affecting its texture and solubility by raising its moisture content and decreasing pH. According to sensory assessments, consumers tolerate modest amounts of fortification (up to 5%), while greater concentrations (7,5% and 10%) have a detrimental effect on texture, appearance, scent, and acceptability overall. The study's findings are in line with other investigations into the creation of functional foods, so bolstering the theory that fruit extracts might improve the nutritional and sensory aspects of dairy products. This study advances the field by giving particular information on the effects of pomegranate juice on cheese and by presenting a workable plan for creating novel functional dairy products that would appeal to customers who are health-conscious. According to the research, modest amounts of fortification can strike a compromise between retaining consumer appeal and increasing health advantages, opening up a viable new direction for the development of functional foods. Subsequent studies ought to concentrate on the enduring stability of cheese that has been fortified, doing more comprehensive sensory assessments, and exploring alternative fruit extracts for comparable purposes.

Keywords: Antioxidant, Fatty Acids, Fenolic, Functional Cheese, Pomegranate

1. GİRİŞ

1.1. Fonksiyonel Gıdaların Önemi

Temel beslenmenin ötesinde sağlık açısından ek faydalar sunan gıdalar olarak tanımlanan fonksiyonel gıdalar hem bilimsel araştırmalarda hem de ticari gıda endüstrisinde büyük ilgi görmektedir. Bu artan ilgi büyük ölçüde beslenmenin hastalıkların önlenmesi ve sağlığın teşviki ve geliştirilmesindeki rolünü destekleyen giderek artan kanıtlara bağlanmaktadır. Fonksiyonel gıdalar tipik olarak daha iyi sağlık sonuçlarına katkıda bulunan vitaminler, mineraller, probiyotikler, prebiyotikler ve fitokimyasallar gibi biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilen ve doğal gıdalardan oluşturulan gıda maddeleridir.

Fonksiyonel gıdaların önemi, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite ve belirli kanser türleri gibi yaygın sağlık sorunlarına çözüm bulma potansiyelleriyle vurgulanmaktadır. Örneğin, omega-3 yağ asitleri, antioksidanlar ve diyet lifleri gibi biyoaktif bileşenler, inflamasyonun azalması, bağışıklık fonksiyonunun artması ve metabolik sağlığın iyileşmesiyle ilişkilendirilmektedir (Sherratt, 2023). Beslenme ve sağlık arasındaki bu bağlantı, fonksiyonel gıdaları beslenme bilimi ve halk sağlığı politikasının ön sıralarına yerleştirmektedir.

Üstelik fonksiyonel gıdalara yönelik tüketici pazarı son yıllarda hızla genişlemiştir. Tüketiciler arasında artan sağlık bilincinin yanı sıra doğal ve minimum düzeyde işlenmiş gıdalara yönelik artan tercih, fonksiyonel gıda ürünlerine olan talebi artırmıştır. Pazar analizleri, tüketicilerin belirli sağlık yararları sunan gıdalar için ekstra ücret ödemeye istekli olduklarını göstermektedir ve bu da gıda endüstrisini yeni fonksiyonel gıda ürünleri geliştirmeye ve yenilemeye teşvik etmektedir (Bigliardi ve Galati, 2013).

Süt ürünleri bağlamında, probiyotik yoğurtlar ve zenginleştirilmiş peynirler gibi fonksiyonel gıdalar, temel besin maddelerini sağlama ve bağırsak sağlığını geliştirme gibi ikili faydaları nedeniyle popüler hale gelmiştir. Fonksiyonel bileşenlerin süt ürünlerine dahil edilmesi yalnızca besin profillerini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda sağlık odaklı gıda seçimlerini tercih eden tüketici eğilimleriyle de uyumludur. Örneğin, yoğurda probiyotik eklenmesinin sindirim sağlığını iyileştirdiği ve bağışıklık fonksiyonunu güçlendirdiği, onu fonksiyonel gıda kategorisinde temel bir malzeme haline getirdiği gösterilmiştir (Sanders, 2008).

Fonksiyonel gıdaların halk sağığına katkı sağılama potansiyeli çeşitli ulusal ve uluslararası beslenme kılavuzlarında da yer almaktadır. Hükümetler ve sağılık kuruluşları, bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelele yönelik daha geniş stratejilerin bir parçası olarak fonksiyonel gıdaların düzenli beslenmeye dahil edilmesini savunmaktadır. Sağılık otoritelerinin bu girişimi, fonksiyonel gıdaların önemini daha da doğrulamakta ve bu alanda devam eden araştırma ve geliştirmeleri desteklemektedir.

Fonksiyonel gıdalar, temel besin değerlerinin ötesinde sağılık üzerinde olumlu etkiler sağılama yetenekleriyle geleneksel gıdalardan ayrılmaktadır. Bu gıda kategorisi, bunlarla sınırlı olmamak üzere, güçlendirilmiş gıdaları, gıda takviyelerini ve doğal sağılık ürünlerini içerir. "Fonksiyonel Gıda" kavramı, 1980'lerde Japonya'da, Japon hükümetinin "Belirlenmiş Sağılık Kullanımlarına Yönelik Gıdalar" (FOSHU) için düzenleyici bir çerçeve oluşturması ve fonksiyonel gıdalara küresel ilgi ve araştırmalar için zemin hazırlamasıyla ortaya çıkmıştır (Arai, 2002).

Fonksiyonel gıdalarla ilişkili sağılık yararları büyük ölçüde biyoaktif bileşenlerine bağlanmaktadır. Bu bileşenler, antioksidan, anti-inflamatuvar ve anti-karsinojenik özellikleri açısından kapsamlı bir şekilde araştırılan polifenoller, flavonoidler, karotenoidler ve diğer fitokimyasalları içerir (Pandey ve Rizvi, 2009). Örneğin meyvelerde, sebzelerde, çayda ve şarapta bulunan polifenollerin serbest radikalleri temizlediğı, böylece oksidatif stresi azalttığı ve kronik hastalık riskini azalttığı gösterilmiştir (Scalbert ve ark., 2005).

Yeterli miktarda tüketildiğinde sağığına fayda sağılayan canlı mikroorganizmalar olan probiyotikler, fonksiyonel gıdaların bir diğer kritik bileşenini temsil etmektedir. En yaygın olarak yoğıurt ve kefir gibi süt ürünlerine dahil edilmektedirler. Probiyotiklerin dengeli bir bağırsak mikrobiyotasını koruyarak, sindirimi iyileştirerek ve bağıışıklık sistemini güçlendirerek bağırsak sağığına iyileştirdiğı gösterilmiştir (Rijkers ve ark., 2011). Probiyotik açısından zengin gıdaların tüketimi aynı zamanda gastrointestinal bozuklukların, alerjilerin ve metabolik sorunların önlenmesi ve yönetimiyle de bağlantılıdır (Hill ve ark., 2014).

Yararlı bağırsak bakterilerinin büyümesini ve aktivitesini seçici olarak uyaran, sindirilmeyen gıda bileşenleri olan prebiyotikler, sıklıkla probiyotiklerle sinerjik olarak çalışır. Yaygın prebiyotikler arasında çeşitli bitki bazlı gıdalarda bulunan inülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) bulunur. Bu bileşenler bağırsak sağığına iyileştirir, mineral emilimini artırır ve bağıışıklık sistemini destekler (Slavin, 2013).

Fonksiyonel gıdalar aynı zamanda balık yağı, keten tohumu ve cevizde yaygın olarak bulunan omega-3 yağ asitlerini de içerir. Omega-3 yağ asitleri, kardiyovasküler sağlık, bilişsel işlevler ve inflamasyonun düzenlenmesinde hayati bir rol oynayan temel çoklu doymamış yağ asitleridir (Simopoulos, 2002). Omega-3 açısından zengin gıdaların düzenli tüketimi, kalp hastalığı riskinin azalması, zihinsel sağlığın iyileşmesi ve inflamatuvar durumların daha iyi yönetimi ile ilişkilendirilmiştir (Calder, 2004).

Fonksiyonel gıdaların ekonomik etkisi önemlidir ve bu ürünlere yönelik küresel pazarda önemli bir büyüme yaşanmaktadır. Bu trend, tüketicilerin daha sağlıklı gıda seçeneklerine olan talebi ve yaşam tarzıyla ilişkili hastalıkların artan yaygınlığından kaynaklanmaktadır. Fonksiyonel gıda pazarının, gıda teknolojisindeki yenilikler ve sağlık iddialarının bilimsel olarak doğrulanmasının artmasıyla birlikte yükseliş eğilimini sürdüreceği tahmin edilmektedir (Diplock ve ark., 1999).

Süt sektöründe fonksiyonel peynirlerin gelişimi ivme kazanmıştır. İlave probiyotikler, prebiyotikler, vitaminler ve mineraller içeren güçlendirilmiş peynirler, hem besinsel faydalar hem de duyuşsal keyif arayan sağlık bilincine sahip tüketicilere hitap etmektedir. Peynir üretimine bitki ekstraktları gibi biyoaktif bileşenlerin dahil edilmesi, yalnızca peynirin sağlık açısından faydalarını arttırmakla kalmaz aynı zamanda daha geniş bir tüketici tabanına hitap eden benzersiz tatlar sunan yeni bir yaklaşımdır (Granato ve ark., 2010).

Nar ekstraktının peynire entegrasyonu fonksiyonel gıda geliştirmenin yenilikçi bir örneğidir. Nar, güçlü antioksidan özellikler sergileyen fenolik bileşenler, özellikle ellagitanninler ve antosiyaninler açısından zengindir. Bu biyoaktif bileşenlerin oksidatif stresi, inflamasyonu ve kronik hastalık riskini azalttığı gösterilmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2010). Nar ekstraktının peynire dahil edilmesi, potansiyel olarak besin profilini geliştirebilir ve fonksiyonel gıdalara yönelik tüketici tercihleriyle uyumlu olarak ek sağlık yararları sağlayabilir.

Sonuç olarak, fonksiyonel gıdaların önemi çok yönlü olup sağlık yararlarını, tüketici talebini ve ekonomik fırsatları kapsamaktadır. Araştırmalar, fonksiyonel gıdaların faydalı etkilerini gösterdiği mekanizmaları açıklamaya devam ettikçe, sağlık bilincine sahip tüketicilere hitap eden yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesi muhtemelen gelişmeye devam edecektir. Bu tez, nar suyunun peynire katılma potansiyelini araştırarak bu dinamik alana katkıda bulunmayı ve böylece gelişmiş fenolik ve antioksidan özelliklere sahip fonksiyonel bir süt ürünü yaratmayı amaçlamaktadır.

1.2. Nar Ekstraktının Peynir Zenginleştirmedeki Yeri

Nar ekstraktının peynire entegrasyonu, öncelikle narın biyoaktif özellikleri ve süt ürünlerinin besin ve sağlık yararlarını artırma potansiyeli nedeniyle fonksiyonel gıdalar alanında önemli bir yere sahiptir. Nar (*Punica granatum*), güçlü antioksidanlar olan ellagitanninler ve antosiyaninler gibi fenolik bileşenlerin yüksek içeriğıyle bilinir. Bu bileşenlerin, serbest radikalleri temizleme, oksidatif stresi azaltma ve anti-inflamatuvar, anti-karsinojenik ve kardiyoprotektif etkiler dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararları sağlama yetenekleri açısından kapsamlı bir şekilde incelendiğı çalışmaları mevcuttur (Li ve ark., 2006).

Bu alandaki öncü çalışmalardan biri, nar kabuğu ekstraktının (PPE) peynirde doğal koruyucu olarak kullanımının araştırıldığı çalışmadır. Bu çalışma, PPE'nin Kalari peynirine dahil edilmesinin, her ikisi de lipit oksidasyonunun göstergeleri olan TBARS (tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri) ve serbest yağ asitlerinin (FFA) daha düşük değerleri ile kanıtlandığı gibi, peynirin oksidatif stabilitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir (Mahajan ve ark., 2015). Lipit oksidasyonunun peynirin raf ömrünü ve duysal kalitesini etkilemesinin yanı sıra zararlı oksidasyon ürünlerinin oluşumu nedeniyle sağlık riskleri de oluşturmaları sebebiyle bu bulgu çok önemlidir.

Oksidatif stabiliteyi arttırmanın yanı sıra, nar ekstraktının peynirin duysal özelliklerini de iyileştirdiğı gösterilmiştir. Örneğin, nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilmiş peynir örnekleri, kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında lezzet, doku ve genel kabul edilebilirlik açısından daha yüksek puanlar sergilemiştir. Nardaki fenolik bileşenlerin keçi peynirinin karakteristik keçi aromasını maskeleydiğı ve böylece lezzetini arttırdığı düşünülmektedir (Abd El-Aziz ve ark., 2013; Khalifa ve Wahdan, 2015). Hem sağlık hem de duysal özellikleri iyileştirmenin bu ikili faydası, nar ekstraktını peynir takviyesi için çekici bir fonksiyonel içerik haline getirmektedir.

Nar ekstraktının peynir takviyesindeki önemini daha da destekleyen çalışmaları, narın antioksidan özellikleri üzerine yapılan çalışmalarıdır. DPPH analizi kullanılarak ölçülen nar kabuğu ekstraktının radikal süpürme aktivitesi dikkat çekici derecede yüksektir, bu da onun gıda sistemlerinde doğal bir antioksidan olarak hareket etme konusundaki güçlü potansiyelini göstermektedir (Han ve ark., 2011). Bu antioksidan kapasitesi, depolama sırasında peynirin kalitesinin korunmasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda sağlığa yararlı özelliklerini de arttırır.

Nar ekstraktının peynirde kullanımı tüketici eğilimleri ve pazar talepleri ile de desteklenmektedir. Tüketiciler sağlık konusunda daha bilinçli hale geldikçe, sağlık açısından ek faydalar sunan fonksiyonel gıdalara olan talep de artmaktadır. Güçlendirilmiş peynirler, özellikle de nar gibi doğal özlerle zenginleştirilmiş olanlar, bu tüketici tercihlerine çok iyi uyum sağlamaktadır. Biyoaktif bileşenleri uygun ve lezzetli bir biçimde sunmak için bir araç sağlamaktadır ve böylece beslenme ve sağlık arasındaki boşluğu doldurmaktadırlar (Bigliardi ve Galati, 2013).

Ayrıca, nar ekstraktının peynir üretimine entegrasyonu, gıda endüstrisinde doğal koruyucuların ve fonksiyonel bileşenlerin kullanımına yönelik daha geniş bir eğilimin parçası olarak görülebilir. Sentetik katkı maddelerinden doğal alternatiflere doğru geçiş hem yasal baskılardan hem de tüketicilerin “temiz” etiketli ürünlere yönelik tercihlerinden kaynaklanmaktadır. Sağlık açısından faydaları belgelenmiş olan nar özü, bu trende mükemmel bir şekilde uyum sağlamakta ve peynir zenginleştirilmesi için sürdürülebilir ve sağlıklı teşvik eden bir çözüm sunmaktadır (Miguel ve ark., 2010).

Sonuç olarak, nar ekstraktının peynir takviyesindeki önemi çok yönlüdür ve oksidatif stabilite, duyu kalite ve sağlık yararlarındaki iyileşmeleri kapsamaktadır. Nar ekstraktının eklenmesi sadece peynirin besin profilini geliştirmekle kalmamakta, aynı zamanda doğal ve sağlıklı teşvik eden gıda içeriklerine yönelik çağdaş tüketici eğilimlerine de uyum sağlamaktadır. Araştırmalar bu tür fonksiyonel bileşenlerin faydalarını keşfetmeye ve doğrulamaya devam ettikçe, nar özü içeren zenginleştirilmiş peynirlerin geliştirilmesi, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde umut verici olmaktadır.

1.3. Araştırma Hedefleri

Bu çalışmanın araştırma hedefleri, peyniri nar suyu ile güçlendirmenin fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktivitesi ve duyu özellikleri de dahil olmak üzere çeşitli parametreler üzerindeki etkisini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu hedeflerin kökeni, nar özüyle zenginleştirilmiş peynir gibi fonksiyonel gıdaların, biyoaktif bileşenleri nedeniyle sağlık açısından önemli faydalar sağlayabileceğinin anlaşılmasına dayanmaktadır.

Hedef 1: Nar suyu ile güçlendirilmiş peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini değerlendirmek

Bu araştırmanın ilk hedefi nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirlerdeki fenolik bileşen düzeylerini ve antioksidan aktiviteyi belirlemektir. Bu değerlendirmeler, daha yüksek fenolik içeriğin ve antioksidan aktivitenin oksidatif stresle ilişkili hastalıklara

karşı daha iyi koruyucu etkilerle ilişkili olduğu göz önüne alındığında, zenginleştirilmiş peynirin potansiyel sağlık yararları hakkında fikir vermesi açısından kritik öneme sahiptir (Gao ve ark., 2012).

Hedef 2: Peynirin fizikokimyasal özelliklerinde zenginleştirme sonucu oluşan değişikliklerin belirlenmesi

İkinci hedef ise nar suyunun peynire eklenmesinin peynirin fizikokimyasal özelliklerini nasıl etkilediğini değerlendirmeye odaklanmaktadır. Bu çalışmada nem düzeyi, pH, yağ içeriği ve tekstür gibi parametreler analiz edilecektir. Bu özellikler peynirin genel kalitesini, stabilitesini ve raf ömrünü etkilediği için önemlidir (Del Caro ve ark., 2004; Sánchez-Maldonado ve ark., 2011). Örneğin pH ve nem içeriğindeki değişiklikler, peynirin mikrobiyal stabilitesini ve tekstürel özelliklerini etkileyebilir; bunlar tüketici kabulü ve ürünün uzun ömürlülüğü açısından çok önemlidir. Amaç, zenginleştirme sürecinin bu temel özellikleri olumsuz etkilememesini sağlamak, böylece peynirin kalitesini korumak veya arttırmaktır (Sánchez-Maldonado ve ark., 2011).

Hedef 3: Güçlendirilmiş peynirin duyuusal kabulünü ve tüketici tercihlerini değerlendirmek

Tüketici kabulü, herhangi bir yeni gıda ürününün başarısında hayati bir faktördür. Bu araştırmanın üçüncü hedefi, nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirin tat, aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuusal özelliklerini değerlendirmektir. Duyusal değerlendirme, kapsamlı geri bildirim toplamak için eğitilmiş paneller ve tüketici testleri kullanılarak gerçekleştirilecektir. Tüketici tercihlerini ve kabul seviyelerini anlamak, zenginleştirilmiş peynirin pazar potansiyelinin belirlenmesine yardımcı olacaktır. Olumlu duyuusal özellikler, ürünün çekiciliğini önemli ölçüde artırabilir ve rekabetçi gıda pazarında başarılı olma olasılığını yükseltebilir (Delarue ve ark., 2015).

Hedef 4: Nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirin ticari üretiminin fizibilitesini araştırmak

Nihai hedef, nar suyu ile zenginleştirilmiş peynir üretimini artırmanın fizibilitesini değerlendirmektir. Bu, üretim maliyeti, potansiyel pazar büyüklüğü ve karlılık gibi ekonomik yönlerin yanı sıra büyük ölçekli üretim sırasında tutarlı kaliteyi korumanın teknik fizibilitesinin analiz edilmesini içerir (Barham ve ark., 2011; Moser ve ark. 2011). Yüksek kaliteli nar suyunun tedarik edilmesi, zenginleştirme sürecinin standartlaştırılması ve mevzuata uygunluğun sağlanması gibi faktörler dikkate alınacaktır. Amaç, yüksek kalite standartlarını ve sağlık yararlarını korurken tüketici talebini karşılayabilecek ticari olarak uygun bir ürün geliştirmektir.

Sonuç olarak, bu araştırma hedefleri, peyniri nar suyu ile zenginleştirmenin potansiyel faydalarının ve zorluklarının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu araştırma, bu hedefleri ele alarak, yalnızca tüketici tercihlerini karşılamakla kalmayıp aynı zamanda sağlık açısından da önemli faydalar sunan, böylece halk sağlığı sonuçlarını iyileştiren ve besleyici ve yenilikçi gıda ürünlerinin tüketimini teşvik eden fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

1.4. Araştırma Soruları ve Hipotezler

Bu çalışmanın araştırma soruları ve hipotezleri, peynirin nar suyu ile zenginleştirilmesinin çeşitli boyutlarını ve etkilerini araştırmak üzere belirlenmiştir. Bu sorular, nar suyu ilavesinin peynirin fizikokimyasal özelliklerini, antioksidan aktivitesini ve duyuşal özelliklerini nasıl etkilediğinin araştırılmasına rehberlik etmek üzere tasarlanmıştır. Ayrıca hipotezler, bu güçlendirmenin potansiyel faydalarını ve fizibilitesini doğrulamak için ampirik testlere yönelik bir temel sağlar.

Araştırma Sorusu 1: Nar suyunun eklenmesi peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini nasıl etkiler?

Bu soru, bu bileşenlerin peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini ne ölçüde arttırdığını belirlemeyi amaçlamaktadır. Antioksidan aktivite, güçlendirilmiş peynirin radikal temizleme yeteneğini değerlendiren DPPH ve ABTS gibi çeşitli analizler yoluyla ölçülebilir. Bu analizler, zenginleştirilmiş peynirin sağlık açısından potansiyel faydalarını değerlendirmek için çok önemli olan antioksidan kapasitesinin niceliksel bir ölçümünü sağlar (Araújo ve ark., 2014).

Hipotez 1 (H1): Nar suyu ile zenginleştirme, peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırır.

Bu hipotez, peynirin antioksidan özelliklerini artırması beklenen nar suyunun bilinen yüksek fenolik içeriğine dayanmaktadır. Nardaki antosiyaninler, tanenler ve ellagik asit dahil olmak üzere fenolik bileşenlerin, zenginleştirilmiş peynirde, zenginleştirilmemiş peynire kıyasla daha yüksek bir antioksidan aktiviteye katkıda bulunması muhtemeldir (Gil ve ark., 2000; Sumaedi ve Sumardjo, 2021).

Araştırma Sorusu 2: Nar suyu takviyesine bağlı olarak peynirin fizikokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler nelerdir?

Nar suyunun eklenmesinin peynirin pH, nem içeriği, yağ içeriği ve tekstür gibi fizikokimyasal özelliklerini değiştirmesi beklenmektedir. Bu değişiklikler peynirin genel kalitesini, stabilitesini ve raf ömrünü etkilediğinden önemlidir. Bu araştırma sorusu,

zenginleştirme sürecinin peynirin temel özelliklerini olumsuz etkilememesini sağlamak için bu değişiklikleri ayrıntılı olarak araştırmayı amaçlamaktadır (Gil ve ark., 2000).

Hipotez 2 (H2): Nar suyu takviyesi peynirin fizikokimyasal özelliklerini değiştirir.

Bu hipotez, nar suyu ilavesinin peynirin fizikokimyasal özelliklerinde ölçülebilir değişikliklere yol açacağını öne sürmektedir. Nem, pH, yağ içeriğindeki değişiklikler, ürünün dokusunu, lezzetini ve raf ömrünü etkilediğinden özellikle önemlidir (Borochove-Neori ve ark., 2009; Viuda-Martos ve ark., 2010).

Araştırma Sorusu 3: Tüketiciler nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirin duysal özelliklerini nasıl algırlar?

Tüketicinin kabulü, herhangi bir yeni gıda ürününün başarısı için çok önemlidir. Bu soru, zenginleştirilmiş peynirin tat, aroma, doku ve genel kabul edilebilirlik dahil duysal özelliklerini araştırmaktadır. Ürün hakkında kapsamlı geri bildirim toplamak için eğitilmiş paneller ve tüketici testleri kullanılarak duysal değerlendirmeler gerçekleştirilecektir (Hassen ve ark., 2022).

Hipotez 3 (H3): Tüketiciler nar suyu ile zenginleştirilmiş peynire yönelik olumlu bir kabul ve tercih göstermektedir.

Bu hipotez, nar suyu ile zenginleştirmenin peynirin duysal özelliklerini geliştireceğini ve onu tüketiciler için daha çekici hale getireceğini ileri sürmektedir. Narın hoş meyvemsi tadının peynirin genel lezzet profilini iyileştirmesi beklenmektedir (Hassen ve ark., 2022; Sumaedi ve Sumardjo, 2021).

Araştırma Sorusu 4: Nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirin ticari üretimi mümkün müdür?

Bu soru, zenginleştirilmiş peynir üretimini artırmanın pratik yönlerini ele almaktadır. Büyük ölçekli üretim sırasında tutarlı kaliteyi sürdürmenin ekonomik uygulanabilirliğini, pazar potansiyelini ve teknik fizibilitesini analiz etmeyi içermektedir.

Hipotez 4 (H4): Nar suyu ile zenginleştirilmiş peynirin ticari üretimi mümkün ve ekonomik olarak uygundur.

Bu hipotez, uygun standardizasyon ve kalite kontrol önlemleriyle zenginleştirilmiş peynir üretiminin tüketici talebini karşılayabileceğini ve karlı olabileceğini öne sürmektedir. Üretim maliyeti, yüksek kaliteli nar suyunun temini ve düzenleyici standartlara uygunluk gibi faktörler dikkate alınmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma soruları ve hipotezler, peyniri nar suyu ile zenginleştirmenin potansiyel faydalarının ve zorluklarının kapsamlı bir şekilde

anlaşılmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu araştırma, bu hedefleri ele alarak, yalnızca tüketicilerini karşılamakla kalmayıp aynı zamanda sağlık açısından da önemli faydalar sunan, böylece halk sağlığı sonuçlarını iyileştiren, besleyici ve yenilikçi gıda ürünlerinin tüketimini teşvik eden fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlığa Faydaları

Fonksiyonel gıdalar, biyoaktif bileşenleri nedeniyle temel beslenmenin ötesinde sağlık açısından fayda sağlayan gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel gıda kavramı ilk olarak Japon bilim adamları tarafından ortaya atılmış ve o zamandan beri hastalıkların önlenmesi ve sağlığın teşviki ve geliştirilmesindeki potansiyeli nedeniyle küresel olarak tanınmaktadır (Bogue ve ark., 2017). Fonksiyonel gıdalar; vitaminler, mineraller, probiyotikler ve fitokimyasallar gibi biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmiş süt ürünleri, şekerlemeler, içecekler ve fırıncılık ürünleri gibi çok çeşitli ürünleri içermektedir (Kotilainen ve ark., 2006).

Fonksiyonel gıdalar sağlığın geliştirilmesinde ve hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, probiyotiklerle zenginleştirilmiş süt ürünlerinin bağırsak sağlığını iyileştirdiği ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği gösterilmiştir (Davoodi ve ark., 2013). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi probiyotikler, sindirim sağlığı ve gastrointestinal bozuklukların önlenmesi için gerekli olan bağırsak mikrobiyotasının dengesinin korunmasına yardımcı olur (Hassen ve ark., 2022). Ek olarak fonksiyonel süt ürünleri, kan kolesterol düzeylerini düşürerek ve lipid profillerini iyileştirerek kardiyovasküler hastalık riskini azaltabilir (Elwood ve ark., 2010).

Fonksiyonel gıdalar aynı zamanda metabolik bozuklukların tedavisinde de önemlidir. Örneğin, omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş gıdalar, inflamasyonun azalması ve kalp sağlığının iyileşmesi ile ilişkilendirilmiştir (Siro ve ark., 2008). Balık yağı ve keten tohumunda bulunan Omega-3 yağ asitleri, antiinflamatuvar özellikleri ve trigliserit düzeylerini düşürerek kalp hastalığı riskini azaltma yetenekleriyle bilinir (Viuda-Martos ve ark., 2010).

Fonksiyonel gıdalarda bulunan diğer bir biyoaktif bileşen grubu olan fitokimyasallar, antioksidan özellikleri açısından kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Flavonoidler, karotenoidler ve fenolik asitler gibi antioksidanlar serbest radikalleri nötralize edebilir, böylece oksidatif stresi önleyebilir ve kanser ve diyabet gibi kronik hastalık riskini azaltabilir (Lansky ve Newman, 2007). Örneğin, ellagik asit ve antosiyaninler açısından zengin olan nar ekstraktının güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Santiago ve ark., 2014).

Fonksiyonel gıdaların tüketiciler tarafından kabulü; sağlık bilinci, duyuşsal özellikler ve gıda güvenliğine olan güven gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir.

Araştırmalar tüketicilerin, sağlıklarına faydalı olduğunu düşündükleri fonksiyonel gıdaları satın alma olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Annunziata ve Vecchio, 2013). Ayrıca tat, doku ve aroma gibi duyuşsal nitelikler tüketici kabulünde kritik bir rol oynamaktadır. Bu duyuşsal beklentileri karşılayan ürünlerin pazarda başarılı olma olasılığı daha yüksektir (Bimbo ve ark., 2017).

Fonksiyonel gıdalara yönelik küresel pazar, tüketicinin sağlık ve sağlıklı yaşam konusundaki farkındalığının artmasıyla hızla genişlemektedir. Pazarın, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya gibi bölgelerden gelen önemli katkılarla yıllık %8-14 oranında büyüdüğü tahmin edilmektedir (Agriculture and Agri-Food Canada, 2009). Bu büyüme, gıda teknolojisindeki yenilikler ve gıda ürünlerinin sağlığa faydalarını artıran yeni fonksiyonel bileşenlerin geliştirilmesiyle desteklenmektedir (Baker ve ark., 2022).

Faydalarına rağmen fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. En büyük zorluklardan biri yasal ortamdır. Birçok ülkede fonksiyonel gıdalar henüz ayrı bir kategori olarak tanınmamaktadır ve bu da onay ve etiketleme süreçlerini zorlaştırmaktadır (Martirosyan ve ark., 2021). Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesini ve pazarlanmasını kolaylaştıracak standartlaştırılmış tanımlara ve düzenlemelere ihtiyaç vardır.

Diğer bir zorluk ise fonksiyonel gıdalarla ilgili sağlık iddialarının bilimsel olarak doğrulanması sürecidir. Bu ürünlerin sağlık açısından faydalarını kanıtlamak için zaman alıcı ve maliyetli olabilen titiz klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, fonksiyonel gıdaların etkinliği ve güvenliği konusunda tüketici şüpheleri pazarın büyümesini engelleyebilir. Tüketicileri eğitmek ve fonksiyonel gıda ürünlerine güven oluşturmak için etkili iletişim stratejileri gereklidir (Frewer ve ark., 2003).

Fonksiyonel gıdaların geleceği, gıda bilimi ve teknolojisindeki ilerlemelerle umut verici görünmektedir. Beslenme ve genler arasındaki etkileşimin incelenmesi olan nutrigenomik, bireysel genetik profillere dayalı olarak sağlığı optimize edebilecek kişiselleştirilmiş beslenme çözümleri için potansiyel barındırmaktadır (Türkmen ve ark., 2019). Ayrıca fonksiyonel gıdaların halk sağlığı stratejilerine entegrasyonu, kronik hastalıkların önlenmesine ve yönetimine daha geniş ölçekte katkıda bulunabilir (Hasler ve Brown, 2009).

Sonuç olarak, fonksiyonel gıdalar önemli sağlık yararları sunarken, halk sağlığı sonuçlarını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Ancak yasal, bilimsel ve tüketiciyle ilgili zorlukların ele alınması, sürdürülebilir büyüme ve fonksiyonel gıdaların pazarda kabul görmesi için çok önemlidir. Devam eden araştırma ve gerçekleşen yenilikler, modern

beslenme ve sađlđđın teŗviki ve geliŗtirilmesinin temel taŗı olarak fonksiyonel gıdaların tam potansiyelinin farkına varılmasında hayati bir rol oynayacaktır.

2.1.1. Fonksiyonel gıdaların tanımı ve eŗitleri

Fonksiyonel gıdalar genel olarak biyoaktif bileŗenlerin varlığı nedeniyle temel beslenmenin ötesinde sağlık yararları sağlayan gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Bu bileŗenler sađlđđı olumlu yönde etkileyebilir, kronik hastalık riskini azaltabilir ve genel refahı iyileŗtirebilir. "Fonksiyonel gıda" terimi, faydalı bileŗenler açısından zengin, doğal olarak oluŗan gıdalardan, sađlđđa faydalar sağlayan ilave bileŗenlerle zenginleŗtirilmiŗ iŗlenmiŗ gıdalara kadar geniŗ bir ürün yelpazesini kapsar (Martirosyan ve ark., 2021).

Fonksiyonel Gıda Merkezi (FFC), fonksiyonel gıdaların "tanımlanmıŗ, etkili, toksik olmayan miktarlarda, klinik olarak kanıtlanmış ve belgelenmiŗ sağlık yararları sağlayan optimal sađlđđı teŗvik etmek ve kronik/viral hastalık riskini azaltmak ve semptomlarını yönetmek için spesifik biyobelirteçler veya biyolojik olarak aktif bileŗenler içeren doğal veya iŗlenmiŗ gıdalar" olduğunu belirten kapsamlı bir tanım sunmaktadır (Martirosyan ve ark., 2021).

2.1.1.1. Fonksiyonel gıda eŗitleri

Fonksiyonel gıdalar biyoaktif bileŗenlere ve sağlık etkilerine göre sınıflandırılabilir. Bu kategoriler şunları içerir:

1. Probiyotikler ve Prebiyotikler: Probiyotikler yeterli miktarda tüketildiğinde sađlđđa fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Yoğurt ve kefir gibi fermente süt ürünlerinde yaygın olarak bulunurlar. Prebiyotikler, bağırsakta probiyotik bakterilerin çoğalmasını destekleyen, sindirilemeyen gıda bileŗenleridir. Birlikte bağırsak sađlđđını iyileŗtirir ve bađıŗıklık sistemini güçlendirirler (Davoodi ve ark., 2013).

2. Diyet Lifi: Tam tahıllar, meyveler ve sebzeler gibi diyet lifi açısından zengin gıdalar sindirim sađlđđını iyileŗtirmeye, kolesterol seviyelerini dŗrmeye ve kan şekeri seviyelerini düzenlemeye yardımcı olur. Yulafta bulunan beta-glukan gibi diyet liflerinin kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı gsterilmiŗtir (Anderson ve ark., 2009; Jenkins ve ark., 2000)

3. Vitaminler ve Mineraller: Vitamin ve mineral eklenmiŗ glendirilmiŗ gıdalar, belirli beslenme eksikliklerini giderir. Örneğin, D vitamini ile zenginleŗtirilmiŗ süt kemik sađlđđının korunmasına yardımcı olurken, demirle zenginleŗtirilmiŗ tahıllar anemiyi önler (Ward ve ark., 2014).

4. Fitokimyasallar: Bunlar bitkilerde bulunan flavonoidler, karotenoidler ve polifenoller gibi biyoaktif bileşenlerdir. Hücreleri hasardan koruyan ve iltihabı azaltan antioksidan özelliklere sahiptirler. Örnekler arasında domateslerdeki likopen ve üzümlerdeki resveratrol yer alır (Viuda-Martos ve ark., 2010).

5. Omega-3 Yağ Asitleri: Balık yağlarında, keten tohumlarında ve cevizde bulunan omega-3 yağ asitleri, antiinflamatuvar etkileri ve kalp hastalığı riskini azaltma yetenekleriyle bilinir. Genellikle yumurta ve süt ürünleri gibi gıdalara eklenirler (Siro ve ark., 2008).

6. Fonksiyonel İçecekler: Bunlar, enerji içecekleri, spor içecekleri ve geliştirilmiş sular gibi sıvı alımının ötesinde sağlık açısından faydalar sağlayan içecekleri içerir. Sağlığı ve performansı iyileştirmek için genellikle vitaminler, mineraller ve diğer biyoaktif bileşenlerle takviye edilirler (Granato ve ark., 2010).

7. Bitkiler ve Baharatlar: Sarımsak, ginseng ve zerdeçal gibi şifalı bitkiler ve baharatlar içeren gıdalar ve takviyeler, tedavi edici özellikleri nedeniyle değerlidir. Bu bileşenler genellikle sağlık yararlarını arttırmak için fonksiyonel gıdalara dahil edilir (Drewnowski ve Gomez-Carneros, 2000).

2.1.1.2. Pazar trendleri ve tüketici kabulü

Tüketicilerin beslenme ve sağlık arasındaki bağlantı konusundaki farkındalığının artması nedeniyle fonksiyonel gıda pazarı hızla büyümektedir. Küresel fonksiyonel gıda pazarı; kronik hastalıkların artan yaygınlığı, yaşlanan nüfus ve sağlık ve sağlıklı yaşam konusuna artan ilgi gibi faktörler tarafından yönlendirilmektedir (Kwak ve Jukes, 2000). 2009 yılında, fonksiyonel gıdalara yönelik küresel pazarın milyarlarca dolar değerinde olduğu tahmin edilmekteyken takip eden yıllarda önemli bir büyüme öngörülmekteydi (Kotilainen ve ark., 2006).

Fonksiyonel gıdaların tüketici kabulü; algılanan sağlık yararları, tat, kolaylık ve sağlık beyanlarına duyulan güven gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Araştırmalar, tüketicilerin, eğer ürünlerin sağlıklarını iyileştireceğine inanırlarsa ve üreticilerin sağlık iddialarına güvenirlerse, fonksiyonel gıdaları satın alma olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Urala ve Lähteenmäki, 2007). Ayrıca tat ve doku gibi duyuşal özellikler de fonksiyonel gıdaların kabul edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Lezzet ve ağızda bıraktığı his açısından tüketici beklentilerini karşılayan ürünlerin pazarda başarılı olma olasılığı daha yüksektir (Siro ve ark., 2008).

2.1.1.3. Düzenleme ve geliştirme zorlukları

Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi, yasal engeller ve sağlık iddialarının bilimsel olarak doğrulanması ihtiyacı da dahil olmak üzere çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Birçok ülkede fonksiyonel gıdalar ayrı bir kategori olarak tanınmamaktadır, bu da onay ve etiketleme süreçlerini karmaşık hale getirmektedir (Martirosyan ve ark., 2021). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki FDA ve Avrupa Birliği'ndeki EFSA gibi düzenleyici kurumların, sağlık iddiaları için katı gereklilikleri vardır ve bu, fonksiyonel gıdaların faydalarını kanıtlamak için sıkı bilimsel kanıtlar gerektirmektedir (Kwak ve Jukes, 2000).

Diğer bir zorluk ise fonksiyonel gıdalardaki biyoaktif bileşenlerin stabilitesinin ve biyoyararlılığının sağlanmasıdır. Üreticiler, işleme ve depolama sırasında bu bileşenlerin etkinliğini korumak için teknolojiler geliştirmelidir (Granato ve ark., 2010). Ek olarak, fonksiyonel gıdaların etkinliği ve güvenliği konusunda tüketicici şüpheleri pazarın büyümesini engelleyebilir. Etkili iletişim ve eğitim stratejileri, tüketicici güvenini oluşturmak ve fonksiyonel gıdaların faydalarını teşvik etmek için gereklidir (Frewer ve ark., 2003).

2.1.1.4. Geleceğe yönelik  ng r ler

Gıda bilimi ve teknolojisindeki ilerlemeler, yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi için umut verici fırsatlar sunmaktadır. Beslenme ve genler arasındaki etkileşimi inceleyen nutrigenomik, bireysel genetik profillere göre uyarlanmış kişiselleştirilmiş beslenme çözümleri için potansiyel barındırmaktadır (Türkmen ve ark., 2019). Bu yaklaşım, genetik yatkınlıklara ve bireysel sağlık ihtiyaçlarına dayalı kişiselleştirilmiş beslenme  nerileri sunarak sağlık sonuçlarının optimize edilmesine yardımcı olabilir.

Ayrıca fonksiyonel gıdaların halk sağlığı stratejilerine entegrasyonu, kronik hastalıkların  nlenmesine ve yönetimine daha geniş ölçekte katkı sağlayabilir. Dengeli beslenmenin bir parçası olarak fonksiyonel gıdaların tüketimini teşvik eden halk sağlığı girişimleri, kronik hastalıkların yükünü azaltılmasına ve toplum sağlığının iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Hasler ve Brown, 2009).

Sonuç olarak fonksiyonel gıdalar beslenme ve sağlık alanında önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir.  nemli sağlık yararları sunarlar ve halk sağlığını iyileştirme potansiyeline sahiptirler. Bununla birlikte, yasal, bilimsel ve t keticiciyle ilgili zorlukların ele alınması, sürdürülebilir büyüme ve fonksiyonel gıdaların pazarda kabul görmesi için

çok önemlidir. Devam eden araştırma ve gerçekleşen yenilikler, modern beslenme ve sağlığın teşviki ve geliştirilmesinin temel taşı olarak fonksiyonel gıdaların tam potansiyelinin farkına varılmasında hayati bir rol oynayacaktır.

2.1.2. Fonksiyonel gıdalardaki biyoaktif bileşenler

Biyoaktif bileşenler, temel beslenmenin ötesinde sağlık yararları sağlayan, gıdalarda doğal olarak oluşan veya var olan kimyasal bileşenlerdir. Vitaminler, mineraller, peptitler, polifenoller ve diğer fitokimyasalları içeren bu bileşenler, fonksiyonel gıdaların sağlığı geliştirici özelliklerinde kritik bir rol oynamaktadır. Biyoaktif bileşenlerin fonksiyonel gıdalara dahil edilmesi, kronik hastalık riskinin azaltılması ve genel refahın iyileştirilmesi gibi ek sağlık yararları sağlamayı amaçlamaktadır (Granato ve ark., 2018).

2.1.2.1. Biyoaktif bileşenlerin türleri ve kaynakları

1. Polifenoller: Polifenoller meyvelerde, sebzelerde, çayda, kahvede ve kırmızı şarapta bulunan çeşitli fitokimyasallar grubudur. Serbest radikalleri nötralize etmeye ve oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olan antioksidan özellikleriyle bilinirler. Yaygın polifenoller arasında flavonoidler, fenolik asitler ve tanenler bulunur. Örneğin, meyvelerdeki antosiyaninlerin kanser hücrelerinin büyümesini engellediği ve apoptozu tetiklediği gösterilmiştir (Seeram ve ark., 2006).

2. Karotenoidler: Beta-karoten, likopen ve lutein gibi karotenoidler, parlak renkli meyve ve sebzelerde bulunan pigmentlerdir. Antioksidan özelliklere sahiptirler ve göz sağlığı için gereklidirler. Domateslerde bulunan likopen, prostat kanseri riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Moran ve ark., 2022).

3. Vitaminler ve Mineraller: Temel vitaminler (örn. D, E, C vitamini) ve mineraller (örn. kalsiyum, magnezyum) çeşitli vücut fonksiyonlarının sürdürülmesinde kritik öneme sahiptir. D vitamini ile güçlendirilmiş gıdalar kemik sağlığına yardımcı olurken, C vitamini bir antioksidan ve bağışıklık güçlendirici görevi görür (Ward ve ark., 2014).

4. Diyet Lifi: Tam tahıllarda, meyvelerde ve sebzelerde bulunan diyet liflerinin sindirim sağlığını iyileştirdiği, kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve kan şekeri seviyelerini düzenlediği bilinmektedir. Yulaftaki beta-glukanların kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı gösterilmiştir (Anderson ve ark., 2009).

5. Probiyotikler ve Prebiyotikler: Probiyotikler, bağırsak sağlığını iyileştirerek konakçıya sağlık yararları sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Yoğurt ve kefir gibi fermente süt ürünlerinde yaygın olarak bulunurlar. İnulin ve fruktooligosakkaritler gibi prebiyotikler, bağırsakta faydalı bakterilerin çoğalmasını destekleyen sindirilmeyen gıda bileşenleridir (Granato ve ark., 2010).

6. Fitosteroller: Bunlar kolesterole benzeyen ve kandaki kolesterol seviyelerini düşürmeye yardımcı olabilen bitki kaynaklı sterollerdir. Kolesterol seviyelerinin yönetilmesine yardımcı olmak için margarin ve süt ürünleri gibi fonksiyonel gıdalara sıklıkla fitosteroller eklenmektedir (Katan ve ark., 2003).

7. Biyoaktif Peptitler: Enzimatik hidroliz yoluyla proteinlerden türetilen biyoaktif peptitlerin, antihipertansif, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteler dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararları vardır. Süt ürünleri biyoaktif peptitlerin yaygın bir kaynağıdır (Müller ve ark., 2016).

2.1.2.2. Biyoaktif bileşenlerin sağlığa faydaları

Biyoaktif bileşenler çeşitli mekanizmalar yoluyla fonksiyonel gıdaların sağlık yararlarına katkıda bulunur. Antioksidan özellikleri, hücrelerin yaşlanmayla ve kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi kronik hastalıkların gelişimiyle bağlantılı olan oksidatif hasardan korunmasına yardımcı olur (Galanakis, 2012). Örneğin, yeşil çaydaki polifenollerin endotel fonksiyonunu iyileştirerek ve kan basıncını düşürerek kalp hastalığı riskini azalttığı gösterilmiştir (Hodgson ve ark., 2010).

Balık yağında bulunan omega-3 yağ asitleri gibi birçok biyoaktif bileşiğin anti-inflamatuvar özellikleri, birçok kronik hastalığın altında yatan ortak bir faktör olan inflamasyonun azaltılmasına yardımcı olur (Calder, 2010). Omega-3 yağ asitleri aynı zamanda beyin sağlığında da rol oynayarak alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların riskini azaltır.

Probiyotikler, uygun sindirim ve bağışıklık fonksiyonu için gerekli olan dengeli bir mikrobiyotayı koruyarak bağırsak sağlığına katkıda bulunur. İrritabl bağırsak sendromunun (IBS) semptomlarını hafiflettikleri ve antibiyotikle ilişkili ishalin ortaya çıkmasını önledikleri gösterilmiştir (Granato ve ark., 2010).

Üzümde ve kırmızı şarapta bulunan resveratrol gibi fitokimyasallar, oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltarak kardiyoprotektif etkiler sergiler. Ayrıca çeşitli çalışmalarda kanıtlanmış olan kanser önleyici özelliklere de sahiptirler (Baur ve Sinclair, 2006).

2.1.2.3. Biyoaktif bileşenlerin eklenmesindeki zorluklar

Biyoaktif bileşenlerin fonksiyonel gıdalara dahil edilmesindeki önemli zorluklardan biri bunların stabilitesini ve biyoyararlılığını sağlamaktır. İşleme, depolama ve pişirme bu bileşenleri bozarak etkinliklerini azaltabilir. Mikrokapsülleme, işleme sırasında biyoaktif bileşenleri korumak ve nihai üründe stabiliteyi ve biyoyararlanımlarını arttırmak için kullanılan bir teknolojidir (El-Messery ve ark., 2019).

Bir diğer zorluk ise tüketici kabulüdür. Biyoaktif bileşenlerin sağlık yararları belgelenmiş olsa da, bunların gıdalara dahil edilmesi tat, doku ve görünüm gibi duyu özelliklerinden ödün vermemelidir. Örneğin, bazı polifenollerin acı tadı tüketicilere itici gelebilir ve bu istenmeyen tatları maskeleyen formülasyonların geliştirilmesini gerektirebilir (Frewer ve ark., 2003).

2.1.2.4. Gelecek öngörülleri

Gıda teknolojisindeki ilerlemeler ve biyoaktif bileşenlerin sağlığa faydalarının daha iyi anlaşılması, yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine yön vermektedir.

Yeni biyoaktif bileşen kaynaklarına yönelik araştırmalar da devam etmektedir. Örneğin deniz ürünleri, biyoaktif peptitler, polisakkaritler ve diğer faydalı bileşenler açısından zengin içerikleri nedeniyle araştırılmaktadır (Zhong ve ark., 2021). Bu bileşenler, potansiyel sağlık yararları ve fonksiyonel gıdalardaki uygulamaları açısından araştırılmaktadır.

Sonuç olarak biyoaktif bileşenler, fonksiyonel gıdaların sağlığı geliştiren özelliklerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Antioksidan, antiinflatuvar ve bağırsak sağlığını iyileştirici etkiler de dahil olmak üzere çok sayıda fayda sunarlar. Ancak potansiyellerini tam olarak kullanabilmek için stabilize, biyoyararlanım ve tüketici kabulü gibi zorlukların ele alınması gerekir. Devam eden araştırmalar ve teknolojik gelişmeler, bu zorlukların aşılmasında ve biyoaktif bileşenlerin fonksiyonel gıdalarda kullanımının yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

2.2. Nar ve Biyoaktif Bileşenleri

Nar (*Punica granatum L.*), sağlık açısından önemli faydalar sunan zengin biyoaktif bileşen bileşimi nedeniyle geniş çapta araştırılmaktadır. Bu meyve, özellikle kabuğu, taneleri ve suyu, antioksidan, antiinflatuvar ve antimikrobiyal özelliklerine katkıda bulunan polifenoller, flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler dahil olmak üzere çeşitli fitokimyasallar içermektedir.

Polifenoller narda en çok bulunan biyoaktif bileşenlerdir. Bunlar arasında ellagitanninler (punicalaginler ve punicalinler gibi), gallotanninler ve çeşitli flavonoidler (antosiyeninler, kateşinler ve diğer kompleks flavonoidler gibi) bulunur. Ellagitanninler, özellikle de punicalaginler, kabukta baskındır ve güçlü antioksidan aktivite sergiledikleri gösterilmiştir (Fischer ve ark., 2011; Li ve ark., 2006).

Punicalagin A ve B, ellagik asitle birlikte nardaki önemli fenolik bileşenlerdir. Çalışmalar, meyvenin bütününden sıkılan meyve sularının, bu fenoliklerin önemli ölçüde daha yüksek seviyelerine sahip olduğunu ve dolayısıyla yalnızca tanelerden elde edilen meyve sularına kıyasla daha yüksek antioksidan aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Bu bileşenler aynı zamanda anti-karsinojenik özelliklerle de ilişkilendirilmiştir; kanıtlar bunların kanser hücrelerinin çoğalmasını engelleme potansiyellerini ortaya koymaktadır (Seeram ve ark., 2006).

Tanenler, özellikle de punicalaginler gibi hidrolize olabilen tanenler, narın burukluğuna ve antioksidan kapasitesine önemli ölçüde katkıda bulunur. Bu bileşenler ağırlıklı olarak kabukta bulunur ve antimikrobiyal ve antiinflamatuvar aktiviteleri açısından incelenmiştir (Masci ve ark., 2016). Siyanidin 3-glikozit ve delfinidin 3-glikozit gibi antosiyeninler, nar suyunun canlı kırmızı renginden sorumludur ve aynı zamanda antioksidan özelliklerine de katkıda bulunur (Fischer ve ark., 2011).

Narın antioksidan aktivitesi öncelikle yüksek polifenolik içeriğine bağlanmaktadır. Antioksidanlar serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır ve hücresel hasarı önler. Nar suyunun, kırmızı şarap ve yeşil çay gibi diğer yaygın içeceklerden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (Gil ve ark., 2000). Bu yüksek antioksidan aktivite, HPLC teknikleri kullanılarak kapsamlı bir şekilde analiz edilen hem renkli hem de renksiz fenoliklerin varlığından kaynaklanmaktadır (Fischer ve ark., 2011).

Narın biyoaktif bileşenleri aynı zamanda önemli antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikler de sergiler. Ellagik asit ve diğer polifenollerin patojenik bakterilerin çoğalmasını engellediği ve iltihabı azalttığı gösterilmiştir. Bu özellikler narı çeşitli inflamatuvar ve bulaşıcı hastalıklar için etkili bir doğal ilaç haline getirmektedir (İsmail ve ark., 2012). Örneğin, nar kabuğu özlerinin *Staphylococcus aureus*'a karşı antibakteriyel aktivite göstermesi, bunların gıda muhafazası ve güvenliğinde potansiyel kullanımlarına işaret etmektedir (Mansour ve ark., 2013).

Narın biyoaktif bileşenlerinin sağlık açısından faydaları öncelikle çeşitli biyolojik yolları modüle etme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Nardaki antioksidanlar serbest

radikalleri temizleyerek oksidatif stresi azaltır ve hücre hasarı önler. Anti-inflamatuvar bileşenler, önemli inflamatuvar araçları inhibe eder, böylece inflamasyonu azaltır. Ek olarak, antimikrobiyal bileşenler patojenlerin hücre duvarlarını bozarak onların inhibisyonuna veya yok olmasına yol açar (Noda ve ark., 2002).

Narın biyoaktif bileşenlerinin biyoyararlılığı, bunların etkinliğinin belirlenmesinde çok önemli bir faktördür. Çalışmalar, bu bileşenlerin biyoyararlanımının gıda matrisi, sindirim süreçleri ve bireysel metabolik farklılıklar gibi faktörlerden etkilenebileceğini göstermiştir (Li ve ark., 2006). Fonksiyonel gıda ürünlerinde nar polifenollerinin stabilitesini ve biyoyararlılığını arttırmak için mikrokapsülleme gibi yenilikçi sistemler araştırılmaktadır (Granato ve ark., 2018).

Sonuç olarak nar, sağlık açısından önemli faydaları olan zengin bir biyoaktif bileşen kaynağıdır. Polifenoller, flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler antioksidan, anti-inflamatuvar, antimikrobiyal ve anti-kanser özelliklerine katkıda bulunur. Nar ve özlerinin tüketimi kardiyovasküler sağlığı iyileştirebilir, kanseri önleyebilir, beyni koruyabilir ve cilt sağlığını iyileştirebilir. Gelecekteki araştırmalar, sağlığı geliştirme potansiyellerinden tam anlamıyla yararlanmak için bu bileşenlerin biyoyararlılığını arttırmaya odaklanmalıdır.

2.2.1. Fenolik içerik ve antioksidan aktivite

Nardaki fenolik bileşenler meyvenin kabuk, taneler ve tohumlar gibi farklı kısımlarında yoğunlaşır ve her biri meyvenin genel antioksidan kapasitesine farklı şekilde katkıda bulunur.

2.2.1.1. Toplam fenolik içerik

Narın toplam fenolik içeriği (TPC), meyvenin farklı kısımlarına ve işleme yöntemlerine göre önemli ölçüde farklılık gösterir. Araştırmalar, nar kabuğunun, taneleri ve suyuyla karşılaştırıldığında en yüksek fenolik konsantrasyonunu içerdiğini göstermiştir. Örneğin nar kabuğundaki TPC, posadakinden on kat daha yüksek olabilir (Li ve ark., 2006). Bu yüksek konsantrasyon, meyvenin antioksidan aktivitesine en büyük katkıyı sağlayan punikalaginler gibi hidrolize edilebilir tanenlerin varlığından kaynaklanmaktadır.

Punicalaginler, diğer ellagitanninler ve ellagik asit türevleriyle birlikte nar kabuğunda baskındır. Bu bileşenler yalnızca yüksek TPC'ye katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda güçlü antioksidan özellikler de sergiler. Bu fenoliklerin kombinasyonu,

narın genel antioksidan kapasitesini artıran sinerjistik bir etkiyle sonuçlanır (Gil ve ark., 2000).

2.2.1.2. Antioksidan aktivite

Narın antioksidan aktivitesi öncelikli olarak DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)) ve FRAP (Ferrik İndirgeyici Antioksidan Gücü) yöntemleri gibi analizler kullanılarak değerlendirilir. Bu analizler, nar ekstraktlarının serbest radikalleri temizleme veya oksidanları azaltma yeteneğini ölçerek antioksidan kapasitelerini gösterir.

Araştırmalar, nar suyunun kırmızı şarap ve yeşil çay gibi diğer yaygın içeceklerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Bu üstün antioksidan kapasitesi büyük ölçüde meyve suyu işleme sırasında ekstrakte edilen yüksek düzeydeki punikalaginlerden ve diğer hidrolize edilebilir tanenlerden kaynaklanmaktadır (Tezcan ve ark., 2009).

2.2.1.3. Narın farklı kısımlarının karşılaştırmalı analizi

Narın farklı kısımlarındaki fenolik içeriğin ve antioksidan aktivitenin karşılaştırmalı analizi, belirgin farklılıklar ortaya koymaktadır. Nar kabuğu en yüksek seviyede fenolik bileşen içerir, bunu taneler ve meyve suyu takip eder. Örneğin, bir çalışmada yerel bir nar çeşidi olan Natanzın kabuğu için 276 mg GAE/g, Natanz tohumu için 72,4 mg GAE/g ve Natanz suyu için 23,8 mg GAE/L TPC değerleri rapor edilmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2011).

DPPH inhibisyonu olarak ölçülen antioksidan aktivite en yüksek kabukta (%45-58) görülmüş, bunu taneler (%26-54) ve meyve suyu (%9-10) izlemiştir. Bunlar nar ürünlerinin genel antioksidan kapasitesine katkıda bulunmada kabuğun önemli rolünün altını çizmektedir (Mansour ve ark., 2013).

2.2.1.4. İşleme yöntemlerinin etkisi

Narın işlenme yöntemi, fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde etkiler. Tipik olarak meyvenin tamamının preslenmesiyle üretilen ticari nar sularının, yalnızca tanelerden yapılan meyve sularına kıyasla daha yüksek düzeyde fenolik içerdiği ve daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni, bütün meyvelerin işlenmesi sırasında kabuk ve tanelerden ilave fenolik bileşenlerin çıkarılmasıdır (Gil ve ark., 2000).

Örneğin, ticari meyve sularının 1500-1900 mg/L punikalagin içerdiği rapor edilirken, tek başına tanelerden yapılan meyve suları bu bileşiğin yalnızca eser miktarlarını içerir. Sonuç olarak, ticari meyve sularının antioksidan aktivitesi önemli ölçüde daha yüksektir ve yalnızca arıl içeren meyve suları için 12-14 TEAC ile karşılaştırıldığında genellikle 18-20 TEAC (Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi) olarak ölçülür (Fischer ve ark., 2011).

2.2.1.5. Sağlık etkileri

Narın yüksek fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesinin sağlık açısından önemli etkileri vardır. Antioksidanlar serbest radikalleri nötralize etmede, böylece oksidatif stresi azaltmada ve hücrel hasarı önlemede çok önemli bir rol oynar. Bu özellik özellikle kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve nörodejeneratif bozukluklar gibi kronik hastalıkların önlenmesinde faydalıdır.

Araştırmalar, düzenli nar suyu tüketiminin kan basıncını düşürerek, lipit profillerini iyileştirerek ve endotel fonksiyonunu geliştirerek kardiyovasküler sağlıkta iyileşmelere yol açabileceğini göstermiştir (Aviram ve ark., 2000). Ek olarak, nar polifenollerinin, özellikle de punikalaginlerin anti-karsinojenik özelliklerinin, kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediği ve apoptozu tetiklediği gösterilmiştir (Seeram ve ark., 2006).

Özetle, narın fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi öncelikle hidrolize edilebilir tanenler, flavonoidler ve antosiyaninlerden oluşan zengin bileşimine bağlanmaktadır. Kabuk, bu fenoliklerin en yüksek konsantrasyonunu içerir, bunu taneler ve meyve suyu takip eder. Meyvenin tamamının kullanıldığı işleme yöntemleri, ticari nar sularında daha yüksek fenolik içerik ve daha fazla antioksidan aktivite ile sonuçlanmaktadır. Antioksidan, anti-inflamatuvar ve anti-karsinojenik özellikleri de dahil olmak üzere bu biyoaktif bileşenlerin sağlığa olan faydaları, narın değerli bir fonksiyonel gıda olarak potansiyelini vurgulamaktadır.

2.2.2. Narın sağlığa faydaları

Nar (*Punica granatum L.*), antik çağlardan beri sağlığa olan faydalarından dolayı saygıyla anılmaktadır. Modern bilimsel araştırmalar, bu geleneksel kullanımların çoğunu doğrulamaktadır; nar ve biyoaktif bileşenlerinin, özellikle zengin antioksidan içeriği, anti-inflamatuvar özellikleri ve potansiyel anti-kanser etkileri nedeniyle sağlık açısından çeşitli faydalar sunduğunu ortaya çıkarmıştır.

2.2.2.1. Antioksidan özellikleri

Nar suyu tüketiminin oksidatif stres belirteçlerini azalttığı ve vücuttaki antioksidan durumunu iyileştirdiği gösterilmiştir. Sağlıklı gönüllüleri kapsayan bir çalışmada, düzenli nar suyu alımı, plazma antioksidan seviyelerinde önemli bir artışa ve lipid peroksidasyonunda azalmaya yol açmıştır (Aviram ve ark., 2000). Bu, nar suyunun vücudun çeşitli kronik hastalıklarla bağlantılı oksidatif hasara karşı savunmasını artırabildiğini göstermektedir.

2.2.2.2. Anti-İnflamatuvar etkiler

Nar, öncelikle yüksek polifenol ve flavonoid içeriği nedeniyle güçlü anti-inflamatuvar özellikler sergiler. Bu bileşenler inflamatuvar yolları inhibe eder ve proinflamatuvar sitokinlerin üretimini azaltır. In vitro ve in vivo çalışmalar, nar ekstraktlarının çeşitli hücre tiplerinde ve hayvan modellerinde inflamasyonu baskılayabildiğini göstermiştir (Ismail ve ark., 2012).

Örneğin nardaki başlıca polifenollerden biri olan punikalajinin, inflamasyonun ana düzenleyicisi olan NF- κ B'nin aktivasyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir. Bu inhibisyon, inflamatuvar genlerin ekspresyonunun azalmasına ve inflamatuvar aracılardan üretilen sitokinlerin azalmasına neden olur (Adaramoye ve ark., 2017). Ek olarak, nar ekstraktının, bağışıklık tepkilerini modüle ederek ve oksidatif stresi azaltarak romatoid artrit ve inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi inflamatuvar hastalıkların semptomlarını hafiflettiği bulunmuştur (Lansky ve Newman, 2007).

2.2.2.3. Kardiyovasküler sağlık

Nar tüketimi kardiyovasküler sağlıkla ilişkilendirilmiştir. Nardaki polifenolik bileşenler kan basıncını düşürmeye, kolesterol seviyelerini düşürmeye ve ateroskleroza önlemeye yardımcı olur. Araştırmalar, düzenli nar suyu tüketiminin sistolik ve diyastolik kan basıncında önemli azalmalara ve ayrıca lipid profillerinde iyileşmelere yol açabileceğini göstermiştir (Aviram ve ark., 2000). Ek olarak, nar ekstraktının damar sağlığını korumak için çok önemli olan endotel fonksiyonunu güçlendirdiği bulunmuştur (Hodgson ve ark., 2010).

Nar, kardiyovasküler faydaları açısından kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Nar suyunun veya ekstraktlarının düzenli tüketiminin, hipertansiyon, hiperlipidemi ve ateroskleroz dahil olmak üzere kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili çeşitli risk faktörlerini iyileştirdiği gösterilmiştir.

Klinik çalışmalarda nar suyu tüketiminin sistolik ve diyastolik kan basıncında önemli azalmalarla ilişkili olduğu görülmüştür. Örneğin, hipertansiyonu olan hastaları içeren randomize bir klinik çalışma, iki hafta boyunca günlük nar suyu alımının kan basıncı seviyelerinde dikkate değer bir düşüşe yol açtığını göstermiştir (Sohrab ve ark., 2019). Bu antihipertansif etki, nar polifenollerinin endotel fonksiyonunu artıran ve nitrik oksit biyoyararlanımını artıran vazodilatör özelliklerine atfedilir.

Nar aynı zamanda düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolün oksidasyonunu engelleyerek, trombosit agregasyonunu azaltarak ve lipit profillerini iyileştirerek anti-aterojenik etkiler de gösterir. Şah damarı arter stenozu olan hastalar üzerinde yapılan bir araştırma, üç yıl boyunca nar suyu tüketmenin, aterosklerozun bir belirteci olan karotis intima-medya kalınlığında önemli bir azalmanın yanı sıra, daha düşük LDL oksidasyonu ve trombosit agregasyonu seviyeleriyle sonuçlandığını bulmuştur (Aviram ve ark., 2014).

2.2.2.4. Cilt sağlığı

Narın biyoaktif bileşenleri cilt sağlığına da faydalıdır. Antioksidanlar cildin UV hasarından korunmasına, kırışıklıkların azaltılmasına ve cilt elastikiyetinin artırılmasına yardımcı olur. Nar özleri, yaşlanmayı önleyici ve cilt onarıcı özellikleri nedeniyle kozmetik formülasyonlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Negi ve Jayaprakasha, 2003).

2.2.2.5. Kanserle mücadele potansiyeli

Narın kanser önleyici özellikleri büyük ölçüde polifenollerin, özellikle de ellagitanninlerin ve antosiyaninlerin yüksek içeriğine atfedilir. Bu bileşenlerin göğüs, prostat ve kolon kanserleri de dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerinde apoptozu indüklediği ve kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediği gösterilmiştir (Lansky ve Newman, 2007). Mekanizmalar arasında antioksidan aktivite, inflamasyonun inhibisyonu ve kanser hücreleri üzerinde doğrudan anti-proliferatif etkiler yer alır (Seeram ve ark., 2006).

Narın kanser önleyici özellikleri, sağlık açısından en umut verici faydalarından biridir. Nar polifenolleri, özellikle ellagik asit ve punikalaginler, apoptozu (programlanmış hücre ölümü) indükler ve kanser hücrelerinde hücre çoğalmasını engeller. İn vitro çalışmalar, nar ekstraktının, içsel apoptotik yolu aktive ederek ve NF- κ B sinyal yolunu inhibe ederek prostat kanseri hücrelerinde apoptozu indükleyebildiğini

göstermiştir (Adaramoye ve ark., 2017). Benzer şekilde, nar ekstraktının meme kanseri hücrelerinin büyümesini engellediği ve hayvan deneklerinde tümör büyümesini azalttığı gösterilmiştir (Lansky ve Newman, 2007).

Ayrıca narın, kanserin ilerlemesinde kritik süreçler olan anjiyogenezi (yeni kan damarlarının oluşumu) ve metastazı (kanser hücrelerinin vücudun diğer bölgelerine yayılması) inhibe ettiği bulunmuştur. Bu etkilere, çeşitli sinyal yollarının modülasyonu ve pro-anjiyogenik ve pro-metastatik faktörlerin baskılanması yoluyla aracılık edilir (Seeram ve ark., 2006).

2.2.2.6. Metabolik sağlık

Nar aynı zamanda anti-diyabetik etkiler ve lipid metabolizmasındaki gelişmeler de dahil olmak üzere metabolik sağlığa faydalar sunar. Nar suyu tüketiminin, tip 2 diyabetli bireylerde açlık kan şekeri düzeylerini düşürdüğü ve insülin duyarlılığını iyileştirdiği gösterilmiştir (Banihani ve ark., 2019).

Narın lipid metabolizmasını modüle etme yeteneği, obezite ve buna bağlı metabolik bozuklukların tedavisinde faydalıdır. Çalışmalar, nar ekstraktlarının adipogenezi (yağ hücrelerinin oluşumu) ve adipositlerdeki lipid birikimini azaltabildiğini, böylece obeziteyi önleyebildiğini ve metabolik sağlığı iyileştirebildiğini göstermiştir (Lei ve ark., 2007). Ek olarak, nar polifenollerinin lipid oksidasyonunu arttırdığı ve kandaki trigliserit ve toplam kolesterol düzeylerini azalttığı bulunmuştur (Khajebishak ve ark., 2019).

2.2.2.7. Nöroprotektif etkiler

Yeni araştırmalar, narın beyin sağlığına ve nörodejeneratif hastalıkların önlenmesine faydalı olan nöroprotektif etkilere sahip olabileceğini öne sürmektedir. Nardaki ellagik asit ve punikalajinler gibi antioksidanlar kan-beyin bariyerini geçebilir ve beyin içinde koruyucu etkiler gösterebilir. Bu özellikler, alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların ilerlemesini önleme veya yavaşlatma potansiyelleri açısından araştırılmaktadır (Mousavinejad ve ark., 2009).

Nar ekstraktının beyindeki oksidatif stresi ve iltihabı azalttığı, böylece nöronal hasara ve bilişsel gerilemeye karşı koruduğu gösterilmiştir. Hayvan çalışmalarında, nar takviyesi bilişsel işlevi iyileştirmiş ve alzheimer hastalığının karakteristiği olan amiloid plaklarının birikimini azaltmıştır (Mousavinejad ve ark., 2009).

Ek olarak narın antiinflamatuvar özellikleri, nörodejeneratif hastalıkların ilerlemesinde önemli bir faktör olan nöroinflamasyonun hafifletilmesine yardımcı olabilir. Nar, beyindeki inflamasyonu ve oksidatif stresi azaltarak bilişsel işlevin korunmasına yardımcı olabilir ve yaşa bağlı bilişsel gerilemeye karşı koruma sağlayabilir (Aviram ve ark., 2008).

Nar ve içindeki biyoaktif bileşenler, güçlü antioksidan ve anti-inflamatuvar etkiler, kardiyovasküler koruma, anti-kanser özellikleri, metabolik sağlık iyileştirmeleri ve nöroprotektif etkiler dahil olmak üzere çok çeşitli sağlık yararları sunar. Bu faydalar büyük ölçüde narın ellagitanninler, flavonoidler ve antosiyaninler içeren yüksek polifenolik içeriğine atfedilir. Bu sağlık yararlarının altında yatan mekanizmalar üzerine devam eden araştırmalar ve nar bazlı fonksiyonel gıdaların ve takviyelerin geliştirilmesi, narın terapötik potansiyelini daha da artırabilir.

2.3 Süt Ürünlerinin Zenginleştirilmesi

Süt ürünlerinin zenginleştirilmesi, besin profillerini geliştirmek ve sağlık açısından ek faydalar sağlamak için gerekli besin maddelerinin, biyoaktif bileşenlerin veya diğer faydalı bileşenlerin eklenmesini içerir. Bu bölüm, konuyla ilgili mevcut literatürden yararlanarak süt, peynir, yoğurt ve dondurma gibi süt ürünlerini güçlendirmenin çeşitli yöntemlerini ve sağlık üzerindeki etkilerini incelemektedir.

Zenginleştirme yöntemleri: Zenginleştirme yöntemleri, süt ürününün türüne ve istenen besin takviyesine bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. Yaygın olarak güçlendirme bileşenleri arasında vitaminler (A, D, E), mineraller (demir, kalsiyum, çinko), probiyotikler, prebiyotikler ve bitki bazlı biyoaktif bileşenler bulunur. Zenginleştirmenin temel amacı, besin eksikliklerini gidererek halk sağlığını iyileştirmek ve süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmektir.

Vitamin Takviyesi: A, D ve E vitaminleri, yağda çözünebilir doğaları ve işleme sırasındaki stabiliteleri nedeniyle süt ürünlerine yaygın olarak eklenir. Özellikle D vitamini takviyesi, yaygın eksikliklerle mücadele etmek için çeşitli süt ürünlerinde kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve uygulanmıştır. Çalışmalar, peynirin D vitamini ile zenginleştirilmesinin duyuşsal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmediğini ve tüketicilerde serum D vitamini düzeylerini etkili bir şekilde artırdığını göstermiştir (Ganesan ve ark., 2011)

Mineral Takviyesi: Süt ürünlerine kalsiyum ve demir gibi minerallerin eklenmesi, bu temel besinlerdeki eksikliklerin giderilmesine yardımcı olur. Örneğin, taze peyniri

güçlendirmek için demirle zenginleştirilmiş maya kullanılmış ve bu da demir biyoyararlanımını önemli ölçüde artırmıştır (Sabatier ve ark., 2017). Benzer şekilde, kalsiyumla zenginleştirilmiş süt ürünleri, özellikle osteoporoz riski taşıyan popülasyonlarda kemik sağlığını desteklemek için geliştirilmektedir.

Probiyotikler ve Prebiyotikler: Lactobacillus ve Bifidobacterium türleri gibi probiyotikler, bağırsak sağlığını iyileştirmek için yoğurt ve kefir gibi fermente süt ürünlerine eklenen faydalı bakterilerdir. İnülin ve fruktooligosakkaritler gibi prebiyotikler, bu faydalı bakterilerin büyümesini destekleyen, sindirilmeyen gıda bileşenleridir. Süt ürünlerindeki probiyotik ve prebiyotiklerin kombinasyonu bağırsak sağlığını ve bağışıklık fonksiyonunu geliştirebilir (Oliveira ve ark., 2009).

Bitki Bazlı Biyoaktif Bileşenler: Bitki özlerinin ve biyoaktif bileşenlerin süt ürünlerine dahil edilmesi, antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmıştır. Örneğin, meyve ve sebzelerdeki flavonoidlerin peynir ve yoğurda eklenmesi antioksidan kapasitelerini artırabilir (Pşikryl ve ark., 2017).

Güçlendirilmiş süt ürünlerinin sağlığa faydaları: Güçlendirilmiş süt ürünlerinin sağlık açısından faydaları çok geniştir ve eklenen spesifik besinlere ve bileşenlere bağlıdır. Burada, yaygın olarak zenginleştirilmiş süt ürünlerinin sağlık açısından bazı temel faydaları vurgulanmaktadır

Kemik Sağlığının Geliştirilmesi: Kalsiyum ve D vitamini ile zenginleştirilmiş süt ürünleri, kemik sağlığının korunmasında ve osteoporozun önlenmesinde çok önemli bir rol oynar. Kalsiyum kemik oluşumu ve bakımı için gereklidir, D vitamini ise kalsiyum emilimini ve kemik mineralizasyonunu artırır. Kalsiyum ve D vitamini ile zenginleştirilmiş süt ürünlerinin düzenli tüketimi, yaşlı yetişkinlerde kemik kırılması riskini önemli ölçüde azaltabilir (Ganesan ve ark., 2011).

Demir Eksikliğinin İyileştirilmesi: Demirle zenginleştirilmiş süt ürünleri, özellikle demir eksikliği anemisinin yaygın olduğu popülasyonlarda demir eksikliği anemisiyle mücadelede etkilidir. Çalışmalar, demirle zenginleştirilmiş peynirin, geleneksel takviyelerle benzer demir biyoyararlanımı sağladığını, bu da onu hassas gruplarda demir durumunu iyileştirmek için uygun bir seçenek haline getirdiğini göstermiştir (Sabatier ve ark., 2017).

Kardiyovasküler Sağlık: DHA ve EPA gibi omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş süt ürünleri, kandaki trigliserit düzeylerini azaltarak ve kolesterol profillerini iyileştirerek kardiyovasküler sağlığı destekleyebilir. Ek olarak, bitkisel

sterollerin ve stanollerin süt ürünlerine eklenmesinin LDL kolesterol düzeylerini düşürdüğü, dolayısıyla kalp hastalığı riskini azalttığı gösterilmiştir (Katan ve ark., 2003).

Sindirim Sağlığı: Yoğurt ve kefir gibi probiyotikle zenginleştirilmiş süt ürünleri, uygun sindirim ve bağışıklık fonksiyonu için gerekli olan sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotasına katkıda bulunur. Probiyotikler bağırsaktaki faydalı bakterilerin dengesinin korunmasına, zararlı bakterilerin çoğalmasının nlenmesine ve bağırsağın bariyer fonksiyonunun geliştirilmesine yardımcı olur (Nielsen ve ark, 2014). Probiyotik açısından zengin süt ürünlerinin düzenli tüketimi, irritabl bağırsak sendromunun (IBS) semptomlarını hafifletebilir ve genel sindirim sağlığını iyileştirebilir.

Antioksidan ve Antiinflamatuvar Etkiler: Bitki kaynaklarından elde edilen flavonoidler ve polifenoller gibi antioksidanlarla zenginleştirilmiş süt ürünleri, vücuttaki oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltabilir. Bu biyoaktif bileşenler serbest radikalleri nötralize ederek hücreleri hasardan korur ve kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalık riskini azaltır (Pşikryl ve ark., 2017).

Bilişsel İşlev: Bazı araştırmalar, güçlendirilmiş süt ürünlerindeki bazı biyoaktif bileşenlerin bilişsel işlevi destekleyebileceğini ve nörodejeneratif hastalıklara karşı koruyabileceğini ne sürmektedir. Örneğin, omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş süt ürünleri, gelişmiş bilişsel performans ve azalmış alzheimer hastalığı riski ile ilişkilendirilmiştir (Mousavinejad ve ark., 2009).

Zorluklar ve geleceğe yönelik ngrler: Süt rnlerinin zenginleştirilmesi sağlık açısından çok sayıda fayda sunarken, bu ürünleri tüketici kabulü ve etkinliği açısından optimize etmek için çeşitli zorlukların ele alınması gerekir.

Duyusal zellikler: Süt ürünlerini güçlendirmedeki ana zorluklardan biri tat, doku ve görünüm gibi duyusal özellikleri korumaktır. Tüketicilerin, takviye edilmemiş muadillerinden önemli ölçüde farklı olmadıkları takdirde, takviyeli ürünleri kabul etme olasılıkları daha yüksektir. Araştırmalar, belirli biyoaktif bileşenlerin eklenmesinin süt ürünlerinin duyusal özelliklerini etkileyebileceğini, bu da sağlık yararları ile tüketici tercihleri arasında bir denge bulmayı hayati hale getirdiğini göstermiştir (Annunziata ve Vecchio, 2013).

Biyoyararlanım: Güçlendirilmiş süt ürünlerinin etkinliği, eklenen besinlerin ve biyoaktif bileşenlerin biyoyararlanımına bağlıdır. Gıda matrisi, işleme yöntemleri ve diğer gıda bileşenleriyle etkileşimler gibi faktörler bu maddelerin biyoyararlanımını etkileyebilir. Mikrokapsülleme gibi yenilikçi teknolojiler, güçlendirilmiş besin

maddelerinin stabilitesini ve biyoyararlanımını arttırmak için araştırılmaktadır (Granato ve ark., 2010).

Mevzuat ve Etiketleme Sorunları: Güçlendirilmiş süt ürünlerinin geliştirilmesi ve pazarlanması, yasal standartlara ve etiketleme gerekliliklerine uygun olmalıdır. Güçlendirilmiş ürünlerin besin içeriği ve sağlık yararlarının açık ve doğru etiketlenmesi, tüketici güveni ve bilinçli karar verme süreci için gereklidir (Türkmen ve ark., 2019).

Tüketici Eğitimi: Tüketicileri, zenginleştirilmiş süt ürünlerinin faydaları konusunda eğitmek, bunların kabul edilmesi ve yaygın kullanımı açısından hayati öneme sahiptir. Halk sağlığı kampanyaları ve eğitim programları, bu ürünlerin besinsel yararları konusunda farkındalığın artmasına yardımcı olabilir ve bunların dengeli bir diyetle dahil edilmesini teşvik edebilir (Annunziata ve Vecchio, 2013).

Sürdürülebilirlik: Süt ürünlerinin zenginleştirilmesinde çevresel sürdürülebilirlik de dikkate alınmalıdır. Gıda endüstrisinden gelen yan ürünler ve atık malzemelerin zenginleştirme için biyoaktif bileşen kaynağı olarak kullanılması, atıkların azaltılmasına ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesine yardımcı olabilir (Iriando-DeHond ve ark., 2018).

Sonuç olarak, süt ürünlerinin temel besin maddeleri ve biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmesi, halk sağlığının iyileştirilmesi ve beslenme eksikliklerinin giderilmesi için umut verici bir strateji sunmaktadır. Duyusal özellikler, biyoyararlanım ve tüketici eğitimi ile ilgili zorlukların üstesinden gelen zenginleştirilmiş süt ürünleri, genel sağlık ve refahın iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

2.3.1. Peynir zenginleştirme yöntemleri

Peynirin zenginleştirilmesi, besin profilini geliştirmek ve sağlık açısından faydalar sağlamak için gerekli besinlerin ve biyoaktif bileşenlerin eklenmesini içerir. Bu bölüm, vitaminlerin, minerallerin, probiyotiklerin, prebiyotiklerin ve bitki bazlı biyoaktif bileşenlerin dahil edilmesini vurgulayarak peyniri güçlendirmek için çeşitli yöntemleri incelemektedir.

2.3.1.1. Vitamin takviyesi

Vitamin takviyesi, peynirin besin değerini arttırmak için kullanılan yaygın bir yöntemdir. A, D ve E vitaminleri, yağda çözünebilir yapıları ve işleme sırasındaki stabiliteleri nedeniyle sıklıkla eklenir. Bunlar arasında D vitamini takviyesi kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve çeşitli peynir türlerinde uygulanmıştır. D vitamini, kalsiyum

emilimi ve kemik sağlığı için çok önemlidir ve eksikliği, osteoporoz ve kardiyovasküler hastalıklar da dahil olmak üzere çok sayıda sağlık sorunuyla bağlantılıdır (Ganesan ve ark., 2011).

Araştırmalar, peyniri D vitamini ile güçlendirmenin duysal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmediğini göstermektedir. Örneğin, D vitamini ile zenginleştirilmiş Çedar peynirinin, tadı veya dokusunu etkilemeden, depolama sırasında sabit vitamin seviyelerine sahip olduğu bulunmuştur (Ganesan ve ark., 2011). Benzer şekilde, D₃ vitamini ile zenginleştirilmiş işlenmiş peynirin, biyoyararlanımını ve stabilitesini dokuz aya kadar koruduğu, bunun da onu D vitamini alımını arttırmak için etkili bir araç haline getirdiği tespit edilmiştir (Ward ve ark., 2014).

2.3.1.2. Mineral takviyesi

Özellikle kalsiyum ve demir ile mineral takviyesi, bu temel besinlerdeki eksiklikleri giderir. Kalsiyumla zenginleştirilmiş peynirler, özellikle osteoporoz riski taşıyan popölasyonlarda kemik sağlığını desteklemek için geliştirilmiştir. Demir takviyesi ise demir eksikliği anemisinin önlenmesi için gereklidir. Araştırmalar, demirle zenginleştirilmiş peynirlerin, duysal özellikleri olumsuz yönde etkilemeden demirin biyoyararlanımını artırabildiğini göstermiştir (Sabatier ve ark., 2017).

2.3.1.3. Probiyotikler ve prebiyotikler

Probiyotiklerin ve prebiyotiklerin peynire dahil edilmesi, bağırsak sağlığını destekleyerek peynirin fonksiyonel özelliklerini geliştirir. Lactobacillus ve Bifidobacterium türleri gibi probiyotikler, sindirim sağlığını ve bağışıklık fonksiyonunu iyileştirmek için peynire eklenen faydalı bakterilerdir. İnülin ve fruktooligosakkaritler de dahil olmak üzere prebiyotikler, bağırsakta faydalı bakterilerin çoğalmasını destekleyen sindirilmeyen gıda bileşenleridir (Cruz ve ark., 2011).

Probiyotik peynir, gelişmiş bağırsak mikrobiyotası dengesi ve gelişmiş bağışıklık tepkileri dahil olmak üzere potansiyel sağlık yararları nedeniyle popölerlik kazanmıştır. Araştırmalar, probiyotik peynirlerin raf ömrü boyunca faydalı bakteri sayısını koruyabildiğini ve genel bağırsak sağlığına katkıda bulunduğunu göstermiştir (Karimi ve ark., 2011). Ek olarak, inülin gibi maddelerle prebiyotik zenginleştirmenin, peynirin dokusunu ve duysal özelliklerini iyileştirirken sağlık açısından da faydalar sağladıği gösterilmiştir (Giri ve ark., 2017).

2.3.1.4. Bitki bazlı biyoaktif bileşenler

Peynir bitki bazlı biyoaktif bileşenlerin eklenmesi, peynirin antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklerini arttırmayı amaçlayan, büyüyen bir trenddir. Bitki kaynaklarından elde edilen flavonoidler, polifenoller ve diğer antioksidanlar, peynirin sağlığa olan faydalarını artırmak için içine dahil edilir. Örneğin, peyniri meyve ve sebzelerden elde edilen flavonoidlerle güçlendirmenin, antioksidan kapasitesini arttırdığı gösterilmiştir (Pşikryl ve ark., 2017).

Domates ve mantar ekstraktları peynir zenginleştirmesinde kullanılan bitki bazlı katkı maddelerine örnektir. Bu ekstraktlar sadece peynirin antioksidan aktivitesini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda anti-kanserojen ve antiinflamatuvar etkiler gibi ek sağlık yararları da sağlar (Khider ve ark., 2017). Ancak peynirin duyusal kalitesini korumak için bu tür bileşenlerin eklenmesi dikkatli bir şekilde yönetilmelidir.

2.3.1.5. Teknolojik zorluklar

Sağlık açısından çok sayıda faydası olmasına rağmen, peynir takviyesi birçok teknolojik zorluğu da beraberinde getirmektedir. Tat, doku ve görünüm gibi duyusal özelliklerin korunması tüketici kabulü açısından çok önemlidir. Belirli besinlerin ve biyoaktif bileşenlerin eklenmesi bu özellikleri değiştirebilir, bu da dikkatli formülasyon ve işleme ayarlamaları gerektirir (Annunziata ve Vecchio, 2013).

Güçlendirilmiş besinlerin biyoyararlılığı bir diğer kritik faktördür. Gıda matrisi etkileşimleri, işleme koşulları ve depolama stabilitesi gibi faktörler, zenginleştirilmiş peynirin etkinliğini etkileyebilir. Eklenen besin maddelerinin stabilitesini ve biyoyararlanımını arttırmak için mikrokapsülleme gibi yenilikçi teknolojiler araştırılmaktadır (Granato ve ark., 2010).

2.3.1.6. Sağlık yararları

Güçlendirilmiş peynirler, eklenen besinlere ve biyoaktif bileşenlere bağlı olarak çeşitli sağlık yararları sunar. Örneğin, D vitamini ile zenginleştirilmiş peynir, kalsiyum emilimini artırarak kemik sağlığını destekler. Probiyotik peynir bağırsak sağlığını iyileştirir ve bağışıklık sistemini güçlendirir; bitki kaynaklarından elde edilen antioksidanlarla zenginleştirilmiş peynir ise oksidatif stresi ve iltihabı azaltabilir.

Çalışmalar, zenginleştirilmiş peynirin düzenli tüketiminin beslenme durumunu önemli ölçüde iyileştirebileceğini ve hedeflenen sağlık yararları sağlayabileceğini göstermiştir. Örneğin, kalsiyum ve D vitamini ile zenginleştirilmiş peynir yaşlı

yetişkinlerde osteoporoz riskini azaltabilirken, demirle zenginleştirilmiş peynir demir eksikliği anemisini önlemeye yardımcı olabilir (Ganesan ve ark., 2011; Sabatier ve ark., 2017).

2.3.1.7. Geleceğe yönelik öngörüler

Peynir zenginleştirmesinde gelecekteki araştırmalar, sağlık yararlarını arttırırken duyuşal özellikleri korumak için birleştirme yöntemlerinin optimize edilmesine odaklanmalıdır. Ayrıca zenginleştirilmiş peynir tüketmenin sağlık üzerindeki uzun vadeli etkileri ve ortaya çıkan beslenme yetersizliklerine yönelik yeni zenginleştirme stratejilerinin geliştirilmesi konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak peynir zenginleştirmesi, süt ürünlerinin besin değerini ve sağlık yararlarını arttırmak için umut verici bir yaklaşımdır. Teknolojik zorlukların üstesinden gelerek ve zenginleştirme yöntemlerini optimize ederek, zenginleştirilmiş peynirler halk sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

2.3.2. Zenginleştirmenin peynir özellikleri üzerindeki etkisi

Peyniri çeşitli besin maddeleri ve biyoaktif bileşenlerle güçlendirmek, sağlık açısından çok sayıda fayda sağlar ancak aynı zamanda peynirin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleriyle ilgili zorluklar da doğurur. Bu bölümde zenginleştirmenin peynirin doku, lezzet ve raf ömrü stabilitesi gibi özellikleri üzerindeki etkisi incelenmektedir.

2.3.2.1. Dokusal özellikler

Peynirin sertlik, eritilebilirlik ve sürülebilirlik gibi dokusal özellikleri tüketicinin kabulü açısından kritik öneme sahiptir. Farklı bileşenlerle zenginleştirme bu özellikleri önemli ölçüde etkileyebilir. Örneğin, bir prebiyotik lif olan inülinin eklenmesinin peynirin dokusunu değiştirdiği gösterilmiştir. Bir çalışmada, %8 oranında inülin eklenmesinin işlenmiş peynirin yayılabilirliğini ve duyuşal çekiciliğini azalttığı, ancak daha düşük konsantrasyonların (yaklaşık %6) doku üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur (Giri ve ark., 2017).

Benzer şekilde, konjak yumrusundan türetilen bir polisakkarit olan konjac glukomannanın az yağlı işlenmiş peynire yağ ikame maddesi olarak dahil edilmesi, reolojik özellikleri arttırdığı ancak aynı zamanda peynirin sertliğini de arttırdığı görülmüştür (Felix da Silva ve ark., 2016). Bu değişiklikler, polisakkaritin peynir matrisi ile etkileşimine ve peynirin genel yapısını etkilemesine bağlanabilir.

2.3.2.2. Tat ve duyuşal  zellikler

Peynirin lezzeti ve genel duyuşal özellikleri tüketiciler memnuniyeti açısından çok önemlidir. Güçlendirme bazen bu özelliklerde istenmeyen değişikliklere yol açabilir. Örneğin, rutin ve quercetin gibi bitki flavonoidlerinin eklenmesinin, işlenmiş peynirin antioksidan kapasitesini arttırdığı ancak aynı zamanda işleme sırasında protein ağının bozulması nedeniyle jel gücünü ve lezzetini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (Pşikryl ve ark., 2017).

D vitamini takviyesinin uygun miktarlarda eklendiğinde peynirin duyuşal özelliklerini önemli  l de değiştirmediğini gösterilmiştir. Örneğin, D vitamini ile zenginleştirilmiş  edar peyniri, dokuz aylık depolamadan sonra bile lezzetini ve dokusunu korumuştur (Ganesan ve ark., 2011). Ancak buradaki zorluk, sağlık açısından fayda sağlarken herhangi bir olumsuz duyuşal değişikliği önlemek için besin seviyelerini dengelemektir.

2.3.2.3. Besin biyoyararlanımı

Güçlendirilmiş besinlerin biyoyararlılığı, peynir zenginleştirmesinin çok önemli bir yönüdür. Peynir matrisi ve işleme koşulları da dahil olmak üzere çeşitli faktörler, eklenen besin maddelerinin biyoyararlanımını etkileyebilir. Örneğin  alışmalar, zenginleştirilmiş peynirdeki D vitamininin biyoyararlılığının yüksek olduğunu, üretim veya depolama sırasında önemli bir kayıp olmadiğını göstermiştir (Ward ve ark., 2014).

Kalsiyum ve demir gibi minerallerin eklenmesi de biyoyararlanımı etkiler. Demirle zenginleştirilmiş peynirin demir eksikliğini etkili bir şekilde iyileştirdiği gösterilmiştir, ancak demir ve peynir matrisindeki diğer bileşenler arasındaki etkileşimler biyoyararlanımını etkileyebilir. Peynirde demir biyoyararlanımını arttırmak için demir açısından zenginleştirilmiş maya kullanımı gibi stratejiler kullanılmıştır (Sabatier ve ark., 2017).

2.3.2.4. Raf  mr  stabilitesi

Zenginleştirme peynirin mikrobiyal stabilitesini ile oksidatif stabilitesini etkileyerek raf ömrünü etkileyebilir. Bağırsak sağlığını iyileştirmek için sıklıkla peynirlere probiyotikler eklenir, ancak bunların depolama sırasında yaşıyabilirliği endişe vericidir. Araştırmalar, Bacillus coagulans gibi probiyotik türlerinin soğuk depolama sırasında işlenmiş peynirde canlı kalabildiğini, ancak ürünün bileşimsel ve duyuşal özelliklerinin zamanla değişebileceğini göstermiştir (Ehsannia ve Sanjabi, 2016).

Flavonoidler gibi bitki kaynaklarından elde edilen antioksidanların dahil edilmesi, peynirin oksidatif stabilitesini artırabilir, lipid oksidasyonunu azaltabilir ve raf ömrünü uzatabilir. Ancak raf ömrü boyunca antioksidan aktiviteyi korumak için işleme koşullarının optimize edilmesi gerekir (Pşikryl ve ark., 2017).

2.3.2.5. Teknolojik zorluklar

Faydalarına rağmen peynir zenginleştirilmesi birçok teknolojik zorluğu da beraberinde getirmektedir. Besin seviyeleri ve duyuşal özellikler arasındaki dengeyi korumak kritik öneme sahiptir. Örneğin, yüksek düzeyde nişasta katılımı dokuyu iyileştirebilir ve yağ içeriğini azaltabilir, ancak uygun şekilde yönetilmezse sertliğin artmasına ve duyuşal çekiciliğin azalmasına yol açabilir (Hennelly ve ark., 2006).

Güçlendirilmiş besinlerin stabilitesini ve biyoyararlılığını arttırmak için mikrokapsülleme gibi yenilikçi teknolojiler araştırılmaktadır. Bu yaklaşım, hassas bileşenlerin işleme ve depolama sırasında korunmasına yardımcı olabilir ve tüketildiğinde etkili kalmalarını sağlayabilir (Granato ve ark., 2010).

Özetle peynirin vitaminler, mineraller, probiyotikler ve bitki bazlı biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmesi, besin değerini ve sağlık açısından faydalarını önemli ölçüde artırabilir. Ancak aynı zamanda dokusal, duyuşal ve raf ömrü özellikleriyle ilgili zorlukları da beraberinde getirir. Bu zorlukların üstesinden gelmek, nihai ürünün tüketici beklentilerini karşılamasını ve aynı zamanda sağlık açısından ek faydalar sağlamasını sağlamak için takviye seviyeleri, işleme koşulları ve yenilikçi teknolojiler arasında dikkatli bir denge gerektirir.

2.4. Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Tutumları

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik tutumlarını anlamak, bu ürünlerin geliştirilmesi ve pazarlanması açısından çok önemlidir. Algılanan sağlık yararları, sağlık iddialarına güven, duyuşal özellikler ve sosyo-demografik özellikler dahil olmak üzere tüketici kabulünü etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bu bölüm, fonksiyonel gıdalara yönelik tüketici tutumlarına ilişkin literatürü gözden geçirmekte ve kabul edip tüketimin temel belirleyicilerini vurgulamaktadır.

2.4.1. Tüketici seçimlerini etkileyen faktörler

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik seçimlerini etkileyen faktörleri anlamak, başarılı bir şekilde pazara girmek için çok önemlidir. Bu faktörler arasında

algılanan sağlık yararları, güven ve bilgi, duyuşal özellikler, sosyo-demografik değişkenler ve pazarlama stratejileri yer almaktadır.

2.4.1.1. Algılanan sağlık faydaları

Fonksiyonel gıdaların algılanan sağlık yararları tüketici tercihlerinin önemli bir belirleyicisidir. Tüketiciler, bu ürünlerin temel beslenmenin ötesinde önemli sağlık avantajları sunduğuna inanıyorlarsa, fonksiyonel gıdaları seçme olasılıkları daha yüksektir. Araştırmalar tüketicilerin kronik hastalık riskini azaltmak gibi sağlık açısından fayda sağlayan fonksiyonel gıdalara öncelik verdiklerini göstermektedir (Diplock ve ark., 1999). Özellikle sağlık bilincine sahip bireyler, bu potansiyel faydaların farkında olmaları nedeniyle fonksiyonel gıdaları tüketmeye daha yatkındırlar (Verbeke, 2005).

Ayrıca fonksiyonel gıdaların bu sağlık yararlarını sağlamadaki etkinliği tüketici kabulünde önemli bir rol oynamaktadır. Tüketiciler, sağlıkla ilgili iddiaların bilimsel kanıtlarla desteklenmesi ve saygın sağlık kuruluşları tarafından doğrulanması durumunda fonksiyonel gıdalara daha fazla güvenme eğilimindedir. Bu güven, bu ürünleri satın alma ve tüketme isteklerini artırmaktadır (Siegrist ve ark., 2008).

2.4.1.2. Güven ve bilgi

Güven, fonksiyonel gıdaların kabul edilmesinde çok önemli bir rol oynar. Fonksiyonel gıdalara olan güven, sağlanan bilgilerin güvenilirliğinden ve markaların itibarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Fonksiyonel gıdaların sağlık yararları ve güvenliğine ilişkin şeffaf ve doğru iletişim, tüketici güveninin oluşturulmasına yardımcı olur (Frewer ve ark., 2003). Tüketicilerin bilimsel kanıtlarla desteklenen ve yetkili kaynaklar tarafından doğrulanan sağlık iddialarına güvenme olasılıkları daha yüksektir.

Fonksiyonel gıdalarla ilgili algılanan riskler de tüketici tercihlerini etkileyebilir. Bazı tüketiciler, özellikle yeni veya alışılmadık içerikler içeren fonksiyonel gıdaları tüketmenin uzun vadeli güvenliği ve potansiyel yan etkileri konusunda şüpheli olabilir (Niva, 2007). Bu endişelerin açık, kanıta dayalı iletişim yoluyla ele alınması, korkuları azaltmak ve kabulü artırmak için çok önemlidir.

2.4.1.3. Duyusal özellikler

Fonksiyonel gıdaların tat, doku ve görünüm gibi duyuşal özellikleri tüketici kabulünün kritik belirleyicileridir. Fonksiyonel gıdalar önemli sağlık yararları sunsalar bile tüketicilerin duyuşal beklentilerini karşılamadıkları takdirde kabul edilmeleri pek

olası değildir. Tat, gıda seçimlerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve bu durum fonksiyonel gıdalar için de geçerlidir (Verbeke, 2005).

Örneğin, fonksiyonel süt ürünlerinin pazarda başarılı olabilmesi için arzu edilen tat ve dokuyu koruması gerekir. Zenginleştirme süreci bu duysal özellikleri olumsuz yönde değiştirirse, sağlık yararlarına rağmen tüketicinin reddedilmesine yol açabilir (Radman, 2005). Bu nedenle, besin değerinin artırılması ile olumlu duysal özelliklerin korunması arasında bir denge kurmak çok önemlidir.

2.4.1.4. Sosyo-demografik faktörler

Yaş, cinsiyet, gelir ve eğitim düzeyi gibi sosyo-demografik değişkenler de tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik tutumlarını etkilemektedir. Yaşlı yetişkinler ve eğitim düzeyi yüksek bireylerin, sağlık sorunları ve bu ürünlerin faydaları konusunda daha fazla farkındalık sahibi olmaları nedeniyle fonksiyonel gıdaları tüketme olasılıkları daha yüksektir (Annunziata ve Vecchio, 2011). Fonksiyonel gıdaya bakış açısında cinsiyet farklılıkları da gözlemlenmiştir; kadınların genellikle erkeklere kıyasla fonksiyonel gıdaları tüketme eğilimleri daha yüksek olmaktadır. Bu fark genellikle kadınların sağlık konusunda daha bilinçli olmalarına ve birçok hanede gıda satın alma işlemlerinden daha fazla sorumlu olmalarına bağlanmaktadır (Ares ve Gámbaro, 2007).

Gelir düzeyi, genellikle geleneksel gıdalardan daha pahalı olan fonksiyonel gıdaları satın alma yeteneğini ve isteğini etkiler. Yüksek gelirli tüketicilerin bu premium ürünleri satın alma olasılıkları daha yüksekken, düşük gelirli tüketiciler bu ürünleri daha az erişilebilir olarak algılayabilir (Verbeke, 2005).

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik tutumları, algılanan sağlık yararları, güven, duysal özellikler, sosyo-demografik faktörler ve etkili pazarlama stratejilerinin karmaşık bir etkileşimi ile şekillenmektedir. Fonksiyonel gıdaların başarılı bir şekilde geliştirilmesi ve tanıtılması için bu faktörlerin anlaşılması önemlidir. Fonksiyonel gıda endüstrisi, tüketici endişelerini ele alarak, ürünlerin duysal çekiciliğini sağlayarak ve açık ve güvenilir bilgi sağlayarak tüketici kabulünü artırabilir ve bu pazarın büyümesini sağlayabilir.

2.4.2. Pazar trendleri ve kabulü

Fonksiyonel gıda pazarı, tüketicilerin sağlık ve beslenme konusunda artan farkındalığının etkisiyle son birkaç on yılda önemli bir büyüme yaşadı. Pazar eğilimlerini

ve fonksiyonel gıdaların kabulünü etkileyen faktörleri anlamak, bu genişleyen sektörden yararlanmayı amaçlayan paydaşlar için çok önemlidir.

2.4.2.1. Pazar büyümesi ve trendler

Fonksiyonel gıdalara yönelik küresel pazar, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya gibi bölgelerden gelen önemli katkılarla hızla büyümektedir. 2000'li yılların başı itibariyle pazarın değeri yaklaşık 65 milyar dolarken 2005 yılına kadar 138 milyar doları aşacağı tahmin edilmekteydi; bu da yıllık %10'dan fazla bir büyüme oranına işaret etmekteydi (Vicentini ve ark., 2016). Bu büyüme, tüketiciler arasında artan sağlık bilincine ve fonksiyonel bileşenlerin geniş bir ürün yelpazesine dahil edilmesine olanak tanıyan gıda teknolojisindeki ilerlemelere bağlanmaktadır.

Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa'daki fonksiyonel gıda pazarları, küresel pazarın %85'inden fazlasını kapsamaktadır. Bu bölgelerde fonksiyonel gıdalar sadece sağlığı iyileştirme aracı olarak değil aynı zamanda kalp-damar hastalıkları, obezite ve diyabet gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu bir önlem olarak da görülmektedir (Verbeke, 2005). Bu algı, bu gıdaların sağlığa faydalarını vurgulayan bilimsel araştırmalar ve pazarlama stratejileriyle desteklenmiştir.

Gelir düzeyi, genellikle geleneksel gıdalardan daha pahalı olan fonksiyonel gıdaları satın alma yeteneğini ve isteğini etkiler. Yüksek gelirli tüketicilerin bu premium ürünleri satın alma olasılıkları daha yüksekken, düşük gelirli tüketiciler bu ürünleri daha az erişilebilir olarak algılayabilir (Verbeke, 2005).

2.4.2.2. Pazarlama stratejileri

Fonksiyonel gıdaların tüketici tarafından kabulünü artırmak için etkili pazarlama stratejileri gereklidir. Fonksiyonel gıdaların sağlık yararları konusunda farkındalığı artıran ve güvenilir bilgi sağlayan eğitim kampanyaları, tüketicilerin güvenini ve bu ürünleri satın alma isteklerini artırabilir. Pazarlama çabaları açık, güvenilir sağlık iddialarına odaklanmalı ve tüketicilerin tercihlerine hitap edecek şekilde ürünlerin duyusal niteliklerini vurgulamalıdır (Annunziata ve Vecchio, 2009).

Ek olarak, özel mesajlarla belirli tüketici segmentlerini hedeflemek, pazarlama stratejilerinin etkinliğini artırabilir. Örneğin, yeni ürünleri denemeye genellikle daha açık olan genç tüketiciler, inovasyon ve yaşam tarzı faydalarını vurgulayan mesajlarla hedeflenebilir (Zychowicz-Jezewska, 2009).

2.4.2.3. Kabulün önündeki engeller

Potansiyel faydalara rağmen, fonksiyonel gıdaların kabulünü engelleyen birçok engel bulunmaktadır. Gıda neofobisi veya yeni yiyecekleri deneme konusundaki isteksizlik, fonksiyonel gıdaların tüketimini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu özellikle beslenme alışkanlıklarını değiştirme konusunda daha az istekli olabilecek yaşlı yetişkinler için geçerlidir (Pliner ve Hobden, 1992). Fonksiyonel gıdaların güvenliği ve etkinliği konusunda algılanan riskler ve belirsizlikler de önemli engeller oluşturmaktadır. Tüketiciler, özellikle bu ürünler yeni bileşenler içeriyorsa, fonksiyonel gıdaları tüketmenin potansiyel yan etkileri ve uzun vadeli sağlık sonuçları konusunda endişe duyabilirler (Frewer ve ark., 2003).

Bu endişelerin bilimsel araştırma ve şeffaf iletişim yoluyla ele alınması çok önemlidir. Araştırmalar, fonksiyonel gıdaların sağlık yararları ve güvenliği hakkındaki açık ve güvenilir bilgilerin tüketici endişelerini hafifletmeye ve kabulü artırmaya yardımcı olabileceğini göstermektedir (Siegrist ve ark., 2008). Tüketicileri fonksiyonel gıdaların güvenliği konusunda eğitmek ve bunların yararları ve riskleri hakkında açık, kanıta dayalı bilgiler sağlamak için çaba gösterilmelidir. Frewer ve ark. (2003), şeffaflık ve sıkı testler yoluyla tüketici güveni oluşturma korkuları azaltılabileceğini ve kabulü artırabileceğini belirtmiştir.

2.4.2.4. Düzenleyici kurumların rolü

Düzenleyici kurumlar fonksiyonel gıdaların kabul edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu kuruluşlar, fonksiyonel gıdaların güvenliğini ve etkinliğini sağlayan standartları ve yönergeleri belirlemekten sorumludur. Bu düzenlemelere uyum, tüketici güveninin oluşmasına yardımcı olur. Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri gibi bölgelerde, yeni fonksiyonel gıdaların pazara sunulması için açık bir yol sağlayan düzenleyici çerçeveler köklüdür. Fonksiyonel gıdaların bu standartları karşılamasını sağlamak tüketici endişelerini hafifletebilir ve pazar kabulünü artırabilir (Jones ve Jew, 2007).

2.4.2.5. Gelecekteki durum

Fonksiyonel gıda pazarının geleceği, sürekli yenilikler ve tüketicilerin sağlığa ve sağlıklı yaşam konusuna artan ilgisiyle umut verici görünmektedir. Gıda bilimi ve teknolojisindeki ilerlemeler, muhtemelen belirli sağlık ihtiyaçlarını karşılayan yeni fonksiyonel içeriklerin ve ürünlerin geliştirilmesine yol açacaktır. Tüketici tercihleri

geliştikçe, kişiselleştirilmiş beslenme çözümlerine yönelik daha büyük bir talep olacak ve bu, fonksiyonel gıda sektöründe daha fazla büyümeyi teşvik edebilecektir (Roberfroid, 2000).

Dahası, dijital teknolojilerin fonksiyonel gıdaların pazarlanması ve dağıtımına entegrasyonu, bunların erişiminin genişletilmesinde muhtemelen önemli bir rol oynayacaktır. Çevrimiçi platformlar tüketicileri eğitmek, kişiselleştirilmiş beslenme önerileri sunmak ve fonksiyonel gıdaların satın alınmasını kolaylaştırmak için kullanılabilir. O'Reilly'nin (2007) belirttiği gibi, dijital ortam tüketicilerle etkileşim kurmak ve marka sadakati oluşturmak için çok sayıda fırsat sunmaktadır.

Sağlık yararlarına ve doğal içeriklere değer veren büyüyen bir tüketici tabanıyla birlikte, fonksiyonel gıdalara yönelik pazar eğilimleri son derece olumludur. Bu ürünlerin başarılı bir şekilde kabul edilmesi, güvenilir sağlık iddiaları, tat, tüketici eğitimi ve sürdürülebilirlik uygulamalarının entegrasyonu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Fonksiyonel gıda endüstrisi, bu faktörleri ele alarak ve düzenleyici ve teknik zorlukların üstesinden gelerek gelişmeye devam edebilir ve sağlık bilincine sahip tüketicilerin değişen taleplerini karşılayabilir. Fonksiyonel gıdaların teşvik edilmesinde dijital medyanın ve eğitim girişimlerinin rolü de çok önemlidir ve bu araçların kullanılması pazara nüfuz etmeyi ve tüketici kabulünü artırabilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

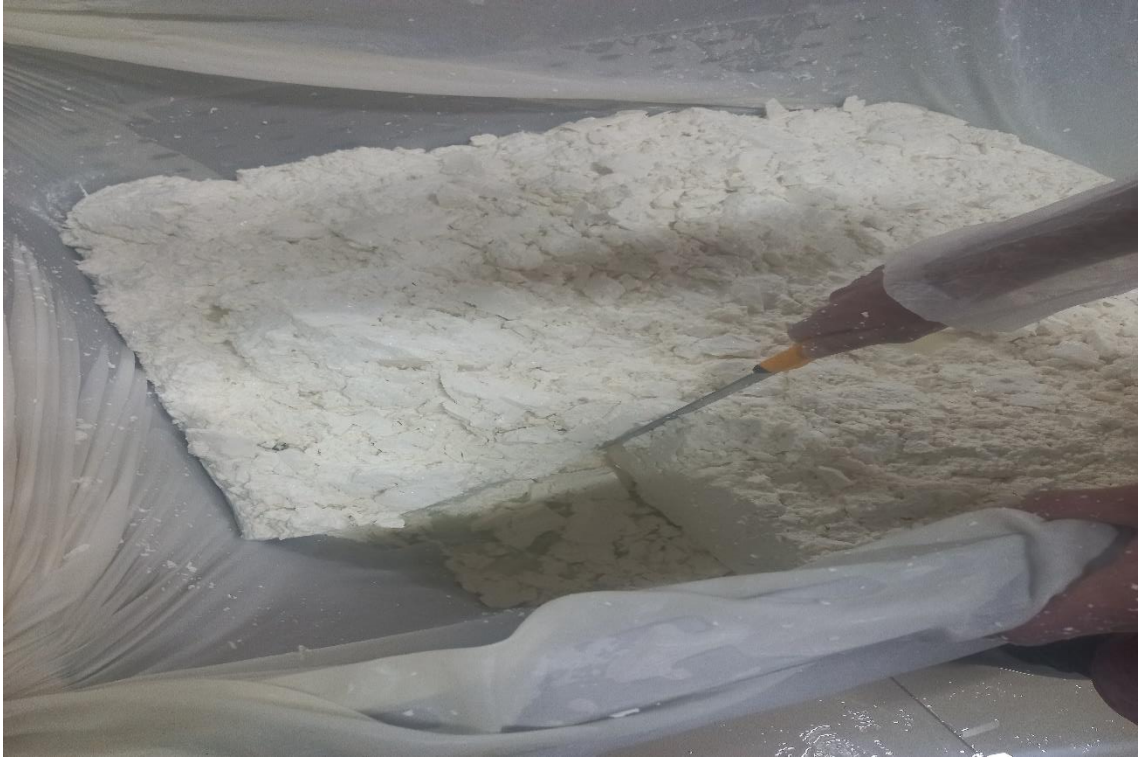
3.1. Materyal

3.1.1. Peynir örnekleri

Bu çalışma için, coğrafi işaretli bir ürün olan, kendine özgü dokusu, geleneksel uygunluğu ve bölgede yoğun tüketimi nedeniyle "Diyarbakır örgü peyniri" olarak bilinen yerel bir peynir çeşidi kullanılmıştır.

Örgü peyniri; kendine özgü örgülü bir görünüme sahip geleneksel bir Türk peyniridir. Bu yarı sert peynir, peynir telemesinin esnetilmesi ve örülmesiyle elde edilen benzersiz dokusuyla bilinir. Yaygın olarak Türkiye'nin doğu bölgelerinde, özellikle Diyarbakır, Siirt ve Batman illerinde üretilmektedir.

Örgü peynirinin üretimi birkaç adımdan oluşmaktadır. İlk olarak, çiğ süt peynir mayası enzimi kullanılarak pıhtılaştırılır ve bu da sütün Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi teleme oluşturmaya neden olur.



Şekil 3.1. Teleme oluşumu

Daha sonra bu telemeler kesilir, haşlanır ve istenilen kıvamı elde etmek için yoğrulur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Nar suyu katılmış telemenin yoğrulması

Esneyen telemeler elle örülerek peynire karakteristik görünümü kazandırılır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Peynire örgü şeklinin verilmesi

Örgüden sonra peynir tipik olarak tuzlanır ve bazen salamura edilir, bu da lezzetini artırmaya ve raf ömrünü uzatmaya yardımcı olur.

Bu çalışmada peynirler, numuneler arasında tutarlılık ve kaliteyi sağlamak için saygın bir ticari tedarikçiye ait üretim tesisinde üretilmiştir. Nar suyunun peynir üzerindeki etkisini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için numuneler 1 kontrol grubu ve 4 deney grubu halinde düzenlenmiştir. Her grup 2 tekerrür içermekte ve toplamda 10 örnekten (2 kontrol örneği ve 8 deney örneği) oluşmaktadır. Bu tekerrür, herhangi bir değişkenliği hesaba katmak ve sonuçların güvenilirliğini sağlamak için uygun görülmüştür. Peynir numuneleri analize kadar bütünlüklerini korumak için dikkatle kontrol edilen koşullar altında saklanmıştır. Spesifik olarak, kontaminasyonu önlemek için her numune ayrı ayrı steril bir cam kavanoza yerleştirilerek ve 4 °C'lik sabit bir sıcaklıkta saklanmıştır. Bu sıcaklık, mikrobiyal çoğalmayı engellemek ve peynirin fiziksel ve kimyasal özelliklerini korumak için seçilmiştir. Depolama süresi; peynirin olgunlaşmasına ve nar suyuyla olası etkileşimlerin stabil hale gelmesine izin vermek için yeterli bir süre olduğu düşünülen bir ay olarak belirlenmiştir. Bu kontrollü ortam, herhangi bir deneysel prosedür gerçekleştirilmeden önce peynirin temel özelliklerinin korunmasını sağlamıştır.

3.1.2. Nar suyu hazırlanışı

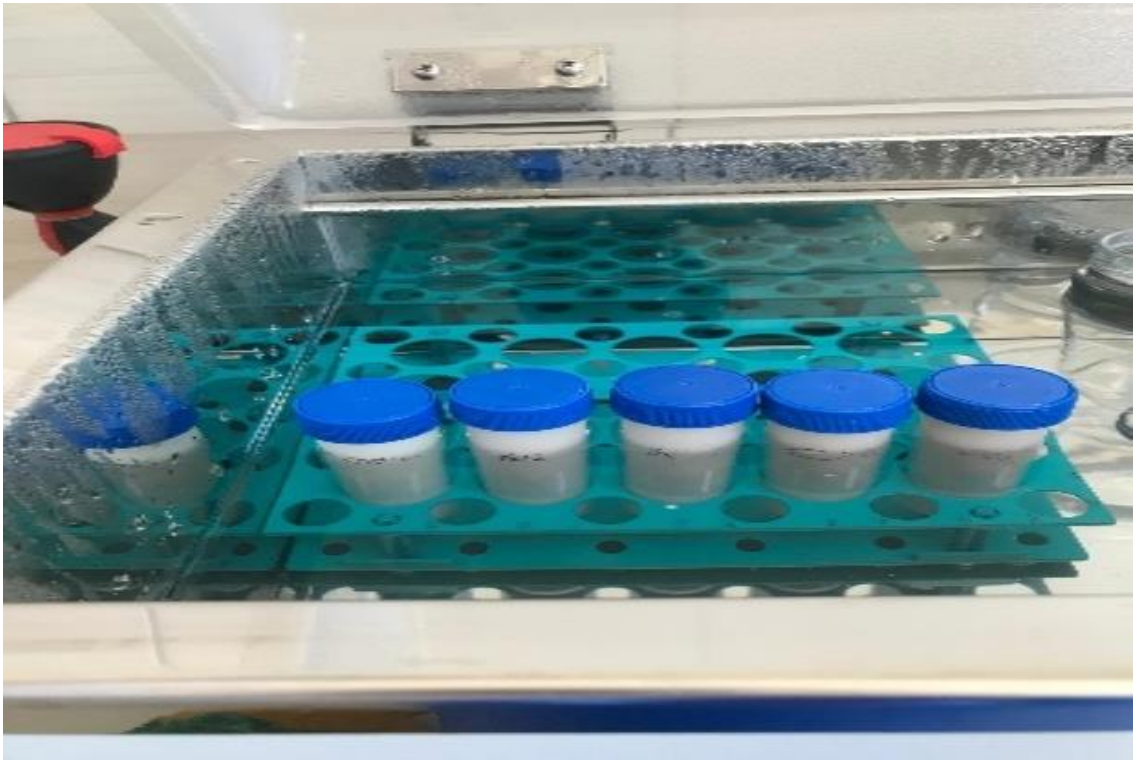
Bu çalışmada kullanılan nar suyu, kaliteli meyve üretimiyle bilinen Siirt ilinin Zivzik ilçesinde yetiştirilen fenolik madde içeriği zengin narlardan elde edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi için, narın doğal antioksidan özelliklerini ve fenolik bileşenlerini korumak amacıyla ev tipi bir narenciye sıkacağı kullanılarak narlara soğuk pres yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem, çözücülerin veya kimyasalların kullanımına gerek kalmadığı ve meyve suyunun saf ve kirlenmemiş kalmasını sağladığı için avantajlıdır.

Çalışma için toplam 5 litre hacimde %100 nar suyu hazırlanmıştır. Elde edilen meyve suyu, biyoaktif bileşenlerinin bozulmasını önlemek için bekletilmeden hemen peynir üretim sürecine dahil edilmiştir. Bu süreç, meyve suyunun fonksiyonel bir içerik olarak etkinliğini korumak için çok önemlidir. Meyve suyunun depolanması önlenerek, peynire eklendiğinde fenolik bileşenlerin maksimum potansiyel faydalarının korunması amaçlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu ve analizi

Peynir örneklerinden fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu ve analizi, orijinal olarak Kuchroo ve Fox (1982) tarafından açıklanan ve uyarlanmış bir yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, 20 gram peynirin 40 mL saf su ile bir Stomacher (VWR/PBI) kullanılarak 180 rpm'de 10 dakika boyunca homojenleştirilmesini içermektedir. Homojenat daha sonra Falcon tüplerine aktararak ve 40°C'deki su banyosunda bir saat süreyle inkübe edilmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Su banyosunda inkübasyon işlemi

İnkübasyonun ardından numuneler, Thermo Scientific Megafuge 16R kullanılarak 4°C'de 45 dakika boyunca 6000 rpm'de santrifüjlenmiştir (Şekil 3.5.)



Şekil 3.5. Thermo Scientific Megafuge santrifüj cihazı

Yağ fazı dikkatlice uzaklaştırılarak elde edilen süpernatantlar, analiz için berrak ekstraktlar elde etmek üzere 0,45 µm membran filtreden süzölmüştür (Öztürk, 2015).

Toplam fenolik içerik, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965; Slinkard ve Singleton, 1977). Bu kolorimetrik yöntem, Folin-Ciocalteu reaktifinin fenolik bileşenler tarafından indirgenmesiyle oluşan mavi kompleksin absorbansını ölçmektedir. Testte 0,5 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve %10 Na₂CO₃ çözeltisi kullanılmıştır. 30 dakikalık reaksiyondan sonra absorbans 760 nm'de okunmuş ve standart eğriyi oluşturmak için galik asit kullanılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Multiskan Go cihazı

Numunelerin toplam fenolik içeriği farklı numuneler arasında fenolik içeriğin niceliksel olarak karşılaştırılmasına olanak sağlaması amacıyla galik asit eşdeğerleri olarak ifade edilmiştir.

3.2.2. Antioksidan aktivite değerlendirme

Bu çalışmada peynir örneklerinin antioksidan aktivitesini değerlendirmek için Ferrik İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) tahlili kullanılmıştır (Benzie ve Strain, 1996). Bu analiz için peynir ekstraktlarının hazırlanmasında, fenolik bileşen ekstraksiyonu için kullanılan teknik kullanılmıştır. FRAP testi, antioksidanların varlığında Fe^{3+} demir iyonlarının Fe^{2+} demir iyonlarına indirgenmesine dayanır. Bu indirgeme, 593 nm'de absorbansın ölçülmesiyle belirlenebilen mavi renkli bir demir-tripiridiltriiazin kompleksi oluşturur.

FRAP reaktifi 0,3 M sodyum asetat tamponu (pH 3,6), 40 mM HCl içerisinde 10 mM TPTZ çözeltisi ve 20 mM $FeCl_3$ çözeltisinden oluşmaktadır. Suda çözünebilen bir E vitamini analogu olan Trolox, bir kalibrasyon eğrisi oluşturmak için standart olarak kullanılmıştır. Reaksiyon karışımının absorbansı, 10 dakikalık inkübasyondan sonra kaydedilmiş ve peynir örneklerinin antioksidan aktivitesi, Trolox eşdeğerleri olarak ifade

edilmiştir. Bu yöntem, peynirin antioksidan kapasitesinin güvenilir bir ölçümünü sağlamakta ve eklenen nar suyunun etkinliğini yansıtmaktadır.

3.2.3. Fizikokimyasal analizler

Peynir örneklerinin fizikokimyasal özellikleri genel kabul görmüş çeşitli yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

pH: Peynirin pH'ı, kalibre edilmiş pH metre kullanılarak Türk Standartları Enstitüsü TS 2166 yöntemine göre ölçülmüştür. Düzenli kalibrasyon, ölçümlerin doğruluğunu sağlamıştır.

Toplam Kuru Madde İçeriği: Bu parametre, peynir numunesinin sabit ağırlığa kadar kurutulmasını ve toplam katı madde yüzdesinin hesaplanmasını içeren TS EN ISO 5534 yöntemine göre belirlenmiştir.

Yağ Asitleri Kompozisyonu: Peynirden elde edilen 2 mL heksan ekstraktı ve 3 mL 1 M KOH (metanol içinde çözünmüş) solvent ilave edilerek vortekslenmiş ve daha sonra elde edilen üst faz alınarak 0,22 µm tek kullanımlık şırınga filtresiyle filtrelenmiş bir şişeye aktarılmıştır.

Analiz, ISQ tek dört kutuplu kütle spektrometresi (ThermoFisherScientific, Austin, TX) ile donatılmış bir Trace 1310 gaz kromatografisinde gerçekleştirilmiştir. Prosedür, 2 dakika süreyle 80°C'lik bir başlangıç sıcaklığına, ardından 4°C/dakika hızla 240°C'ye ve son olarak 240°C'de 45 dakikaya ayarlanmıştır. İyon kaynağı ve dedektör sıcaklığı ikisinde de 250 °C'dir. 30 mL/dakika bölünmüş akış ve 5 mL/dakika bölünmüş temizleme modunda 1µL hacim enjekte edilmiştir. Numune ayırma, 1,2 ml/dak hızında taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılarak bir Thermo TG-WAXMS GC kolonu (60 m x 0,25 mm ID x 0,25 um) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kütle spektral tarama aralığı 55-550 (akb) oranına ayarlanmıştır. Pik tanımlaması, NIST Demo, Wiley7, Wiley9, redlip, mainlip, WinRI'de saklanan bilinen bileşenlerin karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir (Benguedouar ve ark., 2022; Özdemir ve ark., 2022).

3.2.4. Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme, değişen eğitim seviyeleri ve duyusal analiz konusundaki önceki deneyimleri nedeniyle seçilen, yaşları 25 ile 50 arasında değişen 10 kişiden (5 erkek ve 5 kadın) oluşan bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirilen duyusal özellikler görünüm, aroma, doku, ağızda kalan tat ve genel kabul edilebilirliği içermektedir. Her özellik 5 puanlık bir ölçekte puanlanmıştır (1: Çok Kötü, 5:

Mükemmel). Değerlendirme, dış etkileri en aza indirmek için kontrollü bir ortamda gerçekleştirilmiş ve panelistler numuneleri bağımsız olarak denemişlerdir. Örnekler arasındaki önemli farklılıkları belirlemek için her bir özelliğe ilişkin puanların ortalaması alındı ve standart sapma değerleri hesaplandı.

3.3. Deneysel tasarım

3.3.1. Kontrol ve deney grupları

Deney tasarımı, her biri 2 özdeş örnekten oluşan ve toplam 10 örnek içeren 5 gruptan teşekküldür. Gruplar; kontrol grubu (nar suyu içermeyen) ve sütün hacmine göre %2,5, %5, %7,5 ve %10 konsantrasyonlarında nar suyu eklenen dört deney grubu şeklinde tanımlanmıştır. Peynir üretimi sırasında teleme içerisine nar suyu ilave edilerek peynirler +4°C'de bir ay süreyle saklanmıştır. Bu tasarım, değişen nar suyu konsantrasyonlarının peynir üzerindeki etkisinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlaması amacıyla yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fenolik İçerik ve Antioksidan Aktivite

4.1.1. Kontrol peynirlerle güçlendirilmiş peynirler arasında karşılaştırma

Kontrol ve zenginleştirilmiş peynir örneklerinde fenolik içerik ve antioksidan aktivitenin analizi, nar suyunun değişen konsantrasyonlarda eklenmesine atfedilebilen önemli farklılıkları ortaya koymaktadır. Sonuçlar tablolarda özetlenmiştir.

4.1.1.1. Fenolik içerik

Peynir örneklerinin gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak ölçülen fenolik içeriği, daha yüksek nar suyu konsantrasyonları ile fenolik içeriğin arttığı yönünde açık bir eğilim göstermektedir. Kontrol grubu, 0,029 standart sapma ile 0,790 mg GAE/mL fenolik içerik sergiledi. Karşılaştırıldığında, A grubunun (%2,5 nar suyu) fenolik içeriği 0,675 mg GAE/mL (SD = 0,006), B grubunun (%5 nar suyu) 1,078 mg GAE/mL (SD = 0,034) olduğu, C grubunda (%7,5 nar suyu) 1,545 mg GAE/mL (SD = 0,1) ve D grubunda (%10 nar suyu) 1,303 mg GAE/mL (SD = 0,006) içerdiği tespit edildi.

Bu sonuçlar nar suyu ilavesiyle %7,5 konsantrasyonuna kadar fenolik içeriğin önemli ölçüde arttığını, daha sonra %10 konsantrasyonunda hafif bir azalmanın gözlemlendiğini göstermektedir. Bu, peynirdeki fenolik içeriği maksimuma çıkarmak için %7,5 nar suyunun optimal konsantrasyon olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.1. Toplam fenolik madde miktarı

Örnekler	mg GAE/ml
Kontrol Grubu	0.790 ±0.029
A Grubu	0,675 ±0,006
B Grubu	1,078 ±0,034
C Grubu	1,545 ±0,100
D Grubu	1,303 ±0,006
A: %2.5 nar suyu içeren peynir numunesi	
B: %5 nar suyu içeren peynir numunesi	
C: %7.5 nar suyu içeren peynir numunesi	
D: %10 nar suyu içeren peynir numunesi	
Kontrol: Nar suyu içermeyen peynir numunesi	
GAE: Gallik Asit Eşdeğeri	

4.1.1.2. Antioksidan aktivite

Trolox eşdeğerleri (TE) olarak ölçülen antioksidan aktivite de nar suyu ilavesiyle önemli bir artış göstermektedir. Kontrol grubu, 0,019 standart sapma ile 0,207 mg TE/mL'lik bir antioksidan aktivite sergiledi. A grubu (%2,5 nar suyu) 0,169 mg TE/mL (SD = 0,013), B grubu (%5 nar suyu) 0,414 mg TE/mL (SD = 0,039), C grubu (%7,5 nar suyu) 0,631 mg TE/mL (SD = 0,111) ile en yüksek aktiviteyi gösterdi ve D grubu (%10 nar suyu) 0,592 mg TE/mL (SD = 0,017) aktiviteyi gösterdi.

Fenolik içeriğe benzer şekilde nar suyunun antioksidan aktivitesi %7,5 konsantrasyonunda zirveye ulaşırken, %10 konsantrasyonunda hafif bir düşüş gösterdi. Bu model, nar suyunun daha yüksek konsantrasyonlarının hem fenolik içeriği hem de antioksidan aktiviteyi arttırırken, potansiyel doygunluk veya girişim etkileri ortaya çıkmadan önce bu faydaların maksimuma çıktığı optimal bir konsantrasyonun bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2. Antioksidan aktivite değerleri

Örnekler	mg TE/mL
Kontrol Grubu	0,207 ±0,019
A Grubu	0,169 ±0,013
B Grubu	0,414 ±0,039
C Grubu	0,631 ±0,111
D Grubu	0,592 ±0,017
TE: Troloks Eşdeğeri	

4.1.1.3. İstatistiksel anlamlılık

Kontrol ve deney grupları arasında hem fenolik içerik hem de antioksidan aktivite açısından gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır; bu da nar suyu ilavesinin peynirdeki bu özellikleri etkili bir şekilde arttırdığını göstermektedir. Daha yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivite daha iyi sağlık sonuçlarıyla ilişkili olduğundan, bu iyileştirmeler sağlık açısından daha iyi faydalara sahip fonksiyonel gıdalar geliştirmek için kritik öneme sahiptir.

Nar suyunun peynire eklenmesi peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırır. Bu faydaları en üst düzeye çıkarmak için en uygun konsantrasyon %7,5 gibi görünmektedir; bunun ötesinde faydalar orantılı olarak artmamaktadır. Bu bulgu, nardaki fenolik bileşenlerin ve antioksidanların süt ürünlerine

etkili bir şekilde entegre edilebileceğini, besinsel ve fonksiyonel özelliklerini geliştirebileceğini gösteren önceki çalışmalarla uyumludur.

Bu sonuçlar, peynirin nar suyuyla zenginleştirilmesinin, sağlık bilincine sahip tüketicilere yönelik fonksiyonel gıdalar geliştirmek için geçerli bir strateji olabileceğini düşündürmektedir. Artan fenolik içerik ve antioksidan aktivite, peynirin besin profilini iyileştirmekle kalmıyor, aynı zamanda oksidatif strese ve ilgili hastalıklara karşı gelişmiş koruma da dahil olmak üzere potansiyel sağlık yararları da sunuyor.

Sonuç olarak veriler, nar suyu takviyesinin peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini iyileştirdiği hipotezini desteklemektedir; bu geliştirmeler için en uygun konsantrasyon %7,5 nar suyu olarak belirlenmiştir. Daha fazla araştırma, bu tür güçlendirilmiş ürünlerin ticari uygulanabilirliğini tam olarak değerlendirmek için duyu ve tüketici kabulü yönlerini araştırabilir.

4.2. Fizikokimyasal Özellikler

4.2.1. Zenginleştirmenin peynir bileşimi üzerindeki etkisi

Peynir örneklerine nar suyu ilavesi, toplam katı madde içeriği ve pH seviyeleri de dahil olmak üzere fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu değişiklikler, zenginleştirmenin peynirin genel kalitesini ve stabilitesini nasıl etkilediğini anlamak için çok önemlidir.

4.2.1.1. Toplam kuru madde içeriği

Toplam katı madde içeriği peynirin besin değeri ve dokusunun önemli bir göstergesidir. Kontrol grubu %58,59 ile en yüksek toplam katı madde içeriğini sergilemiştir. Güçlendirilmiş peynir örnekleri, artan nar suyu konsantrasyonları ile toplam katı madde içeriğinde kademeli bir düşüş göstermiştir: Grup A (%2,5 nar suyu) %57,73, Grup B (%5 nar suyu) %57,05, Grup C (%7,5 nar suyu) %55,82 ve Grup D (%10 nar suyu) %46,39 ile en düşük orana sahiptir.

Daha yüksek nar suyu konsantrasyonlarında toplam katı madde içeriğindeki azalma, meyve suyunun getirdiği ilave su içeriğine bağlanabilir. Bu seyreltme etkisi muhtemelen diğer katı maddelerin konsantrasyonunu etkileyerek toplam katı madde içeriğinde azalmaya yol açmaktadır. Bu bulgu, zenginleştirmenin belirli besinsel yönleri artırırken, diğer bileşenleri de seyretebileceğini ve genel peynir kalitesini korumak için bir denge gerektirdiğini göstermektedir.

Tablo 4.3. Toplam kuru madde içeriği

Örnekler	Kuru Madde (%)
Kontrol Grubu	58,59
A Grubu	57,73
B Grubu	57,05
C Grubu	55,82
D Grubu	46,39

4.2.1.2. pH seviyeleri

Peynir numunelerinin pH seviyeleri, ürünün asitliği ve potansiyel mikrobiyal stabilitesi hakkında fikir verir. Kontrol grubunun pH seviyesi 5,55'tir ve birçok peynir için tipik olan orta derecede asidik bir ortama işaret etmektedir. Güçlendirilmiş peynir numuneleri biraz daha düşük pH seviyeleri sergilemiştir; Grup A 5,43, Grup B 5,39, Grup C 5,31 ve Grup D 5,21'dir. Bu ölçümler için standart sapmalar nispeten düşüktür ve numuneler arasında tutarlı sonuçlara işaret etmektedir.

Nar suyu konsantrasyonunun artmasıyla pH'ın düşmesi, meyve suyunun asidik doğası nedeniyle beklenmektedir. Düşük pH seviyeleri, patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek peynirin korunmasını artırabilir. Bununla birlikte, peynirin lezzet profilini de etkileyerek daha keskin hale getirir ve bu da tüketici tercihlerini etkileyebilir.

Tablo 4.4. pH seviyeleri

Örnekler	pH
Kontrol Grubu	5,55 $\pm$ 0,16
A Grubu	5,43 $\pm$ 0,11
B Grubu	5,39 $\pm$ 0,04
C Grubu	5,31 $\pm$ 0,02
D Grubu	5,21 $\pm$ 0,06

4.2.1.3. Yağ asidi bileşimi

Peynirin yağ asidi bileşimi, besin profilini ve lezzetini etkileyen kritik bir faktördür. Analizde, hekzanoik asit, dekanöik asit, dodekanoik asit, tetradekanoik asit, hekzadekanoik asit ve oleik asit dahil olmak üzere birkaç temel yağ asidi ele alınmıştır.

Bu yağ asitlerinin varlığı ve konsantrasyonu kontrol ve zenginleştirilmiş peynir örneklerinde ölçülmüştür.

Hekzanoik Asit ($C_6H_{12}O_2$): Kontrol grubu %0,63 alana sahipken, güçlendirilmiş örnekler %0,55 ila %0,695 alan arasında değişmektedir.

Dekanoik Asit ($C_{10}H_{20}O_2$): Kontrol grubu %2,495 alana sahipken, güçlendirilmiş numuneler %2,08 ila %2,945 alan arasında değişmektedir.

Dodekanoik Asit ($C_{12}H_{24}O_2$): Kontrol grubu %3,14 alana sahipken, güçlendirilmiş numuneler %2,59 ila %3,515 alan arasında değişmektedir.

Tetradekanoik Asit ($C_{14}H_{28}O_2$): Kontrol grubu %9,665 alana sahipken, güçlendirilmiş numuneler %9,25 ila %10,155 alan arasında değişmektedir.

Hekzadekanoik Asit ($C_{16}H_{32}O_2$): Kontrol grubu %22,655 alana sahipken, güçlendirilmiş numuneler %21,425 ila %27,49 alan aralığında değişmektedir.

Oleik Asit ($C_{18}H_{34}O_2$): Kontrol grubu %49,925 alana sahipken, güçlendirilmiş numuneler %46,745 ile %49,69 arasında değişmektedir.

Farklı zenginleştirme seviyeleri arasında yağ asidi bileşimindeki küçük değişiklikler, nar suyunun peynirin lipit profili üzerinde minimal bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu değişiklikler, toplam kuru madde içeriğinde gözlenen seyreltme etkisiyle tutarlıdır ve zenginleştirmenin peynirin temel lipit bileşimini önemli ölçüde değiştirmediğini göstermektedir.

Tablo 4.5. Yağ asidi kompozisyonu (%metil ester)

	Yağ Asidi					
	Hexanoik asit	Dekanoik asit	Dodekanoik asit	Tetradekanoik asit	Hexadekanoik asit	Oleik asit
	C6:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:1n9c
Örnek						
Kontrol	0,630 ±0,16	2,495 ±0,21	3,140 ±0,17	9,665 ±0,26	22,655 ±2,31	49,925 ±1,63
A Grubu	0,695 ±0,23	2,535 ±1,03	3,165 ±0,67	9,905 ±0,25	26,155 ±8,28	46,745 ±5,07
B Grubu	0,550 ±0,06	2,080 ±0,38	2,590 ±0,04	9,250 ±0,48	27,490 ±2,77	48,050 ±1,47
C Grubu	0,600 ±0,01	2,945 ±0,36	3,515 ±0,29	10,155 ±0,06	23,495 ±4,84	47,275 ±3,74
D Grubu	0,610 ±0,04	2,875 ±0,12	3,030 ±0,49	9,885 ±0,53	21,425 ±1,52	49,690 ±0,79

Fizikokimyasal analizlerden elde edilen genel bulgular, nar suyu takviyesinin antioksidan aktivite ve eriyebilirlik gibi peynirin arzu edilen bazı özelliklerini

geliştirirken, sertliği ve toplam kuru madde içeriğini hafifçe azalttığını göstermektedir. Bu değişiklikler, gelişmiş fonksiyonel ve duyuşal özelliklere sahip zenginleştirilmiş peynirlerin geliştirilmesi potansiyelini vurgulamaktadır.

Nar suyunun peynire katılması peynirin fizikokimyasal özelliklerini, tekstürünü ve eriyebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Zenginleştirme fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteyi artırırken, toplam katı madde içeriğinde ve pH seviyelerinde hafif bir düşüşe yol açmaktadır. Tekstür analizi, tüketici tarafından kabul edilebilirliği artırabilecek, eriyebilirliği geliştirilmiş daha yumuşak bir peynir göstermektedir. Bu bulgular, nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin hem besinsel hem de duyuşal faydalar sunan fonksiyonel bir gıda ürünü olarak potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

4.3. Duyuşal Analiz Sonuçları

4.3.1. Tüketici kabulü ve tercihleri

Duyuşal değerlendirme sonuçları, kontrol ve zenginleştirilmiş peynir numuneleri için tüketici kabulü ve tercihleri hakkında değerli bilgiler sağlamıştır. Değerlendirme görünüm, aroma, doku, tat, ağızda kalan tat ve genel kabul edilebilirlik dahil olmak üzere çeşitli duyuşal özelliklere dayandırılmıştır. Her bir özellik için verilen puanlar tabloda özetlenmiştir.

4.3.1.1. Görünüş

Peynir örneklerinin görünümü panelistler tarafından değerlendirilmiş ve kontrol grubu 5 üzerinden 3,88 ile en yüksek ortalama puanı almıştır. Güçlendirilmiş örnekler, artan nar suyu konsantrasyonları ile görünüm puanlarında hafif bir düşüş göstermiştir: Grup A (%2,5 nar suyu) 3,71, Grup B (%5 nar suyu) 3,44, Grup C (%7,5 nar suyu) 3,5 ve Grup D (%10 nar suyu) 2,69 ile en düşük puanı almıştır. Nar suyunun daha yüksek konsantrasyonları için görünüm puanlarındaki düşüş, meyve suyunun verdiği renk değişiklikleri veya görsel doku farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir.

4.3.1.2. Aroma

Aroma, tüketici tercihini önemli ölçüde etkileyen çok önemli bir duyuşal özelliktir. Kontrol grubunun ortalama aroma puanı 3.31'dir. Güçlendirilmiş örnekler daha düşük aroma skorları sergilemiştir; Grup A 3.01, Grup B 2.94, Grup C 2.95 ve Grup D 2.63'tür. Daha yüksek nar suyu konsantrasyonlarında aroma puanlarındaki düşüş, meyve

suyu ilavesinin peynire yabancı veya daha az arzu edilen bir koku verebileceğini düşündürmektedir.

4.3.1.3. Doku

Peynir örneklerinin tekstürü sertlik, yapışkanlık ve esneme gibi özelliklere göre değerlendirilmiştir. Kontrol grubu tekstür açısından 3,19 puan almıştır. İlginç bir şekilde, Grup A (3,2) ve Grup B (3,56) biraz daha yüksek tekstür puanları almıştır, bu da daha düşük nar suyu konsantrasyonlarının tekstürü iyileştirebileceğini göstermektedir. Grup C 3.4 puan alırken, Grup D 1.88 ile en düşük tekstür puanına sahip olmuştur. En yüksek konsantrasyon için tekstür skorundaki bu önemli düşüş, aşırı nar suyunun peynirin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

4.3.1.4. Lezzet

Tat, gıda ürünlerinin genel kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde kritik bir faktördür. Kontrol grubunun ortalama tat puanı 3.13'tür. Güçlendirilmiş numuneler benzer tat skorlarına sahip olup Grup A 3.09, Grup B 3.06, Grup C 3.15 ve Grup D 3.05'tir. Bu sonuçlar, %10'luk bir konsantrasyona kadar nar suyu ilavesinin peynirin tadını önemli ölçüde değiştirmedığını ve kontrol ile benzer bir lezzet profilini koruduğunu göstermektedir.

4.3.1.5. Ağızda kalan tat

Ağızda kalan tat, tüketici tercihlerini etkileyebilen önemli bir duyuşsal özelliktir. Kontrol grubunun ortalama ağızda kalan tat puanı 3,25'tir. Güçlendirilmiş numuneler hafif bir farklılık göstermiş, A Grubu 3,1, B Grubu 3,19, C Grubu 3,05 ve D Grubu 2,5 puan almıştır. D Grubu için daha düşük tat skoru, daha yüksek konsantrasyonlarda nar suyunun daha az olumlu bir tat bırakabileceğini ve bunun da genel tüketici memnuniyetini etkileyebileceğini göstermektedir.

4.3.1.6. Genel kabul edilebilirlik

Genel kabul edilebilirlik, ürüne yönelik genel tüketici tercihini yansıtan bileşen bir ölçüdür. Kontrol grubunun genel kabul edilebilirlik puanı 3,5'tir. Güçlendirilmiş numuneler, artan nar suyu konsantrasyonları ile genel kabul edilebilirlikte bir düşüş göstermiştir: Grup A 3,3, Grup B 3,25, Grup C 3,15 ve Grup D 2 ile en düşük puanı almıştır. Bu eğilim, orta düzeyde zenginleştirmenin (%5'e kadar) genel olarak iyi kabul

edildiğini, ancak daha yüksek konsantrasyonların peynirin genel kabul edilebilirliğini azaltabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.6. Duyusal analiz puanları

Özellik	Puan				
	Kontrol	A	B	C	D
Dış Görünüş	3,88	3,71	3,44	3,5	2,69
Aroma	3,31	3,01	2,94	2,95	2,63
Doku	3,19	3,2	3,56	3,4	1,88
Tat	3,13	3,09	3,06	3,15	3,05
Ağızda Kalan Tat	3,25	3,1	3,19	3,05	2,5
Genel Kabul Edilebilirlik	3,5	3,3	3,25	3,15	2

A: %2,5 nar suyu içeren peynir numunesi

B: %5 nar suyu içeren peynir numunesi

C: %7,5 nar suyu içeren peynir numunesi

D: %10 nar suyu içeren peynir numunesi

Kontrol: Nar suyu içermeyen peynir numunesi

Duyusal değerlendirme sonuçları, peynirin nar suyu ile orta düzeyde zenginleştirilmesinin (%5'e kadar) tüketiciler tarafından genel olarak kabul edilebilir olduğunu ve tat ve doku gibi temel duyusal özellikler üzerinde minimum etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, daha yüksek konsantrasyonlar (%7,5 ve %10) görünüm, aroma, doku ve genel kabul edilebilirliği olumsuz etkileme eğilimindedir. Bu bulgular, nar suyunun peynirin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için kullanılabileceğini, ancak tüketici çekiciliğini korumak için konsantrasyonun dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Duyusal değerlendirme sonuçları, nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin tüketici tarafından kabulü ve tercihleri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Veriler, %5'e kadar olan zenginleştirme seviyelerinin genellikle iyi karşılandığını ve kontrol ile karşılaştırılabilir olumlu duyusal nitelikleri koruduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, daha yüksek konsantrasyonlar belirli duyusal nitelikleri olumsuz etkileyerek genel kabul edilebilirliği azaltabilir. Bu bulgular, fonksiyonel faydaları tüketici tercihleriyle dengelemek ve başarılı bir fonksiyonel gıda ürününün geliştirilmesini sağlamak için zenginleştirme seviyelerini optimize etmenin önemini vurgulamaktadır.

4.4. Bulguların Tartışılması

4.4.1. Sonuçların yorumlanması

Çalışmanın sonuçları, peynirin nar suyu ile zenginleştirilmesinin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Bu faydalar en çok %7,5 konsantrasyonda belirginleşirken, daha yüksek konsantrasyonlarda hafif düşüşler gözlenmiştir. Bu optimum seviye, peynirin toplam katı madde içeriğini aşırı derecede seyreltmeden biyoaktif bileşenlerin girişini dengeler. Peynirin pH, nem içeriği ve yağ içeriği gibi fizikokimyasal özellikleri, zenginleştirme ile öngörülebilir değişiklikler göstermiştir. Özellikle, nar suyunun asidik yapısı nedeniyle pH düşmüş ve muhtemelen meyve suyunun su içeriği nedeniyle nem içeriği artmıştır.

Tekstür ve eriyebilirlik analizleri, zenginleştirmenin peyniri yumuşattığını ve eriyebilirliğini artırdığını ortaya koymuştur. Bu da peynirin çeşitli mutfak uygulamaları için uygunluğunu artırabilir. Duyusal değerlendirme sonuçları, orta düzeydeki zenginleştirme seviyelerinin (%5'e kadar) tüketiciler tarafından genellikle iyi kabul gördüğünü ve kontrol ile karşılaştırılabilir olumlu duyusal özellikleri koruduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, daha yüksek konsantrasyonlar görünüm, aroma, doku ve genel kabul edilebilirliği olumsuz etkilemiş ve zenginleştirme seviyelerinin optimize edilmesinin önemini vurgulamıştır.

4.4.2. Önceki çalışmalarla karşılaştırma

Bu çalışmanın bulguları, meyve suları ve ekstraktlarının süt ürünlerine dahil edilmesine ilişkin önceki araştırmalarla uyumludur. Roy ve arkadaşları (2015) ve Jones ve Jew (2007) tarafından yapılan çalışmalar, meyvelerden biyoaktif bileşenlerin eklenmesinin, artan antioksidan aktivite ve gelişmiş duyusal özellikler de dahil olmak üzere süt ürünlerinin besinsel ve fonksiyonel özelliklerini geliştirebileceğini göstermiştir. Bu çalışmada belirlenen %7,5'lik optimum nar suyu konsantrasyonu benzer bulgularla tutarlıdır ve biyoaktif içeriğin artırılması ile arzu edilen duyusal niteliklerin korunması arasında bir denge olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, duyusal değerlendirme sonuçları, orta düzeydeki zenginleştirme seviyelerinin tüketiciler tarafından genellikle kabul edilebilir olduğunu, daha yüksek seviyelerin ise duyusal özellikleri olumsuz etkileyebileceğini gösteren araştırmalarla uyumludur (Roy ve ark., 2015). Bu çalışma, nar suyunun peynir üzerindeki etkisini özel olarak değerlendirerek ve fizikokimyasal özellikler, antioksidan aktivite ve tüketici

kabulü üzerindeki etkileri hakkında ayrıntılı bilgiler sağlayarak mevcut bilgi birikimine katkıda bulunmaktadır.

4.4.3. Fonksiyonel gıda geliştirmeye yönelik çıkarımlar

Peynirin nar suyu ile başarılı bir şekilde zenginleştirilmesi, sağlık bilincine sahip tüketicilere hitap eden fonksiyonel süt ürünleri geliştirme potansiyelini vurgulamaktadır. Artan fenolik içerik ve antioksidan aktivite, oksidatif stres ve ilgili hastalıklara karşı gelişmiş koruma da dahil olmak üzere ek sağlık yararları sunmaktadır. Bu fonksiyonel iyileştirmeler, orta düzeyde zenginleştirme seviyelerinde olumlu duyusal özelliklerle birleştiğinde, nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin fonksiyonel gıda pazarında uygulanabilir bir ürün olabileceğini göstermektedir.

Ürün geliştirmede, sağlık faydalarını tüketici tercihleriyle dengelemek için nar suyu konsantrasyonunu optimize etmek çok önemlidir. Bulgular, peynirin işlevsel özelliklerini önemli ölçüde artırırken genel kabul edilebilirliği korumak için %5'e kadar bir konsantrasyonun ideal olduğunu göstermektedir. Daha ileri araştırmalar, zenginleştirilmiş peynirin uzun süreli depolama stabilitesini ve çeşitli mutfak uygulamalarındaki performansını keşfedebilir.

Sonuç olarak bu çalışma, peynirin nar suyu ile zenginleştirilmesinin, fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırabileceğini ve optimum konsantrasyonun %7,5 olarak belirlendiğini göstermektedir. Zenginleştirme aynı zamanda peynirin fizikokimyasal özelliklerini, dokusunu ve eriyebilirliğini de etkilemekte ve orta düzeydeki zenginleştirme olumlu duyusal nitelikleri korumaktadır. Bu bulgular önceki araştırmalarla uyumludur ve hem besinsel hem de duyusal faydalar sunan fonksiyonel süt ürünleri geliştirme potansiyelini vurgulamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, zenginleştirme seviyelerini optimize etmeye ve nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin fonksiyonel gıda pazarındaki ticari uygulanabilirliğini keşfetmeye odaklanmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

5.1.1. Temel bulguların özeti

Bu çalışmada, peynirin nar suyu ile zenginleştirilmesinin fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi, fizikokimyasal özellikleri, tekstürü, eriyebilirliği ve duysal nitelikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Nar suyu ile zenginleştirme peynirin fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırmıştır. Optimum konsantrasyon %7,5 olarak belirlenmiş ve bunun ötesinde faydalar hafifçe azalmaya başlamıştır.

Fizikokimyasal Özellikler: Güçlendirilmiş peynir, nar suyunun asidik doğası ve artan nem içeriği nedeniyle daha düşük pH seviyeleri sergilemiştir. Yağ içeriği tüm örneklerde nispeten sabit kalırken, toplam katı madde içeriği daha yüksek nar suyu konsantrasyonları ile azalmıştır.

Tekstür analizi, nar suyu konsantrasyonu arttıkça daha düşük sertlik değerlerine sahip daha yumuşak bir peynir ortaya çıkarmıştır. Eriyebilirlik, mutfak uygulamalarında daha iyi performansa işaret edecek şekilde zenginleştirme ile iyileşmiştir.

Duyusal değerlendirme, orta düzeydeki zenginleştirme seviyelerinin (%5'e kadar) tüketiciler tarafından genellikle iyi kabul gördüğünü ve kontrole benzer olumlu duysal özellikleri koruduğunu göstermiştir. Ancak, daha yüksek konsantrasyonlar (%7,5 ve %10) görünüm, aroma, doku ve genel kabul edilebilirliği olumsuz etkilemiştir.

Bulgular, nar suyunun peynirin işlevsel özelliklerini geliştirebileceğini, ancak tüketici çekiciliğini korumak için konsantrasyonun dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

5.1.2. Alana katkılar

Bu çalışma, gıda bilimi ve teknolojisi alanına birçok önemli katkı sağlamaktadır:

Fonksiyonel Gıdaların Daha İyi Anlaşılması: Araştırma, nar suyu takviyesinin peynir üzerindeki etkilerine ilişkin ayrıntılı bilgiler sunmakta ve gelişmiş besinsel ve duysal özelliklere sahip fonksiyonel süt ürünleri geliştirme potansiyelini vurgulamaktadır.

Optimal Güçlendirme Seviyeleri: Duyusal özelliklerden ödün vermeden fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteyi arttırmak için en uygun konsantrasyon olarak %7,5 nar

suyunun belirlenmesi, gelecekteki ürün geliştirme çalışmaları için değerli bir rehberlik sunmaktadır.

Tüketici Kabulü: Çalışma, fonksiyonel faydaların tüketici tercihleriyle dengelenmesinin önemini vurgulamakta ve tüketiciler için de çekici olan sağlığı geliştirici gıdaların nasıl geliştirileceğinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

Gelecek Araştırmalar için Temel: Bulgular, zenginleştirilmiş peynirin uzun süreli depolama stabilitesi, çeşitli mutfak uygulamalarındaki performansı ve zenginleştirme için diğer meyve suları veya ekstraktlarının araştırılması üzerine daha fazla araştırma için sağlam bir temel oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, peynirin nar suyu ile zenginleştirilmesi, fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini artırırken, orta düzeyde zenginleştirme seviyelerinde olumlu fizyokimyasal ve duyu özellikleri korur. Bu araştırma, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine değerli bilgilerle katkıda bulunmakta ve sağlık bilincine sahip tüketicilere hitap eden süt ürünleri yaratmak için umut verici bir yol sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, zenginleştirme süreçlerini optimize etmeye ve bu tür zenginleştirilmiş peynirlerin fonksiyonel gıda pazarındaki ticari potansiyelini keşfetmeye odaklanmalıdır.

5.2. Öneriler

5.2.1. Pratik uygulamalar

Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi için çeşitli pratik uygulamalar önerilebilir:

Ürün Geliştirme: Süt ürünleri üreticileri, gelişmiş antioksidan özelliklere sahip fonksiyonel süt ürünleri oluşturmak için nar suyunu peynir üretimine dahil etmeyi düşünebilirler. En uygun konsantrasyon olan %7,5 nar suyu, fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteyi en üst düzeye çıkarırken olumlu duyu özellikleri korumak için kullanılabilir.

Pazarlama Stratejileri: Artan fenolik içerik ve antioksidan aktivite ile ilişkili sağlık faydaları, sağlık bilincine sahip tüketicileri çekmek için pazarlama kampanyalarında vurgulanabilir. Zenginleştirilmiş peynirin doğal ve işlevsel yönlerinin vurgulanması, onu pazardaki geleneksel ürünlerden farklılaştırabilir.

Mutfak Uygulamaları: Nar suyuyla zenginleştirilmiş peynirin geliştirilmiş eriyebilirliği, onu pizza, sandviç ve fırınlanmış yemekler gibi çeşitli mutfak uygulamalarında kullanıma uygun hale getirir. Gıda hizmeti sağlayıcıları bu özellikten

yararlanarak hem sağlık açısından faydalar hem de gelişmiş tatlar sunan yenilikçi tarifler oluşturabilir.

Tüketicici Eğitimi: Tüketicilerin nar suyuyla güçlendirilmiş peynirde bulunan fenolik bileşenler ve antioksidanların faydaları konusunda eğitilmesi, kabul ve talebin artmasına yardımcı olabilir. Oksidatif strese ve ilgili hastalıklara karşı koruma gibi potansiyel sağlık faydaları hakkında bilgi vermek, tüketicileri bu fonksiyonel gıdaları diyetlerine dahil etmeye teşvik edebilir.

5.2.2. Gelecekteki araştırmalar için neriler

Bu alışma değerli bilgiler sunarken, daha fazla araştırma yapılması gereken birkaç alan bulunmaktadır:

Uzun Süreli Depolama Stabilitesi: Gelecekteki alışmalar, fenolik içeriğinin, antioksidan aktivitesinin ve duyuşal özelliklerinin zaman içinde nasıl değiştiğini belirlemek için nar suyuyla güçlendirilmiş peynirin uzun süreli depolama stabilitesini araştırmalıdır. Raf ömrünün ve optimum depolama koşullarının anlaşılması, ticari uygulanabilirlik için çok önemlidir.

Daha Geniş Duyusal Değerlendirme: Duyusal değerlendirmenin daha geniş ve daha çeşitli bir tüketicici panelini içerecek şekilde genişletilmesi, tüketicici tercihlerine ilişkin daha kapsamlı bilgiler sağlayabilir. Yaş, cinsiyet ve kültürel geçmiş gibi faktörler kabulü etkileyebilir ve gelecekteki çalışmalarda dikkate alınmalıdır.

Karşılaştırmalı alışmalar: Farklı meyve suları ve ekstraktlarının peynir üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması, benzer veya daha fazla fayda sağlayabilecek diğer potansiyel zenginleştirme maddelerinin belirlenmesine yardımcı olabilir. Bu karşılaştırmalı yaklaşım, tüketicilere sunulan fonksiyonel süt ürünleri yelpazesini genişletebilir.

Besin Profili Oluşturma: Vitamin ve mineral içeriği de dahil olmak üzere zenginleştirilmiş peynirin ayrıntılı besin profili, sağlık yararlarının daha bütünsel bir şekilde anlaşılmasını sağlayabilir. Bu bilgi, ürünün sağlık bilincine sahip tüketiciler için cazibesini daha da artırabilir.

Mekanistik alışmalar: Nar suyu bileşenlerinin peynir matrisi bileşenleri ile etkileşime girme mekanizmalarının araştırılması, zenginleştirmenin fizikokimyasal özellikleri ve duyuşal nitelikleri nasıl etkilediğine dair daha derin bilgiler sağlayabilir. Bu bilgi, daha hassas zenginleştirme teknikleri ve formülasyonları hakkında bilgi verebilir.

Klinik Çalışmalar: Nar suyuyla güçlendirilmiş peynir tüketmenin sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirmek için klinik deneyler yürütmek, faydaları konusunda sağlam kanıtlar sağlayabilir. Bu denemeler, sağlık iddialarının doğrulanmasına yardımcı olabilir ve fonksiyonel gıda etiketlemesi için yasal düzenleyici onayını destekleyebilir.

Sonuç olarak; yukarıda özetlenen öneriler, bu çalışmanın bulgularını pratik uygulamalara dönüştürmek ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmek için bir yol haritası sunmaktadır. Süt ürünleri üreticileri, nar suyu takviyesinin potansiyelinden yararlanarak, fonksiyonel gıdalara yönelik artan talebi karşılayan yenilikçi ve sağlıklı geliştiren peynir ürünleri geliştirebilir. Daha fazla araştırma, bu ürünlerin hem sağlık yararları hem de tüketici kabulü için nasıl optimize edileceğine dair anlayışımızı geliştirmeye ve genişletmeye devam edecektir.



6. KAYNAKLAR

- Abd El-Aziz, M.E., El-Gammal, R.E., Abo-srea, M.M., Youssef, F.I., 2013. Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit peels extract on some chemical, microbiological and organoleptic properties of yoghurt during storage, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4 (7), 387-400.
- Adaramoye, O., Erguen, B., Nitzsche, B., Höpfner, M., Jung, K., Rabien, A., 2017. Punicalagin, a polyphenol from pomegranate fruit, induces growth inhibition and apoptosis in human PC-3 and LNCaP cells, *Chemico-Biological Interactions*., 274, 100-106.
- Anonymous, 2009. Functional Foods and Natural Health Products, Agriculture and Agri-Food Canada, Market Trends.
- Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Williams, C. L., 2009. Health benefits of dietary fiber, *Nutrition Reviews*, 67 (4), 188-205.
- Annunziata, A., and Vecchio, R., 2009. Functional foods development in the European market: A consumer perspective, *Journal of Functional Foods*, 1 (3), 387-397.
- Annunziata, A., and Vecchio, R., 2011. Functional foods development in the European market: A consumer perspective, *Journal of Functional Foods*, 3 (3), 223-228.
- Annunziata, A., and Vecchio, R., 2013. Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics, *Food Quality and Preference*, 28 (1), 348-355.
- Annunziata, A., and Vecchio, R., 2011. Factors affecting Italian consumer attitude toward functional foods, *AgBioForum*, 14, 20-32.
- Arai, S., 2002. Global view on functional foods: Asian perspectives, *British Journal of Nutrition*, 88 (2), 139-143.
- Araújo, M.C.P., Santiago, M.C.P.A., Gouvêa, A.C.M.S., 2014. Analytical standards for the analysis of pomegranate anthocyanins by HPLC, *Brazilian Journal of Food Technology*, 17 (1), 51-57.
- Ardekani, M.R.S., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Jahangiri, M., Hadjiakhoondi, A., 2010. Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 9 (2), 141-146.
- Ares, G., and Gámbaro, A., 2007. Gender differences in the perception of functional foods and in the willingness to try and pay for them, *Appetite*, 49 (2), 78-83.
- Ares, G., and Gámbaro, A., 2007. Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods, *Appetite*, 49 (1), 148-158.
- Aviram, M., and Dornfeld, L., 2001. Pomegranate juice consumption inhibits serum angiotensin converting enzyme activity and reduces systolic blood pressure, *Atherosclerosis*, 158, 195-198.

- Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Fuhrman, B., 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: Studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice, *American Journal of Clinical Nutrition*, 71 (5), 1062-1076.
- Aviram, M., Rosenblat, M., Gaitini, D., Nitecki, S., Hoffman, A., Dornfeld, L., 2004. Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation, *Clinical Nutrition*, 23, 423-433.
- Baker, M.T., Lu, P., Parrella, J.A., Leggette, H.R., 2022. Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (3), 1217.
- Banihani, S.A., Shuaibu, S.M., Al-Husein, B.A., Makahleh, S.S., 2019. Fresh pomegranate juice decreases fasting serum erythropoietin in patients with type 2 diabetes, *International Journal of Food Science*, 1269341.
- Barham, B.L., Chavas, J.P., Fitz, D., Salas, V.R., Schechter, L., 2011. The roles of risk and ambiguity in technology adoption, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 81 (1), 42-55.
- Baur, J.A., and Sinclair, D.A., 2006. Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence, *Nature Reviews Drug Discovery*, 5 (6), 493-506.
- Benzie, I.F., and Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70-76.
- Bigliardi, B., and Galati, F., 2013. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods, *Trends in Food Science & Technology*, 31 (2), 118-129.
- Bimbo, F., Bonanno, A., Viscecchia, R., Nardone, G., De Devitiis, B., Carlucci, D., 2017. Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: A systematic review, *Appetite*, 113, 141-154.
- Bogue, J., Collins, O., Troy, A.J., 2017. Market analysis and concept development of functional foods. In B. Bogue, P. A. Soriano, & T. Kerry (Eds.), *Springer, Functional foods: Principles and Technology*, 109-127.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I., Holland, D., 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit, *Journal of Food Composition and Analysis*, 22 (3), 189-195.
- Calder, P.C., 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored, *Clinical Science*, 107 (1), 1-11.
- Calder, P.C., 2010. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man, *Biochemical Society Transactions*, 38 (1), 211-215.

- Cruz, A.G., Cadena, R.S., Walter, E.H.M., Mortazavian, A.M., Granato, D., Faria, J.A.F., Bolini, H.M.A., 2011. Sensory analysis: Relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (4), 358-373.
- Davoodi, H., Esmaili, S., Mortazavian, A.M., 2013. Effects of milk and milk products consumption on cancer: A review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12 (3), 249-264.
- Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., Agabbio, M., 2004. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage, *Food Chemistry*, 84 (1), 99-105.
- Delarue, J., Lawlor, J.B., Rogeaux, M., 2015. Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods: Applications in New Product Development and Consumer Research, *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 539-555.
- Diplock, A.T., Aggett, P.J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E.B., Roberfroid, M.B., 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document, *British Journal of Nutrition*, 81 (4), 1-27.
- Drewnowski, A., and Gomez-Carneros, C., 2000. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review, *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (6), 1424-1435.
- Ehsannia, S., and Sanjabi, M.R., 2016. Quality characterization of processed cheese inoculated by *Bacillus coagulans* during cold storage: Compositional and sensorial attributes and probiotic microorganism viability, *Journal of Food Processing and Preservation*, 40 (4), 667-674.
- El-Aziz, M., Salama, H., Sayed, R., 2023. Plant extracts and essential oils in the dairy industry: A review, *Foods and Raw Materials*, 11, 321-337.
- El-Messery, T.M., El-Said, M.M., Demircan, E., Özçelik, B., 2019. Microencapsulation of natural polyphenolic compounds extracted from apple peel and its application in yogurt, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18 (1), 25-34.
- Elwood, P.C., Pickering, J.E., Hughes, J., Fehily, A.M., Ness, A.R., 2010. Milk drinking, ischaemic heart disease and ischaemic stroke II. Evidence from cohort studies, *European Journal of Clinical Nutrition*, 64 (5), 706-718.
- Felix da Silva, D., Barbosa de Souza Ferreira, S., Bruschi, M.L., Britten, M., Matumoto-Pinto, P.T., 2016. Effect of commercial konjac glucomannan and konjac flours on textural, rheological and microstructural properties of low-fat processed cheese, *Food Hydrocolloids*, 60, 308-316.
- Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R., 2011. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum L.*) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn, *Food Chemistry*, 127 (2), 807-821.

- Frewer, L.J., Howard, C., Hedderley, D., Shepherd, R., 1997. Consumer attitudes towards different food-processing technologies used in cheese production-the influence of consumer benefit, *Food Quality and Preference*, 8 (4), 271-280.
- Frewer, L.J., Scholderer, J., Lambert, N., 2003. Consumer acceptance of functional foods: Issues for the future, *British Food Journal*, 105 (10), 714-731.
- Galanakis, C.M., 2012. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications, *Trends in Food Science & Technology*, 26 (2), 68-87.
- Ganesan, B., Brothersen, C., McMahon, D.J., 2011. Fortification of Cheddar cheese with vitamin D does not alter cheese flavor perception, *Journal of Dairy Science*, 94 (8), 3708-3714.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., Ugglä, M., 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (14), 2021-2027.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (10), 4581-4589.
- Giri, A., Kanawjia, S.K., Singh, M. P., 2017. Effect of inulin on physico-chemical, sensory, fatty acid profile and microstructure of processed cheese spread, *Journal of Food Science and Technology*, 54 (8), 2443-2451.
- Granato, D., Branco, G.F., Cruz, A.G., de Faria, J.A.F., Shah, N.P., 2010. Probiotic dairy products as functional foods, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (5), 455-470.
- Granato, D., Santos, J.S., Salem, R.D., Mortazavian, A.M., Rocha, R.S., Cruz, A.G., 2018. Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: A technological perspective, *Current Opinion in Food Science*, 19, 1-7.
- Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S., 2011. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese, *Food Chemistry*, 124, 1589-1594.
- Hasler, C.M., and Brown, A.C., 2009. Position of the American Dietetic Association: Functional foods, *Journal of the American Dietetic Association*, 109 (4), 735-746.
- Hassen, A., Ahmed, R., Alam, M., Chavula, P., Shek, S., Dawid, A., 2022. The effect of feed supplementation on cow milk productivity and quality: A brief study, *International Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 4 (1), 13-25.
- Hennelly, P. J., Dunne, P. G., O'Sullivan, M., O'Riordan, E. D., 2006. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin, *Journal of Food Engineering*, 75 (3), 388-395.

- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Sanders, M.E., 2014. Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic, *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11 (8), 506-514.
- Hodgson, J.M., and Croft, K.D., 2010. Tea flavonoids and cardiovascular health, *Molecular Aspects of Medicine*, 31 (6), 495-502.
- Ismail, T., Sestili, P., Akhtar, S., 2012. Pomegranate peel and fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects, *Journal of Ethnopharmacol*, 143, 397-405.
- Jenkins, D.J., Kendall, C.W., Axelsen, M., Augustin, L.S., Vuksan, V., 2000. Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease, *Current Opinion in Lipidology*, 11 (1), 49-56.
- Jones, P.J., and Jew, S., 2007. Functional food development: Concept to reality, *Trends in Food Science & Technology*, 18 (7), 387-390.
- Karimi, R., Mortazavian, A.M., Gomes Da Cruz, A., 2011. Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: A review, *Journal of Dairy Science*, 91 (1), 125-136.
- Katan, M.B., Grundy, S.M., Jones, P., Law, M., Miettinen, T., Paoletti, R., 2003. Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels, *Mayo Clinic Proceedings*, 78 (8), 965-978.
- Khajebishak, Y., Payahoo, L., Hamishehkar, H., Alivand, M., Alipour, M., Solhi, M., 2019. Effect of pomegranate seed oil on the expression of PPAR- γ and pro-inflammatory biomarkers in obese type 2 diabetic patients, *Nutrition and Food Science*, 49, 854-865.
- Khalifa, S.A., and Wahdan, K.M., 2015. Improving the quality characteristics of white soft cheese using cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) fruit extract, *International Food Research Journal*, 22 (6), 2203-2211.
- Khider, M., Seoudi, O., Abdelaliem, Y.F., 2017. Functional processed cheese spreads with high nutritional value as supplemented with fresh and dried mushrooms, *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6 (1), 8.
- Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., Pehu, E., 2006. Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries, *Agriculture and Rural Development Discussion Paper*, 30, The World Bank.
- Kuchroo, C.N., and Fox, P.F., 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures, *Milchwissenschaft*, 37, 331-335.
- Kwak, N.S., and Jukes, D.J., 2000. Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology, *Food Control*, 12 (2), 109-117.

- Lansky, E.P., and Newman, R.A., 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer, *Journal of Ethnopharmacology*, 109 (2), 177-206.
- Lei, F., Zhang, X.N., Wang, W., Xing, D.M., Xie, W.D., Su, H., 2007. Evidence of anti-obesity effects of the pomegranate leaf extract in high-fat diet induced obese mice, *International Journal of Obesity*, 31, 1023-1029.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with the pomegranate pulp extract, *Food Chemistry*, 96 (2), 254-260.
- Mahajan, D., Bhat, Z.F., Kumar, S., 2015. Pomegranate (*Punica granatum*) rind extract as a novel preservative in cheese, *Food Bioscience*, 12, 47-53.
- Mansour, E., Ben Khaled, A., Lachiheb, B., Abid, M., Bachar, K., Ferchichi, A., 2013. Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial activities of peel extract from Tunisian pomegranate, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 1393-1403.
- Martirosyan, D., Kanya, H., Nadalet, C., 2021. Can functional foods reduce the risk of disease? Advancement of functional food definition and steps to create functional food products, *Functional Foods in Health and Disease*, 11 (5), 213-221.
- Masci, A., Coccia, A., Lendaro, E., Mosca, L., Paolicelli, P., Cesa, S., 2016. Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction, *Food Chemistry*, 202, 59-69.
- Miguel, M.G., Neves, M.A., Antunes, M.D., 2010. Pomegranate (*Punica granatum* L.), a medicinal plant with myriad biological properties: A short review, *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (25), 2836-2847.
- Moran, N.E., Thomas-Ahner, J.M., Wan, L., Zuniga, K.E., Erdman, J.W., Clinton, S.K. 2022. Tomatoes, lycopene, and prostate cancer: what have we learned from experimental models?, *The Journal of Nutrition*, 152 (6), 1381–1403.
- Moser, R., Raffaelli, R., Thilmany, D., 2011. Consumer preferences for fruit and vegetables with credence-based attributes: A review, *The International Food and Agribusiness Management Review*, 14, 121-142.
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K., Khodaparast, M.H.H., 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars, *Food Chemistry*, 115, 1274-1278.
- Müller, L., Gnoyke, S., Popken, A.M., Böhm, V., 2016. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations, *LWT-Food Science and Technology*, 42 (4), 977-982.
- Negi, P.S., and Jayaprakasha, G.K., 2003. Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts, *Journal of Food Science*, 68 (4), 1473-1477.

- Nielsen, B., Candan Gurakan, G., Unlu, G., 2014. Kefir: a multifaceted fermented dairy product, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 6 (3-4), 123-135.
- Niva, M., 2007. All foods affect health: Understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns, *Appetite*, 48 (3), 384-393.
- Noda, Y., Kaneyuki, T., Mori, A., Packer, L., 2002. Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: Delphinidin, cyanidin, and pelargonidin, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (1), 166-171.
- O'Reilly, T., 2007. What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software, *Communications & Strategies*, 1, 17-37.
- Oliveira, R.P.S., Florence, A.C.R., Silva, R.C., Perego, P., Converti, A., Gioielli, L.A., 2009. Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival, and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk, *International Journal of Food Microbiology*, 128 (2), 467-472.
- Öztürk, H.İ., 2015. Geleneksel Yöntemle Üretilen Tulum Peynirlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin, Biyoaktif Peptid İçeriklerinin ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 160.
- Pandey, K.B., Rizvi, S. I., 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2 (5), 270-278.
- Pliner, P., and Hobden, K., 1992. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans, *Appetite*, 19 (2), 105-120.
- Přikryl, J., Hájek, T., Švecová, B., Salek, R., Černíková, M., Cervenka, L., Buňka, F., 2017. Antioxidant properties and textural characteristics of processed cheese spreads enriched with rutin or quercetin: The effect of processing conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 87, 266-271.
- Radman, M., 2005. Consumer consumption and perception of organic products in Croatia, *British Food Journal*, 107 (4), 263-273.
- Rijkers, G.T., de Vos, W.M., Brummer, R.J., Morelli, L., Corthier, G., Marteau, P., 2011. Health benefits and health claims of probiotics: Bridging science and marketing, *British Journal of Nutrition*, 106 (9), 1291-1296.
- Roberfroid, M.B., 2000. Concepts and strategy of functional food science: The European perspective, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71 (6), 1660-1664.
- Roy, J., Sinthia, S., Roy, J., Sheikh, M., Mahomud, Sultan, M., Roy, J., 2019. Effect of grape juice on the physiochemical and sensory properties of yogurt, *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 13 (9), 94-100.
- Sabatier, M., Egli, I., Hurrell, R., Hoppler, M., Gysler, C., Zimmermann, M.B., 2017. Iron bioavailability from fresh cheese fortified with iron-enriched yeast, *European Journal of Nutrition*, 56 (4), 1551-1560.

- Sánchez-Maldonado, A.F., Schieber, A., Gänzle, M.G., 2011. Structure-function relationships of the antibacterial activity of phenolic acids and their metabolism by lactic acid bacteria, *Journal of Applied Microbiology*, 111 (5), 1176-1184.
- Sanders, M.E., 2008. Probiotics: Definition, sources, selection, and uses, *Clinical Infectious Diseases*, 46 (2), 58-61.
- Santiago, M.C.P.A., Gouvêa, A.C.M.S., Godoy, R.L.O., 2014. Analytical standards for the analysis of pomegranate anthocyanins by HPLC, *Brazilian Journal of Food Technology*, 17 (1), 51-57.
- Scalbert, A., Johnson, I.T., Saltmarsh, M., 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81 (1), 215-217.
- Seeram, N.P., Adams, L.S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H.S., Heber, D., 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (25), 9329-9339.
- Sherratt, S.C.R., Libby, P., Budoff, M.J., Bhatt, D.L., Mason, R.P., 2023. Role of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease: The debate continues, *Current Atherosclerosis Reports*, 25 (1), 1-17.
- Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H., 2008. Consumers' willingness to buy functional foods. The influence of carrier, benefit and trust, *Appetite*, 51 (3), 526-529.
- Simopoulos, A. P., 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56 (8), 365-379.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Lugasi, A., 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review, *Appetite*, 51 (3), 456-467.
- Slavin, J., 2013. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits, *Nutrients*, 5 (4), 1417-1435.
- Sohrab, G., Roshan, H., Ebrahimof, S., Nikpayam, O., Sotoudeh, G., Siasi, F., 2019. Effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and lipid profile in patients with type 2 diabetes: A single-blind randomized clinical trial, *Clinical Nutrition ESPEN*, 29, 30-35.
- Sumaedi, S., and Sumardjo., 2021. A model of traditional functional food consumption behaviour, *British Food Journal*, 123 (1), 13-30.
- Tezcan, F., Gültekin-Özgülven, M., Diken, T., Özçelik, B., Erim, F.B., 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices, *Food Chemistry*, 115 (3), 873-877.
- Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S., 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables, *Food Chemistry*, 93 (4), 713-718.

- Urala, N., and Lähteenmäki, L., 2007. Consumers' changing attitudes towards functional foods, *Food Quality and Preference*, 18 (1), 1-12.
- Verbeke, W., 2005. Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants, *Food Quality and Preferences*, 16 (1), 45-57.
- Vicentini, A., Liberatore, L., Mastrocola, D., 2016. Functional foods: Trends and development of the global market, *Italian Journal of Food Science*, 28, 338-351.
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: A review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (6), 635-654.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2010. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly, *Journal of Food Science*, 75 (4), 117-124.
- Ward, E., 2014. Addressing nutritional gaps with multivitamin and mineral supplements, *Nutrition Journal*, 13, 72-72.
- Zhong, J., Ma, X., Dong, S., 2021. Development of functional foods from marine sources, *Frontiers in Nutrition*, 8, 812497.
- Zychowicz-Jezewska, M., 2009. Impact of beliefs and attitudes on young consumers' willingness to use functional food, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59 (2), 183-187.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Ertan Kadir OMURTAĞ

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Diyarbakır Anadolu Lisesi	2003
Üniversite	Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği	2011
	Anadolu Üniversitesi Web Tasarım ve Kodlama	2018
Yüksek Lisans		
Doktora		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2016	Bağlar Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü	Mühendis
2016-2022	Diyarbakır Tarım ve Orman İl Müdürlüğü	Mühendis
2022-	Bağlar Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü	Mühendis

YABANCI DİLLER

- İngilizce