

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENKAPSÜLE ARONYA MEYVESİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN
YOĞURDUN TEKNOLOJİK VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

Ayşe Merve ÖZDEMİR

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENKAPSÜLE ARONYA MEYVESİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLEN YOĞURDUN TEKNOLOJİK VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ayşe Merve ÖZDEMİR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şebnem BUDAK

Bu çalışmada, “Yalova Aronyası” adıyla coğrafi işarete sahip olan aronya meyvesinin (*Aronia melanocarpa*) yoğurt üretiminde kullanılması ile fonksiyonel bir ürün elde etme olanağı değerlendirilmiştir. Aronya meyvesi, liyofilize aronya tozu (T), enkapsüle aronya meyvesi (E) ve aronya püresi (P) olmak üzere 3 farklı formda pıhtısı kırılmış yoğurt örneklerine entegre edilmiştir. Deneme yoğurt örnekleri depolamanın 1., 14., 28. günlerinde kimyasal kompozisyon (pH değeri, titrasyon asitliği, kuru madde, kül, yağ, toplam protein), renk, su tutma kapasitesi, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite, tekstür profil analizleri yapılmış ve örnekler duyuusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, örneklerin sertlik değerlerinde depolama süresince artış görülmüş, en yüksek değer liyofilize örneğinde 352.5 g olarak tespit edilmiştir. Aronya meyvesinin kırmızı renginden dolayı liyofilize aronya tozu, enkapsüle aronya meyvesi ve aronya püresi yoğurt örneklerinin L^* ve b^* değerlerinde azalış, a^* değerinde ise istatistiksel açıdan artış meydana getirmiştir ($P<0.05$). Çeşitli formlarda aronya meyvesi ilave edilen yoğurt örneklerinde kontrol örneğine kıyasla toplam fenolik madde miktarında liyofilize, püre ve enkapsüle örneklerinde sırasıyla, % 368.94, % 351.14, % 267.91 oranında, antioksidan aktivite miktarında ise sırasıyla % 279.68, % 225.86, % 216.47 oranında artış görülmüştür. Depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarı en çok püre örneğinde (% 122.69) korunurken, antioksidan aktivite miktarı en çok enkapsüle örneğinde (% 48.93) korunmuştur. Yoğurtlara farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilmesi daha az puanlanmış ancak tat-koku, yapı tekstür, renk-görünüş açısından önemli etki etmemiştir ($P>0.05$). Farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilen yoğurtların fenolik ve antioksidan değerleri bakımından üstün olduğu tespit edilmiş ve bu sonuç deneme yoğurtlarının fonksiyonel özelliğe sahip olduğunu göstermiştir.

Eylül 2024, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Aronya, Yoğurt, Fonksiyonel, Antioksidan, Fenolik

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF THE TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF YOGHURT ENRICHED WITH ENCAPSULATED ARONIA FRUIT

Ayşe Merve ÖZDEMİR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Şebnem BUDAK

In this study, the possibility of obtaining a functional product by using the aronia berry (*Aronia melanocarpa*), which holds a geographical indication under the name "Yalova Aronia," in yogurt production has been evaluated. Aronia berries were integrated into stirred-type yogurt samples in three different forms: 1 % lyophilised aronia powder (T), 1 % encapsulated aronia fruit (E) and 5 % aronia pulp (P). Chemical composition (pH and titratable acidity, water holding capacity, dry matter, ash, fat, total protein, total fat, colour), total phenolic content and antioxidant activity, and texture was determined and sensory evaluation of the samples was also conducted on days 1, 14 and 28 of storage.

According to the results obtained, the hardness values of the samples increased during storage and the highest value was determined as 352.5 g in the lyophilized sample. Due to the red color of aronia fruit, L^* and b^* values of lyophilized aronia powder, encapsulated aronia fruit and aronia puree yogurt samples decreased and a^* value increased statistically ($P < 0.05$). In yogurt samples to which aronia fruit was added in various forms, the total phenolic content increased by 368.94 %, 351.14 %, 267.91 % and antioxidant activity increased by 279.68 %, 225.86 %, 216.47 % in lyophilized, puree and encapsulated samples, respectively. During the storage period, the amount of total phenolic matter was most preserved in the P sample (122.69 %), while the amount of antioxidant activity was most preserved in the E sample (48.93 %). The addition of different forms of aronia fruit to the yoghurt was scored less but had no significant effect on taste-odour, texture, colour, and appearance ($P > 0.05$). The yogurts to which aronia fruit was added in different forms were found to be superior in terms of phenolic and antioxidant values and this result showed that the test yogurts had functional properties.

September 2024, 85 page

Key Words: Aronia, Yogurt, Functional, Antioxidant, Phenolic

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek destek ve anlayışla çalışmamı sürdürmemi sağlayan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Şebnem Budak’a, istatistik analizi başta olmak üzere tezin her aşamasında sabır ve güler yüzle desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. H. Ceren Akal Demirdöğen’e destekleri için en kalbi duygularıyla teşekkürler.

Tüm hayatım boyunca maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme özellikle mezuniyet haberini aldığıında gözlerinin içi parlayan gönlü güzel Babam’a, tez çalışmalarım süresince anlayışla, sevgiyle ve sabırla yanımda duran sevgili eşime ve varlıklarına her daim şükrettiğim, bu çalışmayı bitirmeyi benim kadar isteyen ve heyecanla bekleyen oğlum ve kızıma sonsuz teşekkürler.

Ayşe Merve ÖZDEMİR

Ankara, Eylül 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Aronya Tarihçesi, Tanımı ve Üretimi	5
2.2 Aronyanın Kimyasal Yapısı	6
2.2.1 Kuru madde miktarı	6
2.2.2 Kül miktarı	6
2.2.3 Şeker miktarı	6
2.2.4 Yağ miktarı	7
2.2.5 Protein miktarı	7
2.2.6 Mineral ve vitamin miktarı	7
2.2.7 Ham lif miktarı	7
2.3 Aronyanın Sağlık Açısından Önemi	10
2.4 Aronya ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2.5 Yoğurdun Tarihçesi ve Tanımı	13
2.6 Yoğurt Üretimi	14
2.7 Yoğurdun Besin Değeri ve Sağlık Açısından Faydaları	15
2.8 Meyveli Yoğurt	17
2.9 Aronyanın Süt Ürünlerinde Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar	19
2.10 Gıdalarda Kurutma	21
2.10.1 Konvensiyonel kurutma	22
2.10.2 Dondurarak kurutma	22
2.11 Gıda Endüstrisinde Enkapsülasyon	23
2.11.1 Gıda endüstrisinde enkapsülasyon çalışmaları	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal.....	27
3.1.1 Aronya meyvesi	27

3.1.2 Çiğ süt.....	27
3.1.3 Ticari starter kültür	28
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Aronya meyvesinin püre, liyofilize ve enkapsüle şeklinde eldesi.....	28
3.2.2 Yoğurt üretimi.....	30
3.2.3 Çiğ süt analizleri.....	32
3.2.3.1 pH değeri tayini.....	32
3.2.3.2 Titrasyon asitliği tayini.....	32
3.2.3.3 Yağ miktarı tayini	33
3.2.4 Yoğurtlara uygulanan analizler.....	33
3.2.4.1 pH değeri tayini.....	33
3.2.4.2 Titrasyon asitliği tayini.....	33
3.2.4.3 Su tutma kapasitesi tayini	34
3.2.4.4 Yağ miktarı tayini	34
3.2.4.5 Protein miktarı tayini	34
3.2.4.6 Kurumadde miktarı tayini	35
3.2.4.7 Kül miktarı tayini.....	36
3.2.4.8 Renk tayini.....	36
3.2.4.9 Tekstür analizi.....	36
3.2.4.10 Antioksidan ve fenolik madde içerikleri için ekstraksiyon	37
3.2.4.11 Toplam fenolik madde miktarı	37
3.2.4.12 Antioksidan aktivite tayini	38
3.2.4.13 Yoğurtlarda uygulanan duyu analizler	38
3.2.4.14 İstatistik analizleri.....	39
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	40
4.1 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Kimyasal Özellikleri .	40
4.2 Yoğurdun Kimyasal Özellikleri.....	40
4.2.1 pH değeri.....	40
4.2.2 Titrasyon asitliği (% LA).....	42
4.2.3 Su tutma kapasitesi	44
4.2.4 Yağ miktarı.....	46
4.2.5 Protein miktarı	47
4.2.6 Kuru madde miktarı.....	49
4.2.7 Kül miktarı	51
4.2.8 Renk tayini.....	52

4.2.8.1 L^* değerleri	53
4.2.8.2 a^* değerleri	54
4.2.8.3 b^* değerleri	56
4.2.9 Tekstür analizi.....	58
4.2.10 Toplam fenolik madde miktarı	60
4.2.11 Toplam antioksidan madde analizi	63
4.2.12 Duyusal değerlendirme.....	66
5. SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ.....	85



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Aronya (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx) Elliot).....	5
Şekil 2.2 Değişik meyve türlerinde toplam antioksidan kapasitesi.....	10
Şekil 3.1 Aronya meyvesi	27
Şekil 3.2 Aronya meyvesi liyofilizasyon işlemi	
Şekil 3.3 Toz aronya meyvesi	29
Şekil 3.4 Ön deneme örnekleri.....	31
Şekil 3.5 Aronya meyvesi ilave edilmiş stirred tipi (pıhtısı kırılmış) yoğurt üretim akış şeması.....	31
Şekil 4.1 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri	40
Şekil 4.2 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (% LA) değerleri	42
Şekil 4.3 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerleri	44
Şekil 4.4 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yağ değerleri.....	46
Şekil 4.5 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen protein değerleri	47
Şekil 4.6 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kuru madde değerleri.....	49
Şekil 4.7 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kül değerleri	50
Şekil 4.8 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen L^* değerleri	52
Şekil 4.9 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen a^* değerleri.....	54
Şekil 4.10 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen b^* değerleri.....	55
Şekil 4.11 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sertlik değerleri.....	58
Şekil 4.12 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam fenolik miktarı....	59
Şekil 4.13 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam antioksidan aktivite miktarı	63
Şekil 4.14 Yoğurtlarda Uygulanan Duyusal Analizlerde 1.günde görünen değişimler	64
Şekil 4.15 Yoğurtlarda Uygulanan Duyusal Analizlerde 14. günde görünen değişimler	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Aronya meyvesi kimyasal bileşimi	8
Çizelge 2.2 Yoğurdun besin değeri	16
Çizelge 2.3 Farklı meyveler ve meyve formları ilavesi ile elde edilen yoğurtlara ilişkin bazı çalışmalar	17
Çizelge 3.1 Aronya meyve konsantresi ilaveli yoğurtların deneme deseni	30
Çizelge 4.1 Yoğurt üretiminde kullanılan çığ inek sütünün bileşim özellikleri (n*=2)	38
Çizelge 4.2 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri	39
Çizelge 4.3 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (% LA) değerleri	41
Çizelge 4.4 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerleri (%)	43
Çizelge 4.5 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yağ değerleri (%)	45
Çizelge 4.6 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen protein değerleri	46
Çizelge 4.7 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kuru madde miktarı değerleri (g)	48
Çizelge 4.8 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kül miktarı (%) değerleri	50
Çizelge 4.9 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen L*, a* ve b* değerleri...	51
Çizelge 4.10 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sertlik değerleri	56
Çizelge 4.11 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/mL)	58
Çizelge 4.12 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam antioksidan aktivite miktarı	61
Çizelge 4.13 Yoğurtlarda Uygulanan Duyusal Analizlerde depolama süresince görülen değişimler	63

1. GİRİŞ

Fonksiyonel gıda kavramı, son yıllarda temel ve sağlıklı beslenme yoluyla yaşam kalitesini artırmak anlamında kullanılmaktadır. Fonksiyonel gıdaların, bir veya etkisi daha fazla ikili aktif bileşene göre sağlığı düzeltici, koruyucu ve/veya hastalık olabilecek riskleri azaltıcı özelliği olduğu bilinmektedir (Koçak ve Kök Taş 2013). Sütün fermentasyonu ile elde edilen yoğurt fonksiyonel gıda endüstrisinde en çok değerlendirilen ürünler arasında yer almaktadır (Granato vd. 2010). Bu kapsamda yoğurdun fonksiyonelliğinin artırılması yanında güncel teknolojilerin kullanılmasıyla da farklı özelliklere sahip yoğurt üretimleri son yıllarda araştırma konusu olmaktadır (Chouchouli vd. 2013, Akdeniz ve Demirbüker Kavak 2019, Saydam 2022).

Ülkemizde özellikle Yalova ilinde yetiştirilmekte olan aynı zamanda ‘Yalova Aronyası’ adıyla coğrafi işareti olan aronya meyvesi kullanım olanaklarının geliştirilmesi ile endüstriyel ürün sektörüne fonksiyonel bir ürün sağlama potansiyelindedir (Şahin ve Erdoğan 2022). Aronya meyvesinin insan sağlığına etkilerinin araştırıldığı çalışmalar neticesinde meyvelerin antioksidan kapasitesi ve antosiyanin içeriği açısından meyveler arasında yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Zhang vd. 2021). Aronya meyvesi düzenli bir şekilde tüketilmesi bazı kanser hastalıklarına, sindirim sistemi hastalıklarına ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma sağladığı belirtilmiştir (D’Alessandro vd. 2013). Aronya meyveleri proantosiyanidin, antosiyanin, flavanol, fenolik asitler, flavonol gibi zengin bir fenolik bileşik kaynağıdır (Kulling ve Rawel 2008). Fenolik bileşikler bakteri hücrelerinin yapılarını bozarak antimikrobiyal özellik göstermekte ve oksidasyonu önleyerek sağlığa zararlı serbest radikallerin oluşumunu engellemektedir (Tolić vd. 2015). Fenolik bileşikler, meyvede var olan yüksek antioksidan aktiviteyi de desteklemektedir. Antioksidan aktivite sonucu lipid oksidasyonu önlenerek veya yavaşlatılarak üründe renk, tat ve koku değişikliklerinin meydana gelmesi engellenmekte ve raf ömrü süresinin uzatılması sağlanmaktadır (Ignat vd. 2011).

Doğal ve temiz içerikli ürünlere olan yönelimin önem kazandığı gıda sektöründe, kimyasal boya kullanımı yerine doğal boyalar tercih edilmektedir.

Halihazırda gıda sektöründe kullanılan sentetik boyalar yetişkinlerde alerjik reaksiyonların bağlı olduğu hastalıklara neden olabileceğinden kullanımı sınırlıdır (Teixeira ve Peres 2009). Buna karşılık fenolik bileşiklerden olan flavonoidler lezzet katkılarının yanında, gıdaların rengi üzerine de etkili biyoaktif özellikleri sayesinde gıdanın yanında kozmetik ve ilaç sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır (Kazancı 2021).

Biyoaktif bileşenler içeren ürünler, doğal girdi olarak kullanımının yanı sıra hastalıkları önlemek ve sağlıklı bir yaşam sürdürmek için tercih edilmektedir. Gıdalara antioksidanlar, antibakteriyel maddeler, fenolik bileşikler, diyet lifi, oligosakkaritler, probiyotikler, prebiyotikler ve fitokimyasallar gibi kanseri ve kardiyovasküler hastalıkları önleyen bileşenler eklenerek işlevsel hale getirilebilir (Ashwell vd. 2008). Bu nedenle doğal girdi kullanımının yanı sıra fonksiyonel açıdan etkili gıdaların geliştirilmesi ve endüstriye sunulması da gerekmektedir. Doğal ve endemik kaynakları kullanarak yeni fonksiyonel ürünler geliştirmek oldukça önemlidir.

Bu anlamda fonksiyonel yoğurt, temel besin ihtiyaçlarını karşılayanın yanı sıra içerdiği antioksidanlar, fenolik, probiyotik-prebiyotik katkı maddeleri sayesinde sağlığa etkisi vardır. Araştırmamızın amacı, biyoaktif bileşenleri aronya meyvelerinden elde edilen yeni bir fonksiyonel yoğurt geliştirmektir.

Kanıtlanmış fonksiyonel etkilerine rağmen doğal antioksidanlar ve fenolik bileşikler, kimyasal yapılarındaki doymamış bağlar nedeniyle çevre koşullarına duyarlıdır (Lou vd. 2014). Doğal kaynaklardan gelen antosiyaninler ısıya, ışığa ve pH değişikliklerine karşı direnç göstermezler. Bu nedenle doğal fenolik bileşiklerin stabilitelerinin ve muhafaza süresinin artırılması için fiziksel ve kimyasal hasarlardan korunması oldukça önemlidir. Enkapsüle edilmiş aronyadaki antosiyaninlerin depolama süresinde enkapsüle edilmemiş aronyadaki antosiyaninlere oranla iki kat daha fazla korunduğu bildirilmektedir (Jang ve Koh

2023). Özellikle bu bileşiklerin, gıda işleme sırasında özelliklerini koruyamaması sanayide kullanımlarının önündeki en büyük engellerden biridir. Gıda sektöründe son yıllarda yaygınlaşan kapsülleme yöntemi, gıdaların raf ömrünü uzatmak, besin değerini artırmak ve içeriği sayesinde kapsüllenen ürünün sindirilebilirliğini sağlamak gibi birçok önemli amaca uygundur (Souza vd. 2017, Peanparkdee vd. 2019). Kaplama malzemesi olarak çeşitli modifiye ve doğal proteinler, lipidler ve polisakkaritler kullanılmaktadır (Sanchez vd. 2013).

Çalışmamızda, mor renkli aronya meyvesine biyoaktif bileşenlerinin ısı, ışık ve nem gibi çevresel faktörler karşısında stabilitesini koruyabilmek adına enkapsülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Enkapsülasyon işleminin ayrıca, ürünün duyu özellikleri üzerine etkileri de araştırılmıştır. Özellikle süt teknolojisinde tat ve aroma gibi kalite kriterlerini ortaya koyan maddelerin gelişimleriyle tekstür yapısı ve bu kriterleri belli seviyede tutmak için enkapsülasyon işleminin önemli olduğu rapor edilmiştir (Açı vd. 2013). Benzer şekilde, liyofilizasyon (dondurarak kurutma) işleminde ürünlerin tekstürel yapısı, besin ve renk içeriğinin ciddi ölçüde korunduğu, aroma ve tat kayıplarının en az seviyede seyrettiği (Günaydın vd. 2022) bilindiğinden bu çalışmada toz haline getirilme işlemi liyofilizasyon teknolojisi ile sağlanmıştır.

Özetle, tez çalışmamızda aronya meyvesi enkapsüle edilerek yoğurt üretim prosesiyle entegre edilmiştir. Herhangi bir işleme tabi tutulmadan katkısız olarak üretilen yoğurt (K) ile aronya püresi (P), liyofilize aronya tozu (T) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) kullanılarak üretilen yoğurt ürünleri fonksiyonel (antioksidan değeri ve fenolik madde miktarı), fiziksel (su tutma kapasitesi, renk ve tekstürel özellikler), kimyasal (pH değeri, titrasyon asitliği, yağ, protein, kuru madde ve kül miktarı) ve duyu özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, yoğurdun fonksiyonel, duyu ve yapısal özelliklerindeki değişimler, yoğurt üretiminde aronya kullanımı yanında uygulanan farklı teknolojilerin etkisi bakımından da değerlendirilmiştir. Coğrafi işaretli yöresel bir meyvede yoğurdun fonksiyonel ve teknolojik özellikleri üzerine potansiyel katkılarının belirlenmesi ile yoğurdun depolama ve üretim sürecinde (1. 14. ve 28. günlerinde) etkinliğinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonuçlarımızın, aronya meyvesinin gıda

endüstrisi ve fonksiyonel ürün üretiminde kullanılmasında faydalı etkileri olacağı düşünülmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Aronya Tarihçesi, Tanımı ve Üretimi

Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) (Şekil 2.1), Kuzey Amerika kökenli olup 19. Yüzyıl sonlarında Avrupadan'dan Rusya'ya geri göçler döneminde getirilmiş ve kültüre edilmeye başlanmıştır (Jeppsson, 2000). *Rosaceae* familyasının bir üyesi olan aronya, uzun ömürlü ve çalı formunda üzüksü meyve türüdür (Ara 2002).



Şekil 2.1 Aronya (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot)

Aronyanın dağılım bölgeleri Kuzey Amerika'nın kuzeydoğusu ve Büyük Göller yöresinden, güneydeki Apalaşlıların yükseklerine kadar devam eden bölgedir (Rossell ve Kesgen, 2003). 2008 yılında Amerika'nın Iowa eyaletinde Amerikan Aronya Birliği (The American Aronia Berry Association) kurulmuş olup aronyanın yetiştiriciliği ve kültür çalışmalarına yönelik faaliyet yürütmektedir (Anonim 2008).

Türkiye'de aronya yetiştiriciliği faaliyetleri 2012 yılında Atatürk Merkez Bahçe Bitkileri Enstitüsü'nde fidan üretimiyle, 2014'te ise Yalova ve Kırklareli'nde aronya bahçelerinin inşasıyla başlamıştır. Yalova'da üretilen aronya meyveleri, üretim yöntemleri ile Yalova'ya özgü iklim ve toprak koşullarında üretilen tat, renk ve kalite kriterlerindeki farklılıklar nedeniyle 2021 yılında coğrafi işaret belgesi almıştır. Yapılan bu çalışmada coğrafi olarak işaretlenmiş aronya meyvesi kullanılmıştır.

2.2 Aronyanın Kimyasal Yapısı

Aronya meyvesinin kimyasal bileşenlerinin miktarları, çeşit, gübreleme meyvelerin olgunlaşması, hasat tarihi ve yetiştirilen bölgenin iklimi gibi pek çok faktöre bağlıdır (Jeppsson ve Johansson 2000, Skupien vd. 2007). Aronya meyvesinin kimyasal bileşenleri Çizelge 2.1’de sunulmuş olup bazı bileşenlere ilişkin detaylı açıklamalar ilgili başlıkta yer verilmiştir.

2.2.1 Kuru madde miktarı

Aronyanın yaş meyvesinde kuru madde miktarı % 15.3-% 19.5 aralığında tespit edilmişken (Tokuşoglu ve Stoner 2011, Üçer ve Tokuşoglu 2018) başka bir çalışmada en yüksek % 29 oranına ulaştığı görülmüştür (Tokuşoglu, 2019).

2.2.2 Kül miktarı

Gıdalarda kül içeriği, organik maddenin tamamen yanması sonucunda geriye kalan mineraller yani inorganik residüye karşılık gelen kısmı olarak tanımlanmaktadır.

Aronyanın mineral içeriği yaş meyve ve kuru meyve formunda farklılık göstermektedir. Yaş meyvede 4.4-5.8 g/kg (Tokuşoglu ve Stoner 2011, Üçer ve Tokuşoglu 2018) kuru meyve bazında ise % 2-3.8 olarak belirlenmiştir. Farklı bir araştırmada kurutulmuş aronya posasının farklı çeşitlerinde % 1.4-3.9 olduğu görülmüştür (Tokuşoglu 2019).

2.2.3 Şeker miktarı

Toplam şeker içeriği 6.2-10.8 g/100g (Tokuşoglu ve Stoner 2011) aralığında olan aronya meyvesinin invert şeker içeriğinin 8.83-12.48 g olduğu görülmüştür. Fruktöz ve glikoz toplamının kütlece 13-17.6 g/100 g arasında olduğu tespit edilmiştir (Tokuşoglu 2019).

2.2.4 Yağ miktarı

Aronya yaş meyvelerinin analizi sonucunda yağ içeriği toplam kütleye 0.14g/100 g olarak tespit edilmiştir. Aronya meyvesinde lipit içeriğinin ana bileşenlerinin triaçilgliseroller olduğu ve triaçil çeşitleri içerisinde temel bileşenlerin linoleik asit (% 47.8-57.2), oleik asit (% 26.4-28.4) ve palmitik asitlerden (% 11.0-15.5) oluştuğu belirtilmektedir (Üçer ve Tokuşoğlu 2018 ve Tokuşoğlu 2019).

2.2.5 Protein miktarı

Farklı boyutlardaki çekirdekli veya çekirdeksiz kısımlara sahip aronya meyvelerinin temel bileşimi incelendiğinde (Sojka vd. 2013, Tokuşoğlu 2019) sonuçlar, en yüksek protein içeriğinin çekirdekte (% 24.1) bulunduğunu, çekirdeksiz kısmın ise daha düşük protein içeriğine (% 6) sahip olduğunu göstermiştir.

2.2.6 Mineral ve vitamin miktarı

Aronya meyveleri üzerinde gerçekleştirilen iki farklı çalışmadan elde edilen bulgulara göre taze meyvelerin mineral içeriği 440 mg/100g ve 580 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Tanaka ve Tanaka 2001, Šnebergrová vd. 2014, Tokuşoğlu 2019).

Aronya meyveleri farklı miktarlarda Na, Ca, Mg ve Fe bulundurmakla birlikte nispeten yüksek K ve Zn içermektedir (Ognik vd. 2006). Minerallerle birlikte B1, B2, B6 ve niasin, C vitaminleri, folik asit, panthotenik asit, karotenoidler (β -karoten ve β -kriptoksantin dahil) ve α - ve β -tokoferol ihtiva etmektedir (Yılmaz vd. 2021).

2.2.7 Ham lif miktarı

Aronya meyveleri 100 g taze meyvede 5.62 g ham lif içermekte olup zengin diyet lif içermesi sebebiyle önemli bir kaynak olarak değerlendirmektedir. Yapılan

alışmalar taze aronya meyvelerinin % 0.3-0.6 aralığında değişen görece düşük oranda pektin içeriğine sahip olduğunu göstermektedir (Sojka vd. 2013, şnebergrov vd. 2014, Tokuşoğlu 2019).

Çizelge 2.1 Aronya meyvesi kimyasal bileşimi

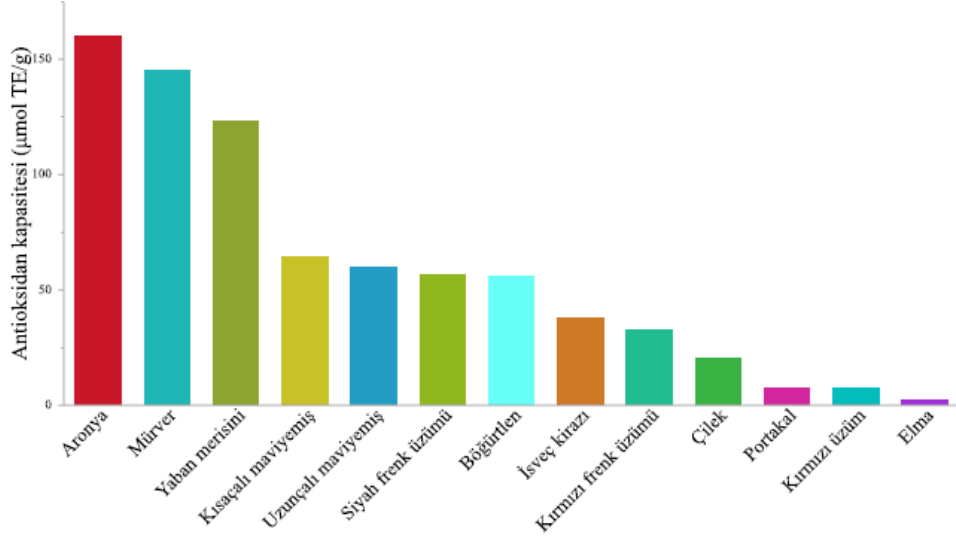
Bileşen	rnek	Konsantrasyon	Kaynak
TEMEL BİLEşENLER	Pastörize Meyve Suyu	15.5	Kulling ve Rawel 2008
	Kuru Madde %	15.6; 20; 16.7-28.8	Kulling ve Rawel 2008
	Pre	93.6-94.8	Sjka vd. 2013
	Taze Sıkım Meyve Suyu	3.6	Ara 2002
	pH Değeri	3.3	Kulling ve Rawel 2008
	Meyve	3.3-3.7	Kulling ve Rawel 2008
	Meyve, g/kg FW	56; 3.4-5.8	Kulling ve Rawel 2008
	Ham Lif	Pre, g/100g DM	63.5-77.9
			Sjka vd. 2013
	Protein	Meyve, g/100g FW	0.7
		Pre, g/100g DM	4.9-24.1
	Yağ	Meyve, g/100g FW	0.14
		Pre, g/100g DM	2.9-13.9
			Sjka vd. 2013

Çizelge 2.1 Aronya meyvesi kimyasal bileşimi (devam)

<i>KARBONHİDRAT GRUBU</i>	Glukoz	Taze Sıkım Meyve Suyu, g/L	41	Ara 2002
		Pastörize Meyve Suyu, g/L	40	Kulling ve Rawel 2008
	Fruktoz	Taze Sıkım Meyve Suyu, g/L	38	Ara 2002
		Pastörize Meyve Suyu, g/L	37	Kulling ve Rawel 2008
		Püre, g/100g DM	0.48-0.58	Sójka vd. 2013

Aronya meyvelerinin kimyasal profiline ilişkin yapılan çalışmalar fonksiyonel özellikleri bakımından oldukça zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir. Polifenoller, özellikle prosiyanidinler ve antosiyaninler aronya meyvelerindeki biyoaktif bileşenlerin temelini oluşturarak meyvenin antioksidan özelliğinin büyük çoğunluğunu sağlamaktadırlar. Diğer fenolik maddelerden neoklorojenik asit, klorojenik asit ve tanen ise sınırlı miktarda bulunmaktadır (Oszmianski ve Wojdyło 2008).

Aronyanın en çok incelenen farmakolojik kısmı, antosiyaninler ve prosiyadinlerle temsil edilen flavonoidlerdir (Kokotkiewicz vd. 2010). Aronya meyvesi bileşiminde bulunan başlıca flavanoller, prosiyanidinlerdir. Aronya meyvelerinde kuru ağırlıkta % 0.66 ile % 5.18 arasında değişen prosiyanidin miktarını (Wu vd. 2004), % 0.6 ile % 2 arasında değişen miktar ile antosiyaninler takip etmektedir (Kokotkiewicz vd. 2010). Şekil 2.1’de Aronya ve diğer bazı meyvelerin karşılaştırmalı olarak antioksidan içerikleri sunulmaktadır.



Şekil 2.2 Farklı meyvelerdeki toplam antioksidan miktarı (Kulling ve Rawel 2008)

2.3 Aronyanın Sağlık Açısından Önemi

İçeriğinde antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip polifenollerin fazlaca bulunduğu şifalı bitkiler son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Mide-bağırsak hastalıkları, kalp-damar hastalıkları, obezite, diyabet hastalıkları ve bazı kanser türlerine olumlu etki gösteren bu bitki, son dönemde hem ülkede hem de dünyada popülaritesini artırmaktadır.

Aronya meyve suyu üzerinde yapılan klinik bir çalışmada, Tip- 2 diyabetli hastaların açlık kan şekerini düşürdüğü belirtilmiştir (Banjari vd. 2017). Bir başka çalışmada ise aronya meyvesi ekstraktının, insülin sinyali, adipogenez ve inflamasyonla ilgili çeşitli yolları düzenleyerek insülin direncine bağlı risk faktörlerini azalttığı tespit edilmiştir (Özdemir ve Özkan 2020).

Olsson vd. (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada üzüm, aronya ve yaban mersini ekstraktlarının kolon kanseri hücrelerinin büyümesini engellemesi bakımından en güçlü etkiye sahip olan meyvenin aronya olduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı bir çalışmada ise, aronya suyunun arteriyel kan basıncı ve lipid parametrelerine etkileri araştırılmış ve düzenli şekilde tüketilen aronya suyunun toplam kolesterol seviyesi, LDL kolesterol ve trigliserit düzeylerinde azalmaya, yüksek yoğunluklu lipoprotein 2 (HDL2) kolesterol düzeyinde ise artışa neden olduğu raporlanmıştır (Skoczyńska vd. 2007).

Valcheva-Kuzmanova ve Belcheva (2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, aronya ekstraktının *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*' ye yönelik *in vitro* bakteriyostatik harekete yol açtığı, influenza A virüsüne yönelik de antiviral aktiviteye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Puupponen-Pimia vd. (2005 a,b) ise aronya meyvesinin *Staphylococcus* ve *Salmonella* patojenlerini inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir. Aronya meyve ekstraktının fazlaca fenolik madde içermesi nedeniyle ince bağırsakta antimikrobiyal etki oluşturduğu da bildirilmiştir (Yılmaz vd. 2021).

Aronya türleri üzerine yapılan araştırmalar aronya meyvelerinin potansiyel tedavi edici, iyileştirici faydaları ve yüksek fenolik bileşenler içermesi sonucunda fonksiyonel bir gıda olarak oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Özdemir ve Özkan, 2020). İnsanların alternatif tıp ve doğal kaynaklara yöneliminin artmasıyla birlikte aronyanın popülerliği ve görünürlüğü artarak ‘mucize’ bitki olarak anılmaya başlanmıştır (Yılmaz vd. 2021).

2.4 Aronya ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Lee vd. (2014) Çek Cumhuriyeti’nin dokuz farklı coğrafi alanından ve biri Polonya’dan olmak üzere toplam on adet Aronya meyvesi örneğini 2010-2012 yılları arasında toplamış ve örneklerin temel bileşenlerini incelemişlerdir. Araştırmada aronya meyvelerinde polifenolik madde miktarları 9724 mg GAE/kg (gallik asit eşdeğeri) ve antosiyanin miktarları 5006 mg cya-3-glu/kg (siyanidin-3-o-glukozit) olarak bulunmuştur. Yüksek antosiyanin, sorbitol ve kinik asit içeriği ile çok düşük sakkaroz konsantrasyonuna sahip olmasını aronya meyvesini diğer meyve türlerinden ayıran özellikleri olarak bildirmişlerdir.

Ho vd. (2014) aronyadan izole edilen bazı polifenollerin immünomodülatör olarak potansiyel sağlık yararları aktivitesine sahip olduğuna yönelik araştırma gerçekleştirmiştir. Siyanidin, prosiyanidin B2, B5, C1 ve proantosiyanidin bakımından zengin fraksiyonlar tamamlayıcı sabitleme deneyinde oldukça aktif olduğunu görmüşlerdir. Çalışmanın sonucu aronya meyvelerindeki polifenolik maddeler bağışıklık düzenleyici ve anti nflamatuar etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Bakır (2019) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada 3, 5, 10 ve 15 dk boyunca demlenmiş aronya  aylarında toplam fenolik madde miktarının 150.23 – 787.92 mg GAE/100 g aralığında olduğu bulgulanmıştır. Duyusal analiz sonuçları 10 dk demlenmiş aronya  ayının lezzet ve i im kalitesi bakımından  ne çıktığını ve bu çayın toplam fenolik madde miktarı ise 696.92 67.23 mg GAE/100 g olduğunu göstermiştir.

Zhang vd. (2021) aronya meyvelerinden temin edilen antosiyaninlerin belirgin bir antioksidatif etki ve standart mutajenlerin etkisine karşı etkin bir antimutajenik aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir.

2021 yılında Jakubczyk ve Kam nska-Dw rznicka tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada farklı oranlarda (% 5, 10 ve 20) aronya konsantresi ile yumurta albumini (% 0.5-2.0) ilavesinin agar jelinin bazı özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. % 20 oranında aronya konsantresi ilavesinin sertlik, yapışkanlık ve sakızimsılık değerlerinin büyük oranda azalmasına yol açtığı ve aronya konsantresi ilavesiyle havalandırılan jel örneklerinin doku ve yapı özelliklerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Kazancı (2021) aronya suyu üretimi sırasında açığa çıkan yan üründen antosiyanin bileşiklerinin optimum ekstraksiyon koşullarını belirlemeyi ve antosiyaninlerin doğal boya üretimi ve salata sosunda renklendirici ve antioksidan olarak kullanımı üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda aronya meyvesinden ultrases destekli ekstraksiyonun fenolik bileşik verimini yükseltebileceği ve biyoaktif özelliklerini iyileştirebileceği bulgulanmıştır. Elde

edilen boyaların ise 80 °C de degradasyona direnç göstermesi ve yağ bazlı soslarda oksidatif stabiliteyi önemli derecede yükseltmesi bu boyaların çeşitli gıda uygulamalarında başarılı bir alternatif olabileceğine işaret etmiştir.

2.5 Yoğurdun Tarihçesi ve Tanımı

Yoğurt yıllarca mast (İran), kатыk (Ermenistan), dahi (Hindistan), zabadi (Mısır), leben raib (Suudi Arabistan), roba (Sudan), laban (Irak ve Lübnan), iogurte (Brezilya), dovga (Azerbaycan), cuajada (İspanya), matsoni (Gürcistan, Rusya ve Japonya) ve coalhada (Portekiz) gibi çok çeşitli isimlerle adlandırılan geçmişi çok yıllık olan bir besindir (Fisberg ve Machado 2015). Süt üreten hayvanların (inekler, koyun ve keçilerin vb.) evcilleştirilmesiyle birlikte süt ürünlerinin insan beslenmesine MÖ 10 000-5000 yılları arasında dahil edildiğine inanılmaktadır (Moreno Aznar LA vd. 2013). Evcilleştirilen hayvanların sütlerini muhafaza edebilmek için toprak kapların ya da hayvan derisinden yapılan tulumların kullanılması ve artan sıcaklıkla birlikte deri tulumlarındaki sütün kendiliğinden fermente olması sonucunda yoğurda benzeyen bir ürün elde edilmesi modern yoğurt üretim teknolojisinin miladı olarak kabul görmektedir (Özer 2006).

Yoğurdun sağlık açısından faydalarını araştıran çalışmalar 20.yy'ın başlarına dayanmaktadır. 1905 yılında, bir Bulgar Tıp öğrencisi Stamen Grigorov, bir laktik asit olan *Bacillus bulgaricus*'u, bugün hala yoğurt kültürlerinde kullanılan ve şimdiki adıyla *L. Bulgaricus*'u keşfeden ilk kişi olarak bilinmektedir. Grigorov'un bulgularına dayanarak, 1909 yılında Rus Nobel ödüllü Yllia Metchnikoff, yoğurttaki laktobasillerin tüketimi ile Bulgar köylülerinde uzun ömür ve sağlıklı yaşamını ilişkilendirmiş ve tıp alanında yoğurt özelinde çalışmalar yapılmasına neden olmuştur (Fisberg ve Machado 2015).

1925-1935 yıllarında yoğurt mikrobiyolojisi üzerine araştırmalar yapılırken *Lactobacillus acidophilus*'un bağırsaklarda ve midede canlı bir şekilde yaşadığı keşfedilmiştir. 1950-1960 yılları arasında aromalı yoğurtların tüketiciyle buluşması yoğurt tüketimini artırmıştır. Yoğurt üretiminin endüstriyel seviyeye ulaşması 1970'li yıllara tekabül etmektedir. 1980'li yıllarda yoğurt içeriğini zenginleştirmek

adına probiyotik mikroorganizmalar üretiminde kullanılmasıyla birlikte ticari olarak probiyotik yoğurt üretimine başlanmıştır. 1990'lı yıllarda genetik özelliklerinin gelişmesi aroma üretim alanlarının da gelişmesine vesile olmuş ve yoğurt starter kültürlerinin üretimi başarılmıştır. 2000' li yıllardan günümüze yoğurt kültürlerinin iyileştirilmesine yönelik araştırmalar devam etmektedir (Özer 2006).

Türk Gıda Kodeksi'ne göre yoğurt “fermentasyonda spesifik starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un birlikte kullanıldığı, inkübasyon sonrasında pıhtısı karıştırılarak kırılmamış (set) ya da kırılmış (stirred) formda elde edilen ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürünü” olarak Gıda Tarım Örgütü tarafından yapılan tanıma göre ise “süt tozu, peynir suyu tozu, vb. süt ürünleri katılmış veya katılmamış süttten, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* termofilik kültürlerinin etkisiyle laktik asit fermentasyonu sonucu kazanılan pıhtılaşmış süt ürünü” olarak tanımlanmaktadır.

2.6 Yoğurt Üretimi

Ticari amaçla yoğurt yapımında öncelikle Türk Gıda Kodeksi Fermente Ürünler Tebliği gereğince sütün yağ miktarını belirlemek üzere standardizasyon işlemi yapılmaktadır. İlgili yasal mevzuat uyarınca yoğurda işlenecek sütün kuru madde miktarını arttırmak amacıyla kuru madde standardizasyonu işlemi yapılmaktadır. Sütün yağsız kuru madde miktarını artırabilmek için kullanılan yöntemler arasında, sütü kaynatma, süt tozu ilavesi, yayıkaltı tozu ilavesi, evaporasyon, co-presipitate katımı ve kazein kazeinat, serum proteinleri ya da konsantresi katımı, peyniraltı suyu tozu ya da konsantresi katımı ve membran filtrasyon teknikleri yer almaktadır (Yetişemeyen 2007). Homojenizasyon, kaymak tabakasının yüzeyde oluşmasını önlemek amacıyla gerçekleştirilen basıncın ve sıcaklığın bir arada uygulanmasıyla süt yağ globüllerinin çok küçük boyutlara parçalanmasına dayanan bir işlemdir. Yoğurt pıhtısının viskozitesinin optimal olması için homojenizasyon normunun 60 °C ve 200 kg/cm² basınçta yapılması tavsiye edilmektedir.

Temel amacın yoğurt bakteriyolojik kalitesinin iyileştirilmesi ve tüketim güvenirliliğinin en üst seviyeye taşınması amacıyla gerçekleştirilen pastörizasyon işlemi için 90-95 °C 5-10 dakika veya 80-85 °C 20-30 dakikalık bir ısıtım işlemi uygulanması gerekmektedir (Atamer ve Sezgin, 1987). Süte ısıtım işlemi uygulandıktan sonra pastörize edilen süt 42-45 °C'ye kadar soğutulur. Saf kültür soğutulmuş süte eklenir, kaplara konulur ve 42°C'de 4-5 saat mayalandırılır. Yoğurt bakterileri mayalanma sırasında süt şekerinden laktoz üretmektedir. Üretilen laktik asit seviyesine göre pH değerinde düşüş olmaktadır. pH değeri 4.6 civarına geldiğinde süt pıhtılaşmaya başlar. Nihai olarak mayalanma sürecini yavaşlatabilmek için yoğurt 4°C-10°C'ye kadar soğutulur (Yıldırım 2016). Yoğurt sıcaklığını düşürmenin amacı, yoğurttaki bakteri üremesini sınırlamak ve yoğurdun asitlik artışını engelleyerek bundan kaynaklanabilecek sorunları önlemektir (Güneş Teberdar 2007). Pıhtısı kırılmamış (set tipi) yoğurt, inkübasyona satış ambalajında girmekte ve ambalajında soğutulmaktadır. Pıhtısı kırılmamış yoğurt sade olabileceği gibi meyveli veya aromalı da olabilir (Walstra vd. 1999).

En popüler yoğurt tipinden biri olan pıhtısı kırılmış (stirred tipi) yoğurt ise tanklarda inkübe edilir ve soğutulur. Aroma ve meyve ilavesi paketlemeden önce yoğurda karıştırılır ve daha sonra yoğurt paketlenir (Walstra vd. 1999).

2.7 Yoğurdun Besin Değeri ve Sağlık Açısından Faydaları

Yoğurt besin açısından oldukça zengin bir gıdadır. Önemli besinlerin iyi bir kompozisyonu olması, erişilebilir, kolayca sindirilebilen ve lezzetli bir gıda olması sebebiyle günlük diyetlerde yer alır (Marette ve Picard-Deland 2014).

Yoğurdun besin bileşimi, genetik ve beslenme faktörleri, hayvanın yaşı, laktasyon evresi ve çevresel faktörler gibi pek çok etkene göre değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte sütün yoğurda işlenmesinde maruz kaldığı sıcaklık seviyesi ısıya maruz kalma süresi ve depolama koşulları gibi birçok faktör de besin değerini etkilemektedir (Banerjee vd. 2017).

Sütle kıyaslandığında yoğurt, kalsiyum, fosfor, potasyum, riboflavin, niasin, B6 vitamini gibi B-vitaminlerinin mükemmel bir besin kaynağıdır. Yoğurdun besin değeri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Yoğurdun besin değeri (Banerjee vd. 2017)

Bileşenler	Besin	100 g	1 Su Bardağı (245gr)
Temel Bileşenler	Su (g)	87.90	215.35
	Enerji (Kcal)	61	149
	Protein (g)	3.47	8.50
	Toplam lipit (g)	3.25	7.96
	Karbonhidrat (g)	4.66	11.42
Mineraller	Kalsiyum (mg)	121	296
	Magnezyum (mg)	12	29
	Fosfor (mg)	95	233
	Potasyum (mg)	155	380
	Çinko (mg)	0.59	1.45
Vitaminler	Riboflavin (mg)	0.14	0.35
	B12 Vitamini (µg)	0.37	0.91
	A Vitamini (IU)	99	243
	D Vitamini (IU)	2	5

Son zamanlarda yapılan çalışmalar yoğurt tüketiminin vücut ağırlığının düzenlenmesi ve kardiyovasküler sağlığın yanı sıra kemik sağlığı için faydalı bir rolü olabileceğini göstermektedir (Marette ve Picard-Deland 2014).

Bağışıklık sisteminin güçlü olması enfeksiyon, gastrointestinal bozukluklar, kanser, astım ve alerji gibi hastalıklara karşı vücudu savunmada önemli katkıda bulunur. Vücudun en önemli bağışıklık organlarından biri olan bağırsağın probiyotiklerce zengin olması bağışıklık sisteminin yabancı gıdalara karşı tepki

oluşturmasını sağlar. Farklı çalışmalar yoğurdun, kanser, gastrointestinal bozukluklar ve alerjik semptomların görülme sıklığının azalmasına sebep olan sitokin üretimini ve fagositik aktiviteyi artırabileceğini ortaya koymuştur (Banerjee vd. 2017).

Ayrıca yoğurdun kalsiyum içeriğinin yüksek olması çocukların kemik yapılarının gelişmesinde önemli rol oynamakta ve süt şekeri laktozu tolere etmekte zorlanan ve alerjisi olanlar için alternatif bir besin olarak değerlendirilmektedir (Özden 2009).

2.8 Meyveli Yoğurt

Meyveli yoğurt, dünyada en çok talep gören yoğurt çeşitleri arasında yer almaktadır. Yeni yoğurt ürünleri çeşitli meyve formları ile zenginleştirilerek üretilmekte ve bu sayede hem meyvede hem yoğurtta bulunan besin öğelerinden faydalanılarak yeni fonksiyonel ürünler ortaya çıkartılmaktadır (Peker 2012).

Meyvelerin kimyasal bileşiminde bulunun vitamin ve çeşitli mineral maddeler her yaş grubunun alması gereken çok önemli bileşenler olup insan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Açıkgözoğlu 2008). Meyveli yoğurt tüketimiyle yoğurt ve meyvenin sahip olduğu besin öğelerinden aynı anda yararlanılabilmektedir. (Çakmakçı vd. 1997, Açıkgözoğlu 2008). Meyveli yoğurt üretmek için taze meyve kullanımı dışında kurutulmuş, konsantre ilaveli, tutsülenmiş, meyve parçacıklı, dondurulmuş, meyve suyu, pekmez, reçel, marmelat veya konserve ilave edilmiş farklı özelliklere sahip yoğurtlar üretilmeye başlanmıştır. Farklı meyveler ve meyve formları ilavesi ile elde edilen yoğurtlara ilişkin bazı çalışmalar Çizelge 2.3’de verilmektedir.

Çizelge 2.3 Farklı meyveler ve meyve formları ilavesi ile elde edilen yoğurtlara ilişkin bazı çalışmalar

Eklenen Meyve	Değerlendirme	Kaynak
Hurma lifi	Hurma lifi ile zenginleştirilen daha sıkı dokuya ve daha koyu renge sahip olduğu ekşilik, tatlılık, sertlik, pürüzsüzlük açısından genel kabul oranlarına sahip olduğu ve sağlık açısından faydalı olabileceği belirtilmiştir.	Hashim vd. 2009
Açai posası	Açai posası ilavesi probiyotik yoğurtta tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içeriğini arttırmış ve <i>B. animalis</i> ssp. <i>lactis</i> bazı suşları yağsız sütün fermentasyonu sırasında α -linolenik ve konjuge linoleik asit üretimini arttırmıştır.	Espírito-Santo vd. 2010
Üzüm çekirdeği ekstraktı	İki farklı üzüm çekirdeği ekstraktı tam yağlı ve yağsız yoğurda eklenmiş ve eklenen değerle orantılı olacak şekilde polifenol içeriğinin artırıldığı ifade edilmiştir.	Chouchouli vd. 2013

Son yıllarda gıda ve sağlık alanında yapılan araştırmalar neticesinde temel besin değerinin üzerinde tanımlanmış bir veya birden fazla vücut fonksiyonunu destekleyen fonksiyonel gıda tanımı ortaya çıkmıştır. Probiyotik bakteri içeren ve fermente süt ürünü olan yoğurt, fonksiyonel gıdalara yönelik yapılan çalışmalarda yer almaktadır.

Akram (2018) esmer pirinci (GBR) çimlendirilmesi sonucu elde ettiği ham ekstraktları kullanarak merkezi sinir sisteminde aktif rol oynamasıyla bilinen γ -aminobütirik asit içeriği yüksek fonksiyonel yoğurt üretmeyi amaçlamıştır. Çimlenme süresinin artmasıyla birlikte γ -aminobütirik asit miktarının önemli oranda arttığı ve 84 saatlik çimlendirmeye birlikte başlangıçtaki miktardan yaklaşık 14 kat artış yaşandığı belirtilmiştir. Çalışmada, GBR'ın toplam antioksidan kapasitesinin çimlendirmenin ilk 12 saatinde düşüş gösterdiği, 84 saatlik çimlendirmenin sonuna kadar ise ufak değişikliklerle arttığı rapor edilmiştir.

Gökçurak (2022) tarafından *Spirulina platensis* içeriğinde bulunan fikosiyanın (mavi renkli protein pigmenti) yüksek antioksidan ihtiva etmesinin gıdaların fonksiyonelliğini arttırabileceği teziyle bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada katkısız kontrol yoğurdu, *Spirulina platensis* tozu katkılı yoğurt ve *Spirulina platensis* ten ekstraksiyon yoluyla elde edilen fikosiyanın ilave edilmek suretiyle fonksiyonel yoğurtlar elde edilmek suretiyle çeşitli analizler yapılmış, yoğurtlar örnekleri ve depolama süresinde gerçekleşen değişimler kayıt altına alınmıştır. Sonuçlar, *Spirulina platensis* ve fikosiyanın katkılarının yoğurtların kuru madde ve su tutma kapasitelerini artırarak yoğurdun kalite özelliğini olumlu yönde etkilediğini, antioksidan aktivite değerlerinin ise kontrol yoğurduna göre oldukça yüksek olduğunu göstermiştir.

Başka bir çalışmada portakal kabuğu püresi ve probiyotik bakteri eklenerek fonksiyonel yoğurtlar üretilerek fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri depolama süresince belirlenmiştir. Çalışma, % 1 oranında portakal kabuğu ve *L. acidophilus* LA-5 içeren yoğurt örneklerinin tat, kabul edilebilirlik ve fonksiyonel özellikleri açısından en uygun örnek olduğunu ortaya koymuştur (Günüç 2023)

2.9 Aronanın Süt Ürünlerinde Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar

Çatalkaya (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada % 1 oranında pulp ve % 10 oranında parçalanmış aronya meyvesi tam yağlı inek sütü kullanarak üretilen sade yoğurt içerisine eklenerek yoğurtlardaki antosiyaninlerin *in vitro* ortamında

biyoyararlılığı ve antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Pulp ve parçalanmış meyvelerin eklenmesi işlemi inkübasyon öncesi süte veya inkübasyon sonrası sade yoğurt örneklerine direkt olarak eklenmiştir. Parçalanmış meyve, meyve suyu ve pulp ekstraktlarında en fazla siyanidin-3-galaktozidin antosiyaninin belirlendiği toplam antosiyanin miktarının sırasıyla % 70, % 60 ve % 66 oranında olduğu rapor edilmiştir. Meyve parçası eklenmiş yoğurt en yüksek toplam antosiyanin içeriği, toplam fenol ve antioksidan aktivitesi göstermiştir. Pulp ve parçalanmış meyveli yoğurtlarının antosiyanin içeriğinin fermentasyondan sonra eklenmiş yoğurt örneklerinde önce eklenenlere kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Toplam fenolik bileşen açısından ele alındığında ise aronya meyvesinin fermentasyondan önce veya sonra ilave edilmesinden bağımsız olarak örneklerin depolama süresinin 1. ve 8. günü arasındaki farkın önemli olmadığı bulgulanmıştır.

Nguyen ve Hwang (2016) % 1, % 2 ve % 3 oranlarında aronya suyu eklenmiş ve 37 °C’de 24 saat % 0.4 kefir starter kültürü de kullanılarak ile fermente edilmiş yoğurtların kalite özelliklerini ve antioksidan aktivitelerini inkübasyonun belirli saatlerinde araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada aronyalı yoğurtların antioksidan aktivitesinin kontrol yoğurduna göre büyük ölçüde yüksek olduğu, ilave edilen meyve suyu oranı arttıkça antioksidan aktivitenin de arttığını ve % 2 oranında aronya suyu içeren yoğurdun en iyi tada sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Bir başka çalışmada aronya konsantrasyonları (% 0.5, % 1.0, % 1.5 ve % 2.0) ilave edilen market sütü, yoğurt ve kefirin duyusal niteliklerinin incelendiği çalışmada; yoğurtlar hazır karışık starter kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*) ile yağsız süttozu (% 4), pektin (% 0.2), şeker (% 1.5) ve aronya tozu eklemek suretiyle üretilmiş kefir ve sütler ise hazır şekilde temin edilerek aronya tozu ilavesi gerçekleştirilmiştir. Nihai ürünler 5 farklı duyusal özellik (tat, renk, lezzet, doku ve genel kabul edilebilirlik) bakımından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kontrol grubuna kıyasla farklı oranlarda aronya tozu içeren market sütlerinin renk hariç tat, aroma, doku ve genel kabul edilebilirlik skorlarının aynı veya daha düşük değerler aldığı görülmüştür. Kefir ve yoğurtlar

arasında renk ve lezzet açısından istatistiksel bir farklılık tespit edilmediği, % 1 oranında aronya tozu eklenerek üretilen yoğurt örnekleri ile aronya tozu ilaveli kefir örneklerinin en yüksek puanları aldıkları gözlemlenmiştir (Kim vd. 2019).

Bulgaru vd. (2022) yaptıkları bir çalışmada % 50 keçi % 50 inek sütü kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerine aronya, ahududu ve çilek ekleyerek örneklerin muhafaza sürelerinin 1., 5., 10. ve 15. günlerinde fiziko kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Aronya eklenmiş yoğurt örneklerinin 66.03 mg/100g ile en yüksek antosiyanin, 268.97 mg GAE ile en yüksek polifenol içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Esatbeyoğlu vd. (2023) aronya suyu ve püresi kullanılarak üretilen fermente edilmemiş su kefiri ile fermente edilmiş su kefiri içeceğini kimyasal, fiziksel ve duyu kalite açısından karşılaştırmak ve su kefiri üzerinde püre kullanımını değerlendirmek üzere bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Aronya suyu ile yapılan su kefiri ile karşılaştırıldığında, fermantasyon işlemi sırasında (0-72 saat) aronya posası ile yapılan örneklerde toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve toplam antosiyanin içeriğinde daha az azalma gözlenmiştir. Benzer şekilde, aronya püresi ile yapılan su kefirinde meyve suyuna göre daha fazla antioksidan aktivite gösterilmiştir. Duyusal değerlendirmeye göre, fermantasyondan önce ve sonra aronya posası ile yapılan su kefirinin genel kabul edilebilirliği, tadı, aroması/kokusu ve bulanıklığı açısından bir fark bulunmamıştır.

2.10 Gıdalarda Kurutma

Kurutma, gıdanın içerisinde bulunan uzaklaştırılarak uzun süre uygun koşullarda muhafaza edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir işlemdir. Gıdaların ihtiva ettikleri suyun en az seviyeye indirilmesi sonucunda gıdalarda meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri de baskılanarak gıdaların muhafazası sağlanmaktadır (Kaya Mert 2021). Kurutmanın farklı muhafaza yöntemlerine kıyasla taşıma, depolama ve paketleme maliyetinin daha düşük olması, ürünlerin uzun müddet korunabilmesi, kurutulan ürünlerin besin içeriği bakımından daha yoğun olması gibi özellikler açısından üstünlüğü vardır.

Ürünlerden nemin uzaklaştırılması olarak tanımlanan kurutma işlemi, iletim (kondüksiyon), ısınım (radyasyon) ve taşınım (konveksiyon) teknikleri vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Geçmişten günümüze kullanımı süregelen gölgede ve güneşte kurutma, konvektif kurutma, sprey kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma, kızılötesi kurutma, ozmotik kurutma, köpük kurutma, hibrit kurutma ve elektro hidrodinamik kurutma gibi birçok kurutma yöntemi tanımlanmıştır (Günaydın vd. 2021).

2.10.1 Konvensiyonel kurutma

Güneşte kurutmaya alternatif olarak, konvensiyonel kurutma (sıcak hava ile kurutma) geliştirilmiş bir yöntem olup yatırımın düşük maliyetli olması ve kullanım kolaylığı sunması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Çetin 2019). Konvektif kurutma yöntemi özellikle bağıl nemin yüksek olduğu alanlarda kurutma süresini önemli ölçüde artırır. Kurutucu hava sıcaklığının artmasıyla kurutma süresi azalmakta ancak ürünlerin kabuklarında sertleşme büzüşme ya da esmerleşme gibi birtakım deformasyonlar meydana gelmektedir. Düşük sıcaklıklarda ürünlerin sıcak havaya uzun süre maruz kalması lipid oksidasyonuna sebep olmaktadır. Ancak, konveksiyonel kurutma yönteminde; kuruma süresinin artmasıyla birlikte enerji tüketiminin artması, ürünlerde rehidrasyon kapasitesinin azalması, materyallerin biyokimyasal ve fiziksel özelliklerinde ciddi kayıpların olması gibi olumsuz taraflar bulunmaktadır (Karam 2006). Bu olumsuzlukları bertaraf edebilmek adına konvektif kurutma yöntemi ile mikrodalga, dondurma, ozmotik dehidrasyon, ultrases ve vakum kombinasyonlarını bir araya getiren kurutma yöntemleri geliştirilmiştir. Farklı yöntemleri bir araya getiren hibrit kurutma yöntemleri hem enerji tüketimi ve kurutma süresi hem de besin kalitesi açısından fayda sağlamaktadır (Adeleye vd. 2020).

2.10.2 Dondurarak kurutma

Dondurarak kurutma olarak da bilinen liyofilizasyon, yüksek kalitede kuru ürün üretmek için en ideal tekniklerden biridir. Bu yöntem, hem düşük işleme sıcaklığı (2 ila 10 C) hem de bozulma reaksiyonlarını en aza indiren işleme sırasında hava

oksijeninin neredeyse hiç olmaması nedeniyle ürün kalitesini (renk, şekil, aroma ve besin değeri) diğer kurutma yöntemlerinden daha fazla koruma kabiliyetiyle bilinir (Karam vd. 2016).

Liyofilizasyon (dondurarak kurutma) işlemi, ürünlerin tekstürel yapısını, besin ve renk içeriğini önemli ölçüde korurken, aroma ve tat kayıplarını da minimumda tutmaktadır. Bu nedenle, aronya meyvesinin fonksiyonel özelliklerinin koruyabilmek amacıyla liyofilizasyon teknolojisi kullanılmıştır.

Liyofilizasyon teknolojisi kullanılan örneklerde toplam flavonoidler, flavonlar, kateşinler fenolikler ve flavonoller gibi biyoaktif bileşiklerin kaybının ihmal edilebilir düzeyde olduğu bulunmuştur (Zainol vd. 2009). Bazı araştırmacılar ürünün birincil düzeyinin türüne (yaban mersini, ahududu, Alpinia Zerumbet (zencefil) ve üretim sistemine bağlı olmakla birlikte toplam fenolik ve antosiyanin konsantrasyonlarında sırasıyla % 17-52 ve % 7-26 oranında bir artış olduğunu rapor etmişlerdir (Chan vd. 2009, Sablani vd. 2011).

2.11 Gıda Endüstrisinde Enkapsülasyon

Enkapsülasyon, çeşitli amaçlarla sıvı, katı veya gaz halinde bulunan materyallerin koruyucu bir tabaka ya da kaplama malzemeleriyle kaplanması işlemleridir (Madene vd. 2006). Mikro ve nano kapsülleme olarak da bilinen enkapsülasyon işlemi 1950 yıllarında başlamış ve günümüzde de vitamin, antioksidan, mineral ve biyoaktif bileşik içeren yeni ürünler üretme amacıyla da yararlanılmaktadır (Sanguansri ve Augustin 2010). Kapsüllenmiş madde sıvı, katı veya gaz halinde olabilir ve çekirdek, aktif madde veya iç faz olarak adlandırılırken, kapsülleyici madde genellikle kaplama, zar, duvar malzemesi veya kabuk olarak adlandırılır (Tolve vd. 2016).

Bu teknik farklı kaplama malzemeleri kullanılarak elde edilir. Kapsüllenmiş bileşenler arasında antioksidanlar, lipitler, tatlandırıcılar, pigmentler, vitaminler ve probiyotikler bulunur. Enkapsülasyon için kullanılan kaplama malzemesi, çekirdekte yapışkan bir film oluşturabilen, bunu stabilize edebilen ve kapsüllere

dayanıklılık sağlayabilen inert bir malzeme olmalıdır. Böylece çekirdek malzeme ile reaksiyona girmeyecek, ürüne özel bir tat sağlamayan, geçirimsiz ve çekirdeği belirli bir zaman ve yerde serbest bırakma kabiliyetine sahip olacaktır (Choudhury vd. 2021).

Enkapsülasyon işleminin gıda endüstrisinde birçok farklı amacı vardır. Genellikle, gıda maddelerinin korunması için kullanılan kapsülleme işlemi, istenmeyen tat, renk ve koku oluşumunu engellemek, çevresel faktörler ve işleme koşullarına karşı stabiliteyi artırmak, gıdaların raf ömrünü uzatmak, besin bileşenlerinin biyoyararlılığını artırmak, depolama ve taşıma süreçlerini iyileştirmek ve biyoaktif bileşenlerin korunmasını sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılır (Tontul 2019). Kapsülleme araştırmalarının temel hedefi, biyoaktif bileşenlerin oksijen, radyasyon, ışık, nem ve olumsuz pH değeri gibi çeşitli stres faktörlerinden korunmasını sağlamak ve bu aktif maddelerin gıda matrislerinden uygun yerde, zamanda ve miktarda kontrollü salınımını yönetmektir. Bu süreçler, besin maddelerinin toksisitesini azaltmak ve biyoyararlanımını artırmak için ürün kullanımını iyileştirmeyi amaçlar. Buradaki asıl hedef, ürünlerin raf ömrünü uzatmak ve ortaya çıkmış olan mühendislik ürününün genel kabul edilebilirliğini artırmaktır (Timilsena vd. 2020). Enkapsülasyon, bileşenlerin stabilitesini artırırken, tat ve aroma kalitesini de iyileştirir. Ayrıca, mikroorganizma gelişimini engelleyerek gıda güvenliğini artırır (Choudhury vd. 2021).

Enkapsülasyon, gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknoloji, gıdaların raf ömrünü uzatabilir, aroma ve tat kalitesiyle besin değerini ve işlem sırasındaki kararlılığını artırabilir.

Mikroenkapsülasyon, ilaç, tarım ve kozmetik sektörlerinde de kullanılmaktadır. Bu teknoloji, besin maddelerini belirli zamanlarda ve belirli koşullar altında kontrollü salınım sağlayarak koruyucu bir duvar oluşturur. Bu yöntemle, hassas ve maliyetli besin maddelerinin korunması mümkün olmaktadır (Timilsena vd. 2020).

Enkapsülasyon için kullanılan teknikler arasında sprey soğutma, akışkan yataklı kaplama, ekstrüzyon, dondurarak kurutma ve pıhtılaşma gibi yöntemler bulunur.

Bu yöntemlerle farklı tipte kapsüller üretilmekte olup kapsül özellikleri, kaplama malzemesine ve yönteme bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

2.11.1 Gıda endüstrisinde enkapsülasyon çalışmaları

Peker ve Arslan (2011) tarafından yapılan bir çalışmada istenilen özelliklere sahip peynirlerde tat ve aroma gelişimi için, bir substratın enkapsülenmesine yönelik bir yöntem geliştirilmiş ve uygulamada sıklıkla kullanılır olmuştur. Bu yöntemde süte pıhtılaşmasından önce mikrokapsüller, eklenir, böylece peynirin olgunlaşması sırasında kapsüllerde tat ve aromayı oluşturuvcu ürünlerin içerisinde oluşmasını sağlanması beklenmektedir. Beyaz peynir ile bu doğrultuda yapılan araştırma, probiyotik kültür olarak *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 suşları kapsüllenenek kullanılmış ve doğal haliyle kullanılan kültür sayısının enkapsüllü kültürlerle göre daha kısa sürede azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca enkapsüle kültür içeren peynirlerde asetaldehit ve diasetil gibi tat ve aroma bileşenlerinin daha yoğun olduğu tespit edilmiştir (Peker ve Arslan 2011).

Dölek (2012) ise yaban mersini ekstraktının mikrokapsüllenmesinin dondurmada ve *in-vitro* koşullarda antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla araştırma gerçekleştirmiştir. K-karragenan ve gellan ile kapsüllenen yaban mersini ekstraktı ile üretilen dondurma örneklerinde toplam fenolik bileşen, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerlerini etkilendiği gözlemlenmiştir. Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların toplam fenolik madde miktar, kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından daha düşük olmuştur. Bu durum mikrokapsülasyon işleminin yaban mersini ekstraktındaki fenolik bileşikler dondurma üretimi sırasında koruduğunu göstermektedir.

Ultrasonik (titreşimli) nozul kullanılan bir çalışmada ise, maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) meyve tozu ve püskürtülerek (ultrasonik nozul ve klasik nozul) ve dondurarak kurutma yöntemleri ile elde edilen mikrokapsül örneklerin kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Araştırma neticesinde, biyoaktif bileşenler açısından ultrasonik nozul mikrokapsül örneği ile dondurarak kurutulmuş örnekler arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmadığı bulgulanmıştır. Belirli koşullar altında üç ay depolanan toz ve mikrokapsül örnekleri biyoaktif bileşen açısından kıyaslandığında tozlarda daha fazla kayıp gözlemlenmiştir. Çalışmanın son bölümünde dondurma ve keklere toz ve mikrokapsül örnekleri eklenerek fenolik ve antosiyanin tutulumu araştırılmıştır. Dondurmaya eklenen ultrasonik nozul örnekleri, liyofilize edilenlerle benzer ($P>0.05$) fenolik tutunma oranı gösterirken pişirme sonrası kek içerisindeki ultrasonik nozul mikrokapsülleri en fazla antosiyanin tutunma oranına (% 79.35) sahip olmuştur. Çalışma neticesinde ultrasonik nozul ve mikroenkapsüle etme işleminin klasik nozula göre daha verimli olduğu ve meyvedeki biyoaktif bileşenleri daha fazla koruduğu rapor edilmiştir (Tatar Turan 2017).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Aronya meyvesi

“Yalova Aronyası” adıyla coğrafi işarete sahip olan aronya meyvesi T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yalova İl Tarım Müdürlüğünden temin edilmiştir.



Şekil 3.1 Aronya Meyvesi

3.1.2 Çiğ süt

Çalışmada kullanılan inek sütü Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesi çiftliğinden tedarik edilmiştir.

3.1.3 Ticari starter kültür

Chr Hansen-Peyma firmasının YF-L901 kodlu *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* suşlarını içeren ticari toz kültür kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Aronya meyvesinin püre, liyofilize ve enkapsüle şeklinde eldesi

3.2.1.1 Aronya püresi eldesi

20 gram taze aronya meyvesi yüzey kirlerinden arındırılmak için 60°C’de sıcak su ile 2 dk boyunca yıkanmış ve 200 ml saf su ile laboratuvar tipi bir parçalayıcı (Waring Commercial Laboratory Blender, Amerika) kullanılarak 30 saniye süreyle muamele edilmiştir.

3.2.1.2 Liyofilize aronya tozu eldesi

Püre haline getirilen aronya meyveleri 0.5 mBar vakum basınçta ve -58 °C’de 24 saat liyofilizasyon (Christ, Alpha 1-2 LDplus, Germany) işlemi gerçekleştirilmiştir. Akabinde öğütülerek toz haline getirilmiş ve üretim aşamasına kadar -18 °C’de bekletilmiştir.



Şekil 3.2 Aronya meyvesi liyofilizasyon işlemi



Şekil 3.3 Toz aronya meyvesi

3.2.1.3 Enkapsüle aronya meyvesi eldesi

Sulu bir meyve olan aronya tartım hatalarını bertaraf etmek amacıyla önce liyofilize edilmiş (0.5 mBar vakum basıçta -58 ° C’de 24 saat süresince) ardından kaplama malzemesiyle kaplanmıştır. Enkapsülasyon malzemesi olarak, % 8 maltodekstrin (MD, Sigma-Aldrich) ile % 2 gam arabik (GA, Sigma-Aldrich, G 9752) karışımı kullanılmıştır (Çilek vd. 2012). Maltodekstrin materyali hazırlığı için 100 ml saf suyun içine 16 gr maltodekstrin konulup 27 °C’de 1 gece boyunca 150 rpm’de karıştırılmıştır. Gam arabik materyali için ise, 4 gr gam arabic 100 ml suyun içine konulmuş ve 50 ° C’ye ayarlanmış ısıtma özelliği olan manyetik karıştırıcıda tamamen çözülecek şekilde deneyden 2 saat önce hazırlanmıştır (Luca vd.,2013). Çekirdek madde:kaplama maddesi oranı 1:10 (w:w) (1 gr kuru (toz) meyve ile 10 gr kaplama maddesi) olacak şekilde ultraturrax (DIAX 900, Heidolph, Schwabach, Germany) kullanılarak 10.000 rpm’de 5 dakika boyunca karıştırma işlemi yapılmıştır. Enkapsüle işlemi gerçekleşen toz aronya meyvesi petrilere 1 cm kalınlığında yayılmış ve 24 saat boyunca -80 ° C’de donmaya bırakılmış sonrasında da 24 saat dondurmali kurutucuda kullanılarak kuru kapsüller elde edilmiştir.

3.2.2 Yoğurt üretimi

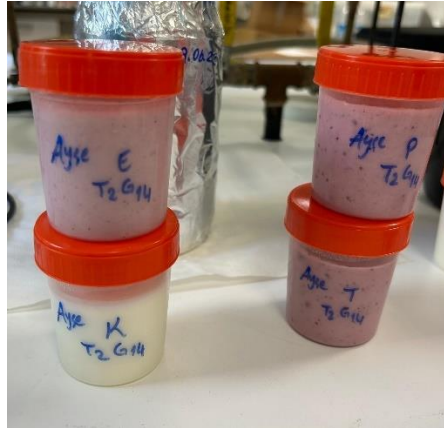
Yoğurt üretiminde Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt İşletmesi çiftliğinden temin edilen çiğ süt, kültür olarak ise *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* suşlarını içeren ticari toz kültür % 2 oranında kullanılmıştır (YF-L901 Chr's Hansen-Peyma (İstanbul). Çiğ süt, süt tozunun daha kolay çözülebilmesi için 45° C’ye ısıtılmış ve % 2 oranında süt tozu eklenerek homojen karışım elde edilene kadar karıştırılmıştır.

Yoğurt üretimi 4 farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir katkı katılmadan yoğurt üretim prosesine göre üretilen kontrol yoğurtlar (K), aronya püresi ilave edilen yoğurtlar (P), liyofilize aronya tozu ilave edilen yoğurtlar (T) ve enkapsüle aronya meyvesi ilave edilen yoğurtlar ise (E) şeklinde kodlanmıştır. Ön denemede set ve stirred tipi yoğurt üretimleri farklı oranlarda toz ve püre aronya ilave edilerek gerçekleştirilmiş ancak dibe çökme, renk farklılığı, yapısal özelliklerinde kötüleşme ve duyuşal olarak değerlendirilmesi sonucunda araştırmadaki oranların

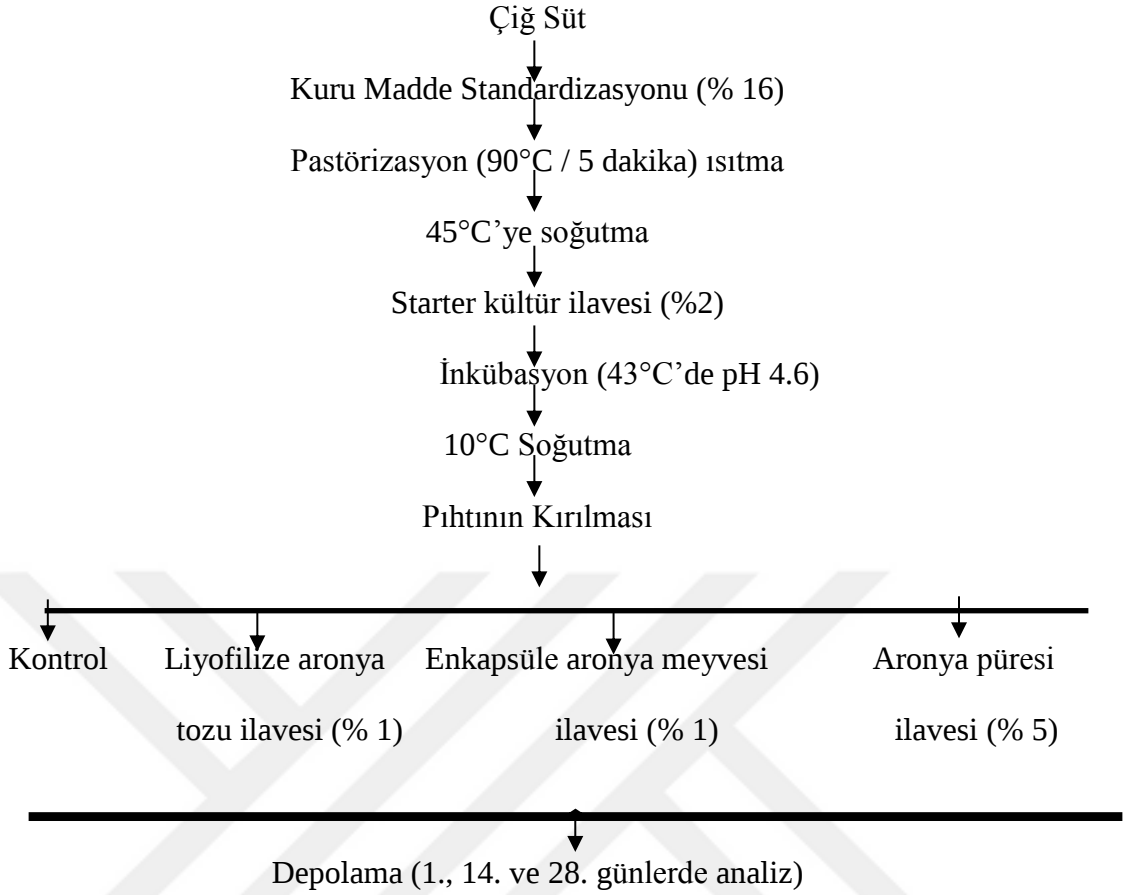
(% 1 liyofilize aronya tozu, % 1 oranında enkapsüle aronya meyvesi ve % 5 oranında aronya püre ilavesi) kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitli formlarda aronya meyvesi ilaveli deneme deseni Çizelge 3.1’de, ön deneme örnekleri şekil 3.4’de ve yoğurt üretimi akış seması şekil 3.5’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1 Aronya meyve konsantresi ilaveli yoğurtların deneme deseni

Kültür	Süt Tozu (%)	Aronya Formu (%)	Örnek Kodu
<i>S. thermophilus</i> / <i>L. delbrueckii</i> <i>subsp. bulgaricus</i> (% 2)	2	Kontrol	K
		Liyofilize aronya tozu	T
		Aronya püresi	P
		Enkapsüle aronya meyvesi	E



Şekil 3.4 Ön deneme örnekleri



Şekil 3.5 Aronya meyvesi ilave edilmiş stirred tipi (pıhtısı kırılmış) yoğurt üretim akış şeması

3.2.3 Çiğ süt analizleri

3.2.3.1 pH değeri tayini

Yoğurtların üretiminde kullanılan çiğ inek sütlerinin pH değerleri, dijital pH metre (MP 225, Mettler-Toledo, Columbus, OH) ile belirlenmiştir.

3.2.3.2 Titrasyon asitliği tayini

Çiğ sütlerde titrasyon asitliği değerleri % laktik asit (LA) cinsinden ifade edilmiştir. Titrasyon asitliği analizi ise alkali titrasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.3 Yağ miktarı tayini

Yağ miktarları, Gerber yöntemi ile 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresi kullanarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

3.2.4 Yoğurtlara uygulanan analizler

3.2.4.1 pH değeri tayini

Yoğurt örneklerinin pH analizleri, bir pH metre (MP 225, Mettler-Toledo, Columbus, OH) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2 Titrasyon asitliği tayini

Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. 1 g yoğurt örneği 9 ml saf su ile karıştırılıp homojen hale getirilmiş daha sonra bu karışıma fenolftalein çözeltisi ilave edilerek ve aronya ilaveli yoğurtlarda pH değeri 8,5-8,6 olana dek kontrol yoğurtlarında ise açık pembe rengi görene dek 0.1 N NaOH kullanılarak titre edilmiştir. Titrasyon asitliği miktarı (%) laktik asit (LA) bakımından hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği} = \frac{V * 0,009 * 2}{m} * 100$$

V: Titrasyon işleminde sarf edilen NaOH miktarı (mL)

m: Örnek miktarı (mL)

3.2.4.3 Su tutma kapasitesi tayini

Ağırlığı bilinen santrifüj tüplerine yoğurt örneklerinden 10 g tartılmıştır. Tüpler 5000 rpm’de 20 dk süresince 4°C’de santrifüj edilmiştir (Sigma3–18K, Sartorius AG, Gottingen, Germany). Ayrılan süpernatant, pipet yardımıyla alınmış ve tartılmıştır. Başlangıç yoğurt miktarına oranından su tutma kapasitesi (%) hesaplanmıştır (Bakırcı 2014).

$$\%Su\ tutma\ kapasitesi = \left[1 - \frac{V1}{V2} \right] * 100$$

V1: santrifüj sonrası süpernatant ağırlığı (ml)

V2: analizde kullanılan yoğurt ağırlığı (g)

3.2.4.4 Yağ miktarı tayini

Bütirometre kadehçisine 10 mL derişik (% 96’lık) sülfürik asit ve sonrasında 11 mL 1:1 oranında saf su ile seyreltilmiş yoğurt örneğini ilave edilmiş üzerine 1 mL amil alkol aktarılmış ve tıpası kapatılıp yavaş bir şekilde karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlanan bütirometreler, gerber santrifüjüne yerleştirilerek 5 dakika 1100 devir/dakika hızda santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işleminin sonu üstte kalan yağ kısmındaki değeri okunarak çıkan sonuç 2 ile çarpılmış ve % yağ miktarı belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.4.5 Protein miktarı tayini

Örneklerin protein tayini Kjeldahl metodu kullanılarak yapıldı. Bu yöntemle göre aronyalı yoğurt örnekleri 10 gram tartılarak distilasyon tüpüne aktarılmıştır. Her bir distilasyon tüpüne 1 mL CuSO₄, 15 g K₂SO₄ ve 5 mL % 98 derişik H₂SO₄ eklenerek yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Daha sonra tüpler yakma ünitesinde, 150 °C’den başlayarak kademeli olacak şekilde 450 °C’ye kadar çıkartılmış ve 4-4.5 saat

yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi tamamlanan tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüpler distilasyon ünitesinin birinci bölümüne yerleştirilmiş ikinci bölümüne ise 5 mL % 4'lük borik asit çözeltisi ve üstüne 2-3 damla karışık indikatör ilave edilen erlen yerleştirilmiş ve cihaz çalıştırılmıştır. Cihazın çalıştırılmasıyla birlikte örnekler üzerine önce 50 mL saf su daha sonra ise 50 mL % 40'lık NaOH otomatik olarak çekilmiş distilasyon işlemi başlamıştır. Distilasyon ünitesinden alınan erlenler yaklaşık 30 saniye kalıcı menekşe mor renk oluşuncaya kadar 0,05 N HCl ile titre edilerek harcanan HCl miktarı kaydedilmiş ve aşağıda yer alan formüle göre % protein değeri hesaplanmıştır (IDF 1993).

$$ToplamAzot = \frac{1.4007 * Nk * V}{m}$$

Nk: 0.05 N HCl çözeltisinin kesin normalitesi

V: Harcanan HCl miktarı, ml

m: Örnek miktarı,g

Toplam azot 6.38 katsayısı ile çarpılıp protein miktarı bulunmuştur.

3.2.4.6 Kurumadde miktarı tayini

Kurutma kapları en az 1 saat öncesinden 105 ° C'lik etüve yerleştirilmiştir. Daha sonra etüvden çıkarılmış ve desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Hassas terazide kabın darası alınmıştır. Darası alınan kurumadde kabına 2-3 g örnek alınmış ve örnek miktarı not edilerek, 95 ° C 'lik etüve yerleştirilmiştir. Son tartım ile son tartımdan bir önceki tartım arasındaki fark sabit olana dek etüvde kurutulmuştur (AOAC 2005). Aşağıdaki formülde ilgili veriler yerine konularak hesaplama yapılmıştır.

$$\%Kuru Madde = \frac{son\ tartım - dara}{örnek\ miktarı} * 100$$

3.2.4.7 Kül miktarı tayini

Kül krozeleri en az 1 saat öncesinden 100⁰ C'lik etüve yerleştirilmiş ve darası alınmıştır. Darası alınan kül krozelerine 1-2 gr örnek alınmış ve örnek miktarı not edilerek, 550⁰ C'lik kül fırınına kül fırınına koyularak gri-beyaz kül görülene kadar yakma işlemi gerçekleştirildi. (AOAC 2005). Aşağıdaki formülde ilgili veriler yerine konularak hesaplama yapılmıştır.

$$\%K\ddot{u}l\ Miktarı = \frac{son\ tartım - dara}{\ddot{o}rnek\ miktarı} * 100$$

3.2.4.8 Renk tayini

Yoğurt örneklerine ait renk özellikleri TCR 200 (Ser-Lab SL 400, Türkiye) renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar L (parlaklık: 100, koyuluk: 0), a (kırmızı: +, yeşil: -), b (sarı: +, mavi: -) parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Öztürkoğlu Budak vd. 2019).

3.2.4.9 Tekstür analizi

Enstrümantal tekstür analizi Joon ve ark. (2017) yöntemi minör değiştirilerek, Texture Analyser TA-Plus (Lloyd Instruments) cihazı ile, 30 kg yük hücresi ve spesifik back ekstrüzyon probu olan back ekstrüzyon testi uygulanmasıyla belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin her biri standarda uygun olacak şekilde 200 g'lık derinliği 5 cm olan plastik kaplara doldurularak örnek sıcaklığı +4°C'de iken analiz yapılmıştır. Gerçekleştirilen back ekstrüzyon testi analizinde baskılama 1 mm.s⁻¹ hızında, 45 mm derinliğindeki 40 mm çapında silindir probun yoğurda daldırılması ile sağlanmıştır.

3.2.4.10 Antioksidan ve fenolik madde içerikleri için ekstraksiyon

Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizlerinde kullanılacak ekstraktları hazırlamak amacıyla 5 g yoğurt numunesi 25 ml % 75 metanol çözeltisi ile karıştırılıp homojenize edildikten sonra 4 °C'de 10 dakika boyunca 7200 rpm'de santrifüj edilmiştir. Son olarak, elde edilen süpernatant Whatman No.1 ile filtre edilerek gerekli analizlerde kullanılmak üzere 4 °C'de saklanmıştır (Öztürk vd. 2018).

3.2.4.11 Toplam fenolik madde miktarı

Yoğurt örneklerin toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak hesaplanmıştır. Ekstrakte edilen örneklerden (süpernatant) 0.1 ml alınarak üzerine 2.3 ml saf su, saf su ile seyreltilmiş (1:5 oranında) 0.15 ml Folin-Ciocalteu ayracı ve 0.3 ml % 35'lik doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek, örnekler 2 saat karanlıkta bekletilmiş ve 725 nm dalga boyundaki spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, 22 Japonya) absorbans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği, gallik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonlarıyla oluşturulmuş absorbans-konsantrasyon standart grafiği kullanılarak hesaplanmıştır (Özdemir 2021). Aşağıda verilen gallik asit eşdeğerlik formülü ile 'y' her bir örnek için hesaplanan absorbans ve 'x' fenolik madde konsantrasyonudur. Gallik asit ile karşılaştırıldığında değerler mg GAE/mL birimi ile elde edilmiştir.

$$y = 0.005740x + 0.040743$$

$$x = \frac{(y - 0.040743)}{0.005740}$$

3.2.4.12 Antioksidan aktivite tayini

Ekstrakte edilen örneklerden (süpernatant) 0.1 ml alınıp üzerine 3.9 ml DPPH çözeltisi eklenmiş ve 30 dakika karanlıkta bekletilerek spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Japonya) 515 nm’de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivitesi, trolox çözeltisini farklı konsantrasyonlarından oluşturulan absorbans- konsantrasyon standart grafiği kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%DPPH = \frac{A(blank) - A(örnek)}{A(blank)} \times 100$$

A(örnek): Örneğin absorbans değeri

A(blank): Saf su absorbans değeri

Antioksidan aktivitesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$y = 17.465x + 0.2188$$

$$x = \frac{y - 0,2188}{17.465}$$

3.2.4.13 Yoğurtlarda uygulanan duyusal analizler

Örnekler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden oluşan 7 kişilik eğitimli panelistler tarafından duyusal analiz testine tabi tutulmuştur. Duyusal değerlendirme için Meilgaard vd. (1999) tarafından önerilen değerlendirme formları kullanılmış ve panelistlerden örnekleri görünüm, yapı-kıvam ve lezzet açısından 10 puanlık hedonik skala (1-10 puan arası) üzerinden değerlendirmeleri talep edilmiştir.

3.2.4.14 İstatistik analizleri

Her iki üretim grubunun birbirleri, aronya meyvesi katılmadan üretilen kontrol örneği ile farklılıkları ve depolama süresince izlenen değişimlere ($P < 0.05$) ilişkin verilerin Minitab16 programında varyans analizlerinin gerçekleştirilmesi sonrasında farklılık görülen grupların belirlenmesi için Tukey çoklu karşılaştırma testinden ($p < 0,05$ düzeyinde) yararlanılmıştır. Tüm çalışma iki tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.



4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Farklı formlarda aronya meyvesinin (liyofilize aronya tozu, aronya püresi, enkapsüle aronya meyvesi) pastörize inek sütünden üretilen yoğurtların depolama süresi boyunca (1., 14. ve 28. günlerinde) fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri ile bazı fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri aşağıda sunulmaktadır.

4.1 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Çiğ İnek Sütünün Kimyasal Özellikleri

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek sütünün bileşim özellikleri (n*=2)

Kimyasal Özellikler	Çiğ İnek Sütü
pH Değeri	6.77±0.01
Titrasyon Asitliği	7.24±0.12
Yağ Miktarı	3.03±0.10
Kuru Madde Miktarı (%)	12.95±0.15
Kül Miktarı (%)	0.75±0.03

*n tekerrür sayısını göstermekte olup Çizelgedaki değerler tekerrür sayısı ortalamasıdır.

4.2 Yoğurdun Kimyasal Özellikleri

4.2.1 pH değeri

Farklı formlarda aronya ilavesinin yoğurtların özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada saptanan pH değerleri Çizelge 4.2'de verilmektedir. Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde gözlenen değişimler şekil 4.1'de

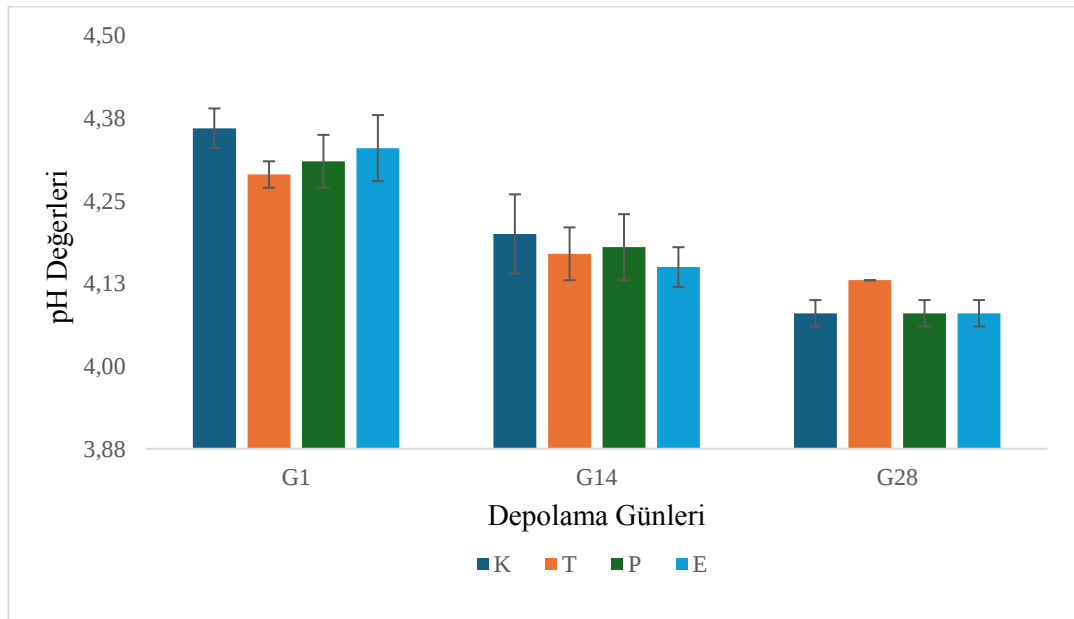
gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerleri

Örnekler	Depolama Süresi		
	1	14	28
K	4.36±0.03 ^A	4.20±0.06 ^{BC}	4.08±0.02 ^D
T	4.29±0.02 ^{AB}	4.17±0.04 ^D	4.13±0.00 ^{CD}
P	4.31±0.04 ^{AB}	4.18±0.05 ^{CD}	4.08±0.02 ^D
E	4.33±0.05 ^{AB}	4.15±0.03 ^{CD}	4.08±0.02 ^D

*Farklı büyük harfler (A,B,C,D) değerler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Farklı formlarda aronya meyve ilavesi yoğurt örneklerini pH değeri bakımından önemli düzeyde etkilemiştir (P<0.05). Yoğurt örneklerinin 1. gün pH değerleri 4.33-4.29 arasında değişirken depolamanın sonunda 4.13-4.08 değerlerine düşmüştür. Aronya meyvesinin asitlik değerinin 3.3-3.7 arasında seyretmesi (Kulling ve Rawel 2008) sonucunda aronya ilaveli yoğurt örneklerinde pH değerinin düştüğü düşünülmektedir. Çalışmamızla benzer şekilde, Cuşmenco ve Bulgaru (2020)'nin keçi sütüne % 10 oranında haşlanmış aronya meyve ekleyerek ürettikleri yoğurtlarda, pH değerinin kontrol grubunda 5.06, aronya meyvesi ilaveli yoğurtlarda 4.65 olduğu rapor edilmiştir.



Şekil 4.1 Yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen pH değerleri

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere depolama ilerledikçe tüm örnek pH değerlerinde benzer oranda bir düşüş izlenmektedir. Bu düşüşün ilave edilen meyvenin asitlik etkisi yanında yoğurt üretimi esnasında kullanılan laktik starter kültür kaynaklı olabileceği de düşünülmektedir (Çiftçi ve Öncül 2021). Fermantasyon esnasında laktik asit bakterileri tarafından salgılanan enzimler ve laktozun fermantasyon sonucu laktik asite dönüşmesi nedeni ile depolama ilerledikçe yoğurt pH değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Guzmán- González vd. 2000, Mahmoudi vd. 2016). Boycheva vd. (2011) meyve suyu ilavesi (yaban mersini ve aronya; 5 g/kg) ile keçi sütünden elde edilen yoğurt örneklerinin kalite özelliklerini araştırdıkları çalışmada; aronya meyve suyu ilaveli yoğurdun laktik asit bakteri sayılarının kontrol grubuna göre % 79.6 oranında daha fazla olduğu ve üretimden 24 saat sonra pH değerinin 4.52’den 4.17’ye düştüğü, 48 saat sonra ise 4.05 pH değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

4.2.2 Titrasyon asitliği (% LA)

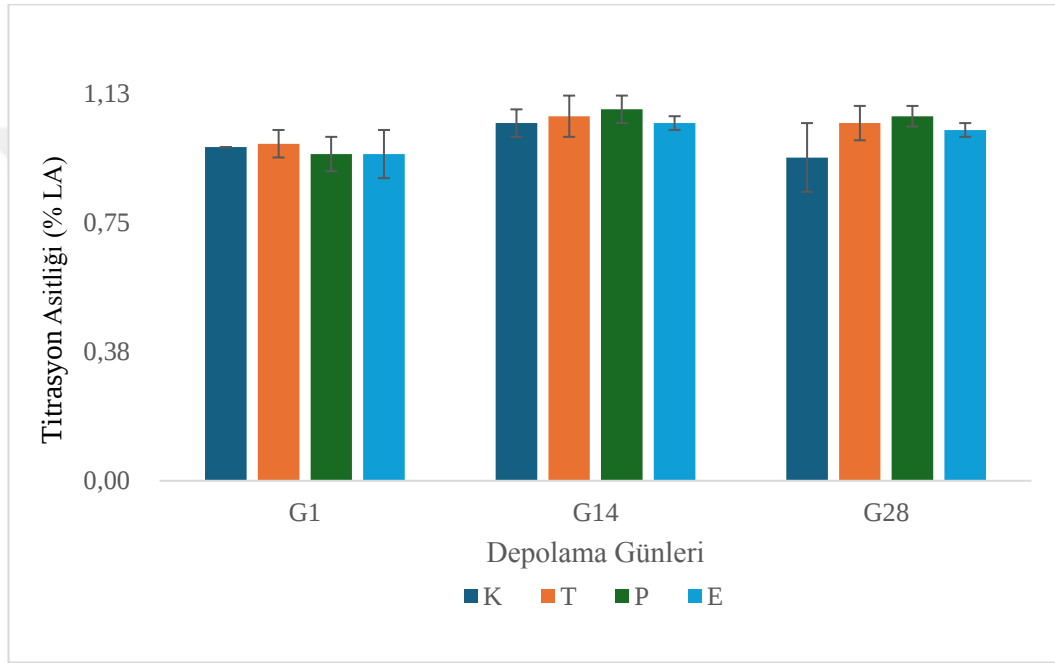
Farklı formlarda aronya meyvesi eklenen yoğurtlarda saptanan titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.3’de ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (% LA) değerleri

Örnekler	Depolama Süresi		
	1	14	28
K	0.97±0.04 ^b	1.04±0.04 ^a	0.94±0.10 ^{ab}
T	0.98±0.04	1.06±0.06	1.04±0.05
P	0.95±0.05	1.08±0.04	1.06±0.03
E	0.95±0.07	1.04±0.02	1.02±0.02

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Farklı formlarda aronya ilave edilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değeri üzerinde önemli düzeyde etkisi bulunmazken, depolama süresinin asitlik değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Çizelge 4.3'e göre yoğurt örneklerinin tamamında depolamanın 1. ve 14. günleri arasındaki fark önemliyken 28. günde bu farkın önemini kaybettiği görülmektedir. Depolamanın 14. gününde kontrol örneğine kıyasla tüm örnekler daha yüksek titre edilebilir asitlik oranını vermektedir.



Şekil 4.2 Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri

Çalışmamızla paralellik gösterecek şekilde, Nguyen ve Hwang (2016) % 5 şeker ve farklı oranlarda (% 1, % 2 ve % 3) aronya meyve suyu ilavesiyle ürettikleri yoğurt örneklerinin kimyasal ve antioksidan aktivite üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, inkübasyonun 24. saatinde yoğurtların titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla % 1.01, % 1.08, % 1.13 ve % 1.16 olarak bulmuşlardır.

Asitlik değeri aronya meyvesiyle benzerlik gösteren kıvılcık meyvesinin farklı oranlarda (% 5, % 10, % 15) yoğurda eklenmesi sonucu elde edilen örneklerin biyokimyasal özelliklerinin araştırıldığı çalışmada depolama günleri ve yoğurt örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Yoğurtlara eklenen kıvılcık oranının artmasıyla birlikte titrasyon asitliğinin de arttığı rapor edilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. günde titrasyon asitliği oranı meyve katım oranlarına göre (% 5, % 10, % 15) sırasıyla % 1.187, % 1.346 ve % 1.460 oranlarındayken depolamanın 7. ve 21. günlerinde titrasyon asitliği oranlarının arttığı tespit edilmiştir (Mutlu 2022).

Araştırmada elde edilen bulgulara göre aronya meyvesine özgü asitlik derecesinin yüksek (Kulling ve Rawel 2008) olmasının aronya ilaveli yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin kontrol yoğurduna kıyasla daha yüksek olmasına sebep olduğu görülmüştür. Bunun yanında farklı aronya meyvesi formlarının kullanılmasının yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir.

4.2.3 Su tutma kapasitesi

Üretilen aronya ilaveli yoğurtlarda depolama süresince izlenen su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.4’de ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca belirlenen su tutma kapasitesi değerleri (%)

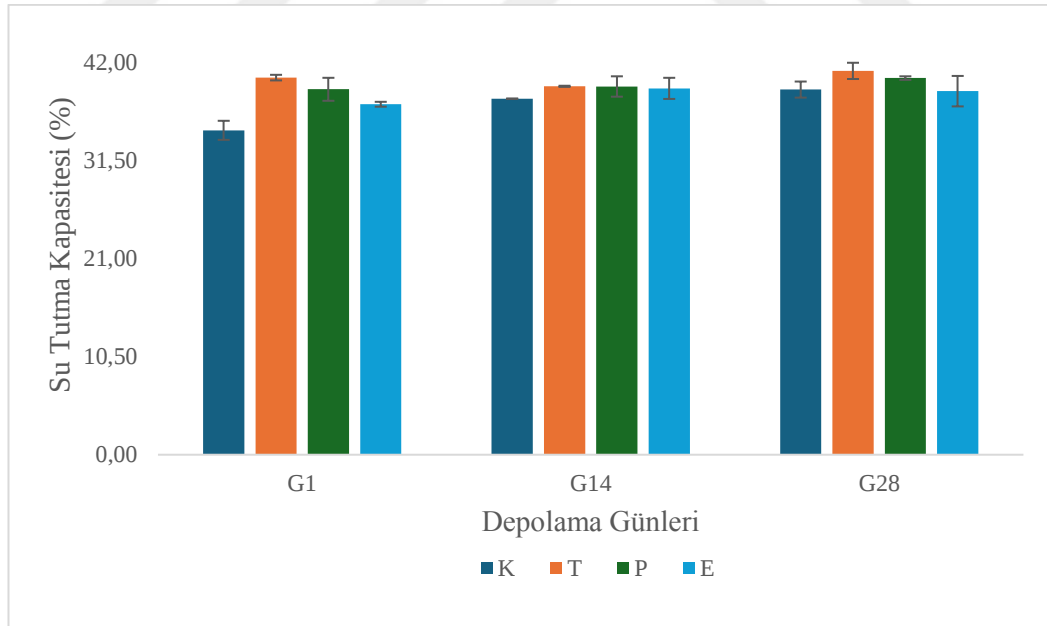
Örnekler	Depolama Süresi		
	1	14	28
K	34.71±1.02 ^{Bb}	38.09±0.03 ^{Bab}	39.07±0.86 ^{Ba}
T	40.35±0.30 ^{Ab}	39.42±0.06 ^{Aab}	41.07±0.87 ^{Aa}
P	39.10±1.23 ^{Ab}	39.40±1.09 ^{Aab}	40.30±0.19 ^{Aa}
E	37.50±0.26 ^{ABb}	39.20±1.13 ^{ABab}	38.09±1.63 ^{ABa}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05). *Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B) örnekler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerinin ilerleyen zamana göre daha düşük olduğu, depolama süresi arttıkça yoğurtların su

tutma kapasitelerinin arttığı, depolama sonunda ise % 41.07-38.9 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamız sonucunda su tutma kapasitesi bakımından enkapsüle aronya meyvesi (E) eklenen yoğurt örnekleriyle kontrol örneğinin benzer olduğu görülmektedir. Enkapsülasyon işlemi kapsüle alınan materyali fiziksel ve kimyasal etkilerden korumak ve bileşenlerin biyoaktivitesinin devamlılığını sağlamak için uygulanmaktadır (Açu vd. 2013).

Cerdá-Bernad vd. (2023) aljinat bazlı mikrokapsüllenmiş safran çiçek yan ürünleri özlerinin (0.5 g/100 g, 1 g/100 g) ve/veya safran stigma özlerinin (0.05 g/100 g, 0,1 g/100 g) yoğurtlara eklenmesinin sonuçlarını depolamanın 0., 7., 14. ve 21. günlerinde fiziko-kimyasal özellikler, antioksidan kapasite, toplam fenolik içerik, mikrobiyolojik analiz, renk ve organik asitler bakımından değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda enkapsüle safran özütü ilaveli yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri kontrol örnekten önemli düzeyde farklı bulunmamıştır. Bu sonuç bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.



Şekil 4.3 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerleri

Bununla birlikte liyofilize aronya tozu (T) ve aronya püresi (P) ilave edilen yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesinin kontrol ve enkapsüle aronya meyveli (E) yoğurt örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4).

Ayar vd. (2005) havuç, trabzon hurması, muşmula, kızılıçık ve kuşburnu kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerinde kimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerini araştırdıkları çalışmada su tutma kapasitesi en yüksek örneğin %10 oranında kara hurma katkılı yoğurt örneği olduğunu raporlamıştır.

Benzer şekilde maka turpu (*Lepidium meyenii*) tozu ve propolis (% 5 (w/w) maka turpu, % 0.05 (w/w) propolis, % 5 (w/w) maka turpu ve % 0.05 (w/w) propolis) eklenerek üretilen yoğurt örneklerinde pH, sinerezis ve su tutma kapasitesi gibi fizikokimyasal özelliklerin 1. ve 7. günde incelendiği çalışmada su tutma kapasitesinin tüm yoğurt örneklerinde artış gösterdiği rapor edilmiştir (Omurtag Korkmaz 2020).

Çalışmamızla paralellik gösterecek şekilde katılan meyvelerin kuru maddeyi ve pektin oranını arttırması sonucu su tutma kapasitesinin arttığı bildirilmiştir.

4.2.4 Yağ miktarı

Farklı formlarda aronya ilaveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan yağ değerleri Çizelge 4.5’de ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.4’de gösterilmiştir.

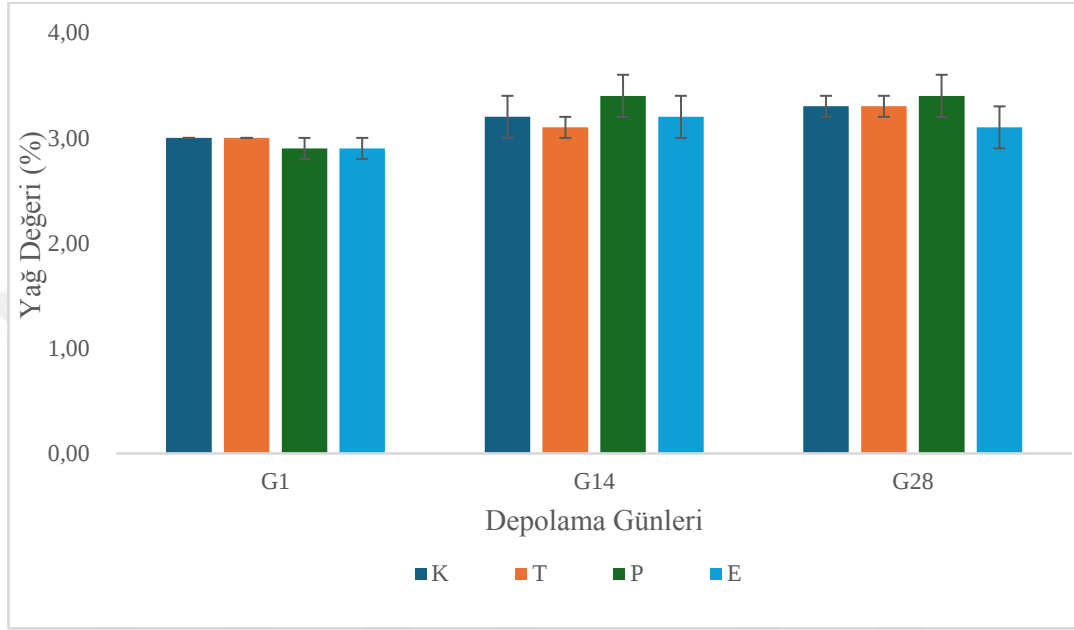
Çizelge 4.5 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yağ değerleri (%)

Örnekler	Depolama Süresi		
	1	14	28
K	3.00±0.00 ^b	3.20±0.20 ^a	3.30±0.10 ^a
T	3.00±0.00	3.10±0.10	3.30±0.10
P	2.90±0.10	3.40±0.20	3.40±0.20
E	2.90±0.10	3.20±0.20	3.10±0.20

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerinin yağ değerlerinin % 2.9-3 olduğu, 14. gününde % 3.1-3.4 arasında, 28. gününde ise yine % 3.1-3.4 arasında değiştiği

görülmektedir. Yağ değerleri depolamanın 14. ve 28. gününde benzerlik gösterirken 1. güne göre farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Fakat farklı formlarda aronya ilavesinin yoğurt örneklerinin yağ değerini etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0.05$).



Şekil 4.4 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yağ değerleri

4.2.5 Protein miktarı

Aronya meyveli yoğurtlarda depolama süresince saptanan protein değerleri Çizelge 4.6 'da ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen protein değerleri (%)

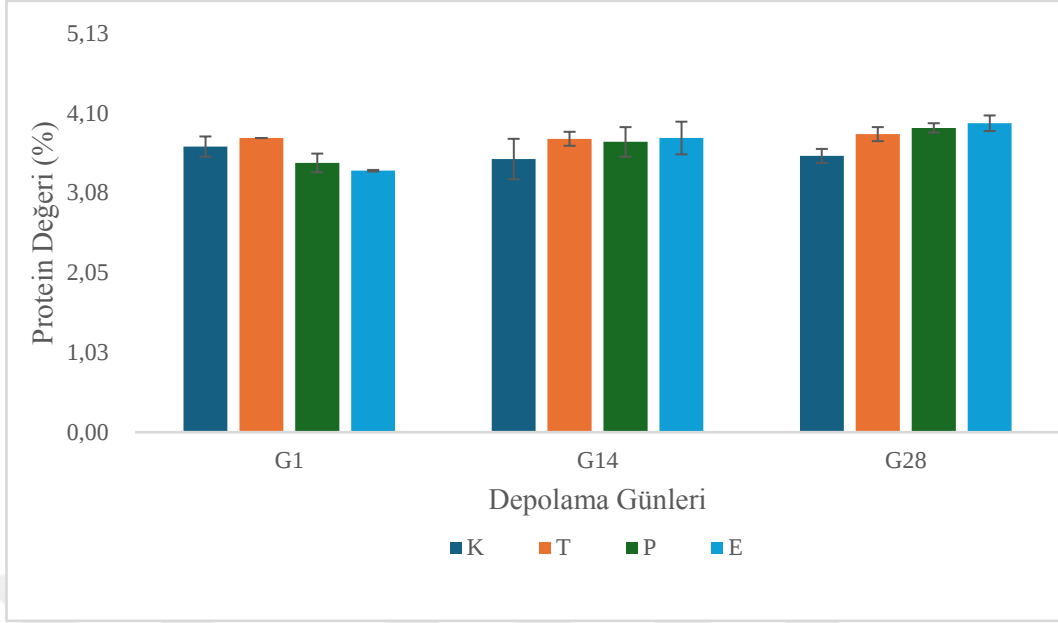
Protein	Depolama Süresi		
	1	14	28
K	3.67±0.30 ^B	3.51±0.26 ^B	3.55±0.09 ^C
T	3.78±0.00 ^B	3.77±0.09 ^B	3.83±0.09 ^B
P	3.46±0.12 ^D	3.73±0.19 ^D	3.91±0.06 ^A
E	3.36±0.01 ^E	3.78±0.21 ^D	3.97±0.10 ^A

* Farklı büyük harfler (A,B,..E) değerler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerinin protein değerlerinin % 3.36-3.78 arasında olduğu, en yüksek protein miktarının 28. günde enkapsüle aronya meyvesi (E) ilave edilmiş yoğurtta olduğu görülmüştür. Farklı formlarda aronya ilavesinin yoğurt örneklerinin protein miktarını etkilediği tespit edilmiştir (P<0.05).

Çeşitli büyüklüklerdeki çekirdekli ve çekirdeksiz aronya meyvesinin çekirdeğinde % 24.1 oranında etli kısımda ise % 6 oranında protein içerdiği bildirilmiştir (Sojka vd. 2013, Tokuşoğlu 2019). Araştırmada çekirdekli aronya meyvelerinin kullanılmasının kontrol grubuna göre tüm yoğurt örneklerinde protein miktarını artırdığı düşünülmektedir.

Ayrıca enkapsülasyon işleminde kullandığımız gam arabiğin % 2 civarında protein içeren bir polimer olduğu ifade edilmiştir (Koç vd. 2010). En yüksek protein miktar artışının enkapsüle aronya meyvesi ilaveli örnekte görülme nedeninin gam arabik içeriğinde yer alan proteinlerden de kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.5 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen protein değerleri

4.2.6 Kuru madde miktarı

Aronya meyveli yoğurtlarda depolama süresince izlenen kuru madde miktarları Çizelge 4.7’de ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kuru madde miktarları (%)

Örnekler	Depolama Günleri		
	1	14	28
K	14.08±0.35 ^C	14.62±0.10 ^{ABC}	14.30±0.03 ^{BC}
T	14.77±0.30 ^A	14.37±0.31 ^{ABC}	14.80±0.05 ^{AB}
P	14.72±0.22 ^C	14.52±0.44 ^C	14.85±0.02 ^{AB}
E	14.71±0.17 ^{ABC}	14.79±0.03 ^{ABC}	14.81±0.15 ^{ABC}

* Farklı büyük harfler (A,B,C) değerler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerinin kuru madde miktarının % 14.71-14.77 arasında olduğu ve en düşük kuru madde miktarının enkapsüle aronya

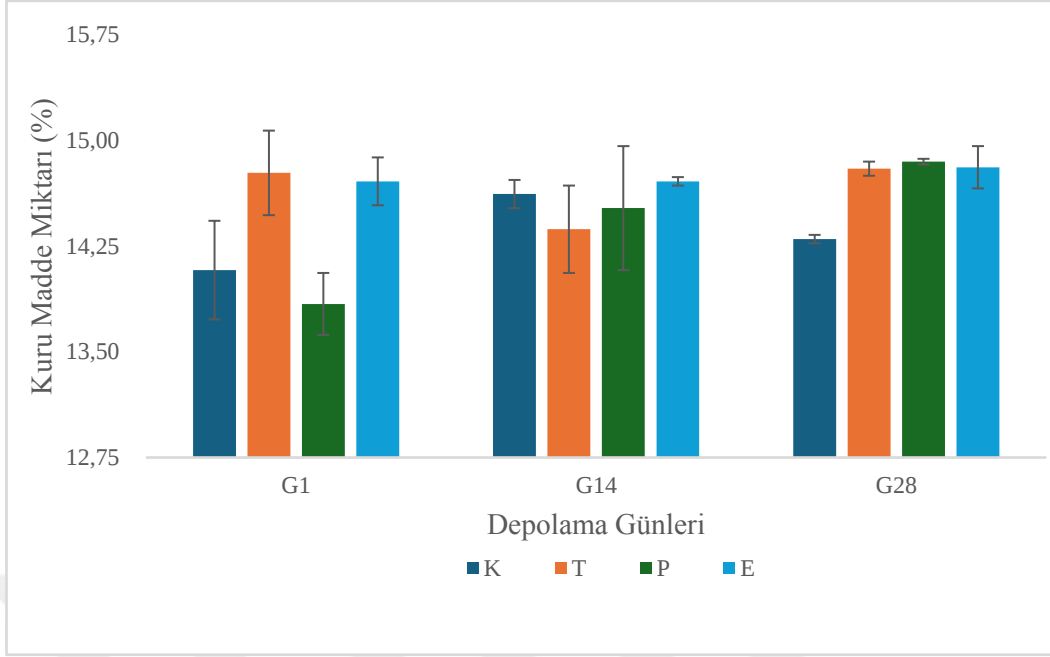
meyvesi (E) ilave edilen yoğurt örneğine ait olduğu görülmüştür. Farklı formlarda aronya ilavesinin yoğurt örneklerinin kuru madde miktarını önemli düzeyde ($P<0.05$) etkilediği tespit edilmiştir.

Cuşmenco ve Bulgaru (2020), haşlanmış aronya, şeftali, ahududu, çilek ve elma gibi farklı meyve ilavesinin keçi sütünden üretilen yoğurtların kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmış ve aronya meyvesi ilaveli yoğurt örneğinde yağ, protein ve kuru madde miktarını sırasıyla % 2, % 5.31 ve % 17.20 olduğunu rapor etmişlerdir.

Saydam (2022) tarafından taflan (karayemiş) pekmezinin farklı oranlarda (% 4, % 8, % 12 ve % 16) ilavesi üretilen meyveli yoğurtların 21 günlük depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimin belirlendiği bir çalışma yapılmıştır. Taflan ilaveli yoğurt örneklerinde toplam kuru madde miktarı % 14.30-21.80 aralığında değişmiştir. En yüksek kuru madde miktarı depolamanın 7. gününde % 16 pekmez ilaveli yoğurt örneğinde belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan taflan pekmezinin kuru madde içeriği (% 70.63) yüksek olması nedeniyle taflan pekmez oranı arttıkça yoğurt örneklerinde kuru madde oranının arttığı rapor edilmiştir.

Dey vd. (2014) ise yoğurtlara meyve eklenmesiyle kuru madde miktarının artmasının sebebinin, meyvenin sade yoğurtlara göre toplam kuru madde miktarının daha yüksek olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, depolama süresince yoğurt örneklerinde kuru madde miktarındaki artışın aronya meyvesinin kuru madde miktarından (% 15.3 ile % 29) kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 4.6 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kuru madde değerleri

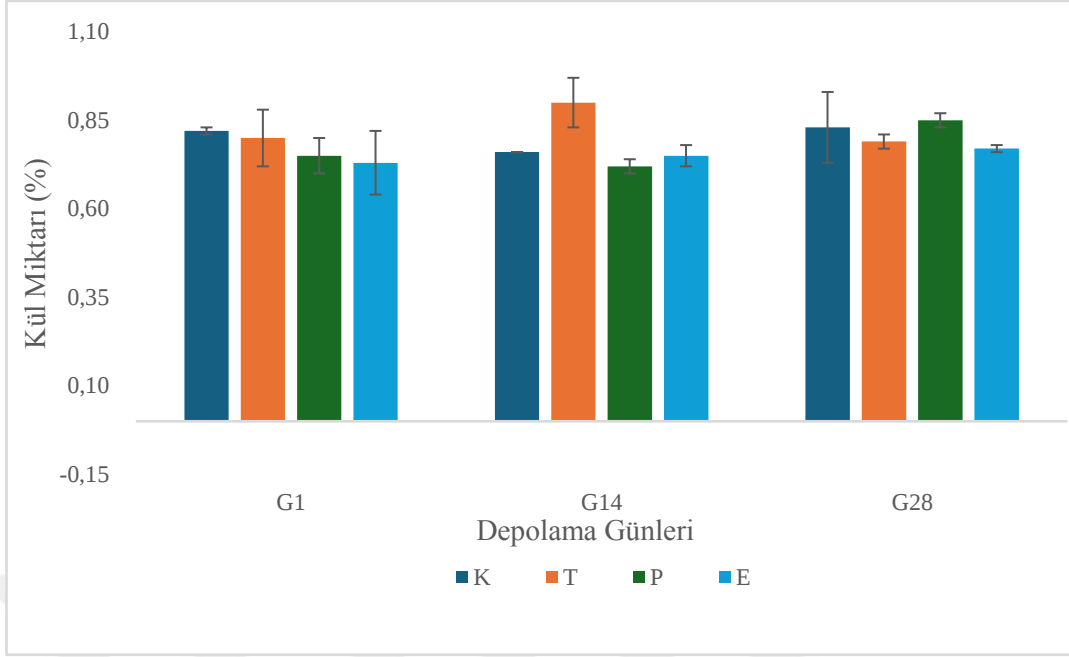
4.2.7 Kül miktarı

Farklı formlarda aronya ilaveli yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kül miktarları çizelge 4.8’de ve depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde ortaya çıkan değişimler şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kül miktarları (%)

Örnekler	Depolama Günleri		
	1	14	28
K	0.82±0.01	0.76±0.00	0.83±0.10
T	0.80±0.08	0.90±0.07	0.79±0.02
P	0.75±0.05	0.72±0.02	0.85±0.02
E	0.73±0.09	0.75±0.03	0.77±0.01

Kül miktarları bakımından örnekler arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.7 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kül değerleri

4.2.8 Renk tayini

Çalışmada farklı formlarda aronya ilavesi ile üretilen yoğurtlarda rengin matematiksel ifadesi olan L^* , a^* ve b^* değerleri üç farklı ölçüm kriteri olarak incelenmiştir. L^* değeri 0 (siyah renk) ile 100 (beyaz renk) arasında değişen değerleri, a^* değerinin negatif (-) değerleri yeşil rengi, pozitif (+) değerleri ise kırmızı rengi, b^* değerinin negatif (-) değerleri maviliği, pozitif (+) değerleri ise sarılığı ifade etmektedir.

Araştırmanın bu bölümünde üretilen yoğurtların L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.8’de yer alırken, 28 günlük depolama süresindeki değişimlerine sırasıyla şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da yer verilmiştir.

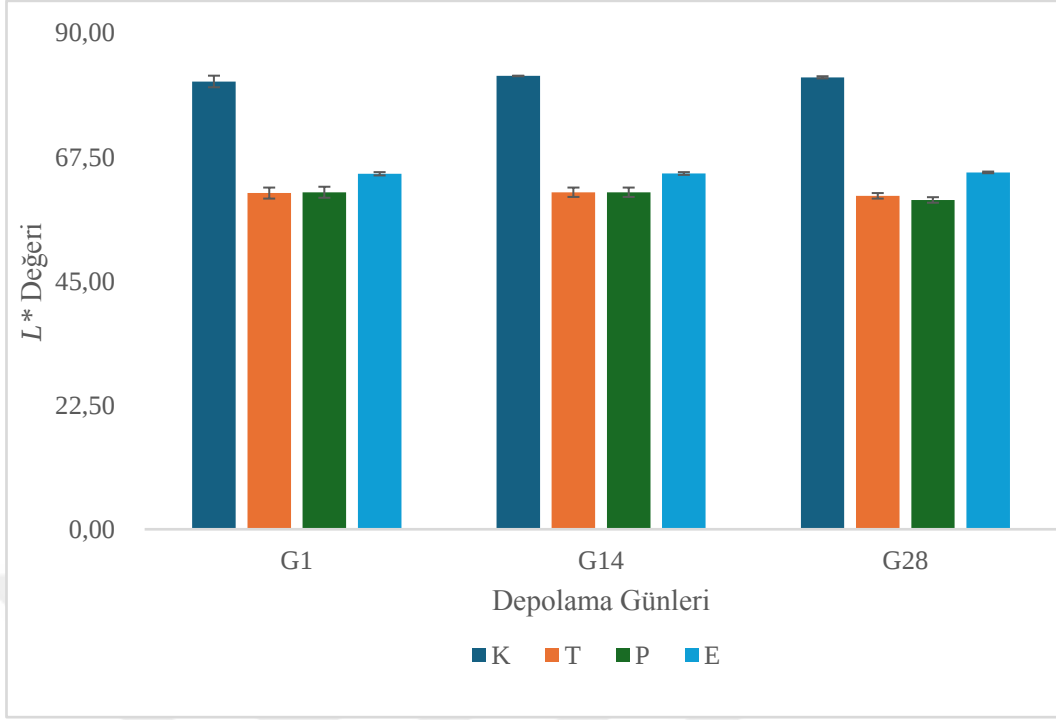
Çizelge 4.9 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri

Örnekler		Depolama Günleri		
		1	14	28
L^*	K	81.25±1.05 ^a	82.25±0.05	82.00±0.20
	T	61.00±1.00 ^b	61.15±0.85	60.50±0.50
	P	61.15±1.00 ^c	61.15±0.85	59.75±0.50
	E	64.50±0.30 ^c	64.55±0.25	64.75±0.15
a^*	K	-1.30±0.20 ^c	-1.25±0.05	-1.20±0.00
	T	14.50±0.80 ^a	14.40±0.80	14.55±0.65
	P	14.65±0.05 ^a	14.95±0.15	15.65±0.65
	E	11.50±0.20 ^b	11.15±0.15	10.95±1.15
b^*	K	6.05±0.95 ^a	6.95±0.05	7.00±0.00
	T	-0.70±0.10 ^c	1.05±0.45	-0.35±0.05
	P	-1.15±0.25 ^c	-0.70±0.10	-0.55±0.15
	E	0.50±0.20 ^b	0.90±0.10	1.35±0.15

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c) örnekler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir. ($P<0.05$).

4.2.8.1 L^* değerleri

Yoğurt örneklerinin L^* değerleri incelendiğinde, bu değerlerin depolamanın 1. gününde 61-81.25, 14. gününde 59.75-82.02 ve 28. Günde 59.75-82 arasında seyrettiği görülmüştür. Aronya ilavesi yapılmayan kontrol yoğurdunun tüm depolama süresi boyunca L^* değerinin daha yüksek olduğu yani beyazlığının daha fazla oranda olduğu, bunu enkapsüle aronya meyvesi (E), liyofilize aronya tozu (T), aronya püresi (P) ilaveli yoğurtların takip ettiği görülmektedir. Farklı bir ifadeyle yoğurtlara çeşitli formlarda aronya meyve ilavesinin örneklerde L^* değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Bu azalmanın sebebi aronya ilavesinin yoğurtların beyaz rengini kırmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurtlarda enkapsülasyon işleminin rengi baskılaması nedeni ile renk kırılmasının aronya püresi (P) ve liyofilize aronya tozu (T) ilaveli yoğurtlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen L^* değerleri

Oroian ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada benzer bir durum kızılıklık tozu ilaveli yoğurtlarda rapor edilmiştir. İlave toz oranının artışıyla birlikte yoğurtların L^* değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Karaca ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada, yoğurt üretiminde kullanılan üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinin sırası ile % 6, % 10 ve % 14 oranlarında ilavesinin yoğurtların beyaz rengini azalttığı yani L^* değerlerini düşürdüğünü belirtilmiştir.

4.2.8.2 a^* değerleri

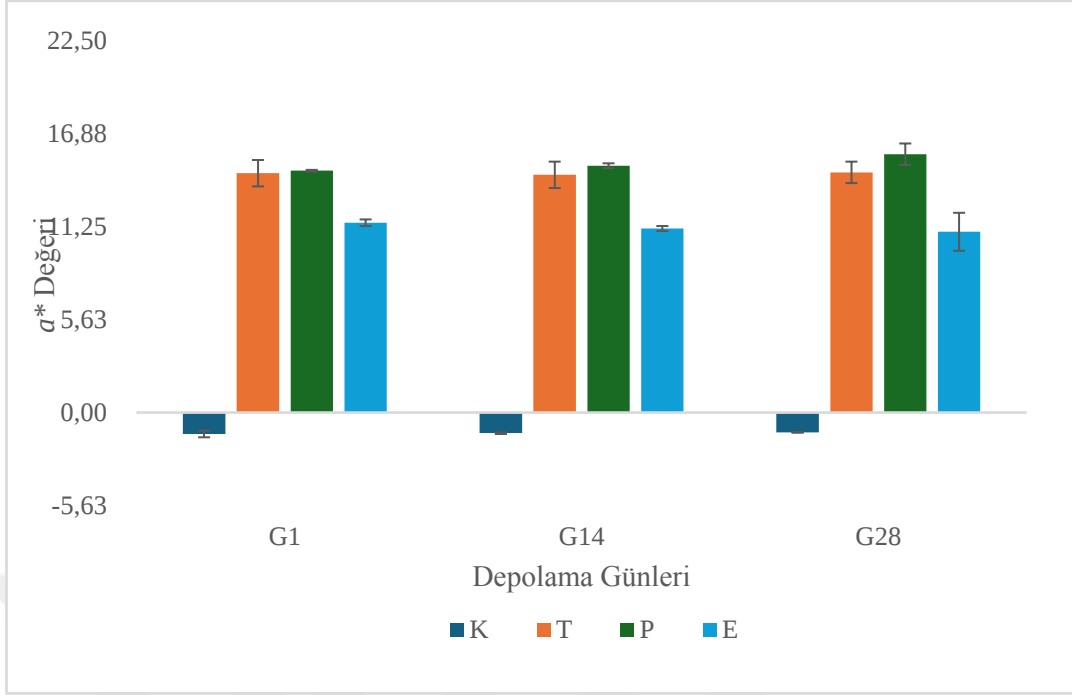
Yoğurt örneklerinde a^* değerinin negatif (-) değerleri yeşil, pozitif (+) değerlerinin ise kırmızı rengi ifade etmektedir. Çalışmamızda yoğurt örneklerinin a^* değerleri depolamanın 1.gününde -1.3 ile 14.65 aralığında, 14. gününde -1.25 ile 14.95 ve 28. gününde -1.2 ile 15.65 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.8). En düşük a^* değeri beklendiği gibi depolamanın 1. gününde (-1.3) kontrol yoğurt örneğinde, en yüksek a^* değeri ise depolamanın 28. gününde püre şeklinde ilave edilen aronyalı yoğurt örneğinde bulunmuştur. Farklı formlarda aronya meyvesin

yoğurtlara ilavesinin nihai ürünün a^* değeri üzerine önemli düzeyde etkisi olduğu görülmüştür ($P<0.05$).

En yüksek a^* değerleri aronyanın püre formunun ilave edildiği yoğurt örneklerinde en düşük değer ise enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneklerinde gözlemlenmiştir. Bu durumun meyvenin olgunlaşma durumuna göre aldığı siyaha ve mora dönük renginden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum farklı oranlarda aronya konsantresi eklenerek üretilen yoğurtların a^* değerlerinde de bulgulanmış ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir. (Olika 2022).

Literatürde bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, nar ve vişne konsantreleri ilave edilen yoğurt örneklerinde meyvenin oranının artmasıyla birlikte a^* değerlerinde bir artma olduğu (Açıkgözlü 2008), karadut püresi eklenen yoğurtlarda da benzer şekilde karadut konsantrasyonu artışının a^* değerlerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Durmuş 2015).

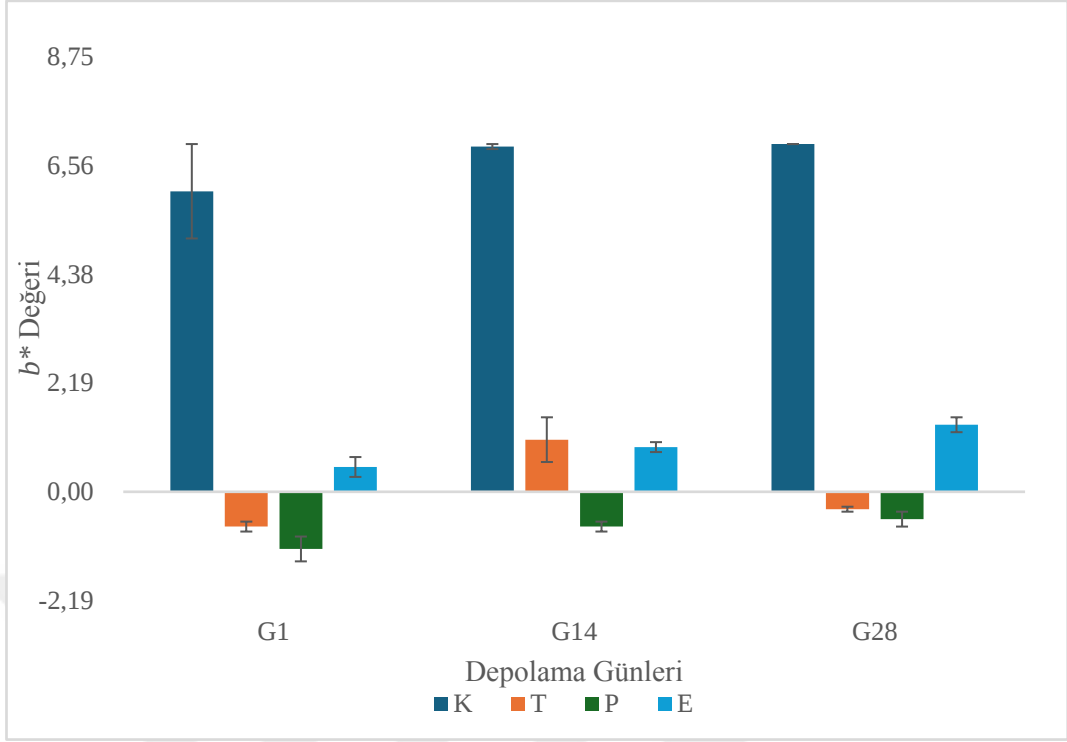
Enkapsülasyon işleminin, aronya renk bileşenlerinin oksijen ve diğer reaktif maddelerle temasını azaltarak doğal renklerinin korunması ve oksidatif reaksiyonlardan kaynaklanan renk değişimleri önlediği düşünülmektedir.



Şekil 4.9 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen a^* değerleri

4.2.8.3 b^* değerleri

Yoğurt örneklerin b^* değerinin pozitif (+) seyretmesi sarı rengin arttığına negatif (-) seyretmesi ise mavi rengin arttığına işaret etmektedir (Öztürkoğlu Budak vd. 2019). Yoğurtların b^* değerleri incelendiğinde; depolamanın 1. gününde -1.15 ile 6.05 aralığında, 14. gününde -0.7 ile 6.95 ve 28. gününde -0.55 ile 7 aralığında değişim gösterdiği saptanmıştır. En düşük b^* değeri depolamanın 1. gününde aronya püresi (P) ilaveli yoğurtta bulunurken, en yüksek b^* değeri depolamanın 28. gününde kontrol yoğurtta görülmüştür. Farklı formlarda aronya meyvesi ilavesinin yoğurtların b^* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).



Şekil 4.10 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen b^* değerleri

Özellikle aronya püresi (P) ilave edilen yoğurtlarda b^* değerlerinin azaldığı, bu durumun ilave edilen meyvenin olgunlaşma periyoduna bağlı olarak aldığı mavimsi renkten kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilave edilen yoğurt örneklerinde enkapsülasyon işleminin renk değişimini bir miktar baskıladığı düşünülmektedir.

Farklı oranlarda safran çiçek yan ürünleri veya safran stigma özlerinin enkapsüle edilerek yoğurda eklenmesi sonucunda elde edilen örneklerin kontrol yoğurduyla karşılaştırıldığı çalışmada, L^* değerinde istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Buna karşılık, safran stigma ekstraktları içeren yoğurt örnekleri, diğer yoğurt örneklerine kıyasla depolama süresi boyunca beklendiği gibi daha yüksek sarılık b^* değerleri göstermiştir. Bu durum, yoğurtların doğal renklendiricisi olarak görev yapan safran stigmalarının turuncu-sarı rengi ve safran ekstraktlarının zaman içinde pigmentleri koruyan mikroenkapsüllerden kademeli olarak salınmasıyla ilişkilendirilmiştir. Çalışmada araştırma sonuçlarımıza paralellik gösterecek şekilde enkapsülasyon işleminin renk pigmentlerini baskıladığı şeklinde rapor edilmiştir (Cerdá-Bernad vd. 2023).

4.2.9 Tekstür analizi

Farklı formda aronya meyvesi eklenerek üretilen yoğurtların sertlik değerleri Çizelge 4.9’de yer alırken, 28 günlük depolama süresindeki değişime ise şekil 4.10’da yer verilmiştir.

Çizelge 4.9 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sertlik değerleri (g)

Örnekler	Depolama Günleri		
	1	14	28
K	125.19±27.19 ^b	133.10±14.10 ^b	319.05±31.15 ^a
T	141.03±11.11	156.05±11.45	352.50±3.60
P	114.24±3.60	139.65±6.45	299.90±9.90
E	102.90±8.18	130.6±11.10	298.05±47.05

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

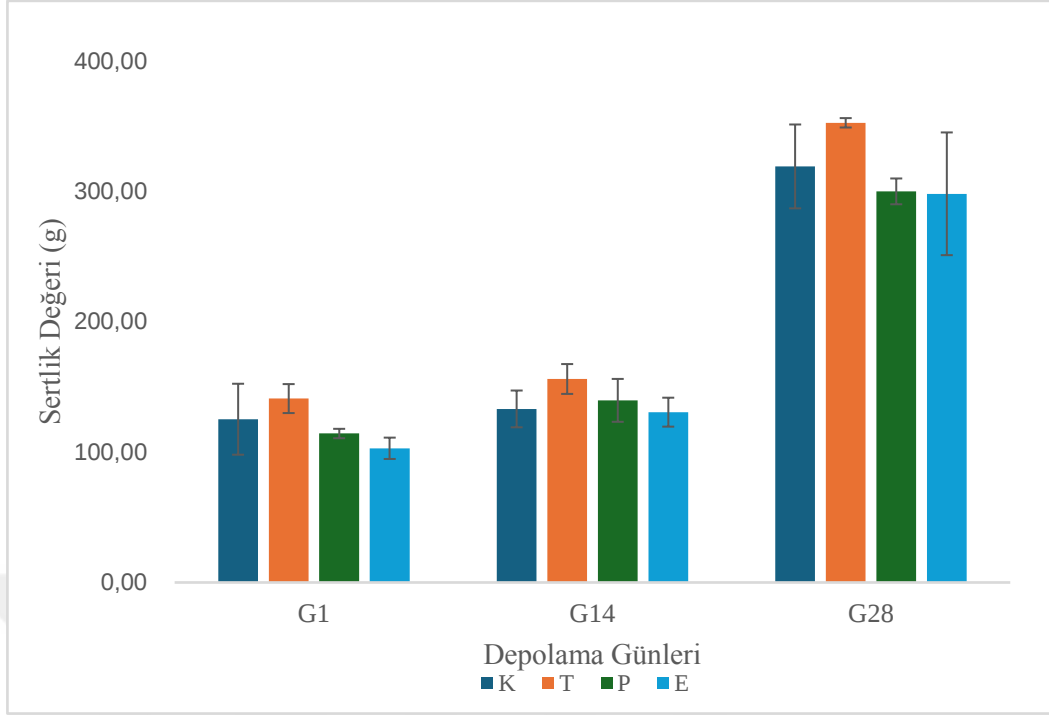
Farklı formlarda aronya meyvesi eklenerek üretilen yoğurt örnekleri arasında depolama sonunda liyofilize aronya tozu (T) eklenerek üretilen örnekte en yüksek 352.50g, enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurtta en düşük değerde 298.05g bulunmuştur (P<0.05).

Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneğinde sertlik değerinde görülen azalışın kullanılan maltodekstrin ve gum arabik gibi hidrokolloidlerin kriyo-koruyucu etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırma bulgumuzla paralel olacak şekilde kısa kümeli maltodekstrinin (SCMD) dondurulmuş buharda pişirilmiş ekmek hamurunun kalite parametrelerine etkisi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada 56 günlük depolama süresinden sonra, SCMD ekmeğinin kontrol ekmeği ile karşılaştırıldığında daha düşük sertliğe ve daha gevşek bir yapıya sahip olduğu görülmüştür (Li vd. 2023). Farklı bir çalışmada ise güçlü antioksidan etki gösteren phlorizin (PHL) kapsüllenenek yoğurt örneklerine eklenmiş ve yoğurt örneklerinde kazein etkileşimini artırarak serum ayrılmasını azalttığı ve yoğurt yapısının kompaktlığını geliştirdiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte, enkapsüle

PHL içeren yoğurt örneğinin, kontrol yoğurduna kıyasla nispeten daha düşük sertlik ve çignenebilirlik özelliklerine sahip olduğu da bildirilmiştir (Saifullah vd. 2024).

Rashwan vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yoğurt örneklerine farklı konsantrasyonlarda *Melastoma dodecandrum* ekşi meyvenin (MDLP) toz haline getirilerek takviye edilmesi, kontrole kıyasla özellikle % 0.5 ve % 1 MDLP ile takviye edilmiş yoğurt örneklerinde sertliği önemli ölçüde ($P<0.05$) artırdığı bildirilmektedir. MDLP ile % 0.1, % 0.5 ve % 1 oranlarında zenginleştirilen yoğurdun sertliğinin, MDLP lif ve polifenoller gibi bazı bileşenlerin yoğurt protein matrisi ile etkileşimi sonucu artmış olabileceği ifade edilmektedir. Çalışmamızda da benzer şekilde liyofilize aronya tozu ilaveli yoğurt örneklerinde sertlik değerinin yüksek olmasının aronya meyvesinin yüksek oranda lif ve polifenol içermesinden (Kulling ve Rawel 2008) kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Aronya püresi (P) ilaveli yoğurt örneklerinde kontrol grubuna göre sertlik değerinin daha az olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir sonuç % 2, % 4, % 6 oranında aronya meyve konsantresi ilaveli yoğurt örneklerinde de bulgulanmıştır. Kontrol yoğurt örneğinin sertlik değeri 1. gün 198 g iken yoğurt örneklerinde sertlik değerleri sırasıyla, 146 g, 145 g, 94 g olarak tespit edilmiştir. Aronya konsantresi eklenmesinin çözünür kuru madde artmasının etkili olduğu ve bu sebeple sertlik değerini düşürdüğü değerlendirilmektedir (Olika 2022).



Şekil 4.11 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sertlik değerleri

4.2.10 Toplam fenolik madde miktarı

Fenolik bileşikler yapılarında en az bir hidroksil grubu bulunan bitkiye lezzet ve aroma veren, mikroorganizmalar ve böcekler gibi istilacı patojenlere ve strese karşı bitkide savunma mekanizması olarak işlev gören (Shetty ve Lin 2006, Wells ve Berry 2005) antibakteriyel ve antifungal aktivitesi yüksek, bitkiler tarafından sentezlenen ikincil metabolitlerdir (Mutlu 2022).

Aronya meyvesinin farklı formlarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Çizelge 4.10'da yer alırken, 28 günlük depolama süresindeki değişime ise şekil 4.11'de yer verilmiştir.

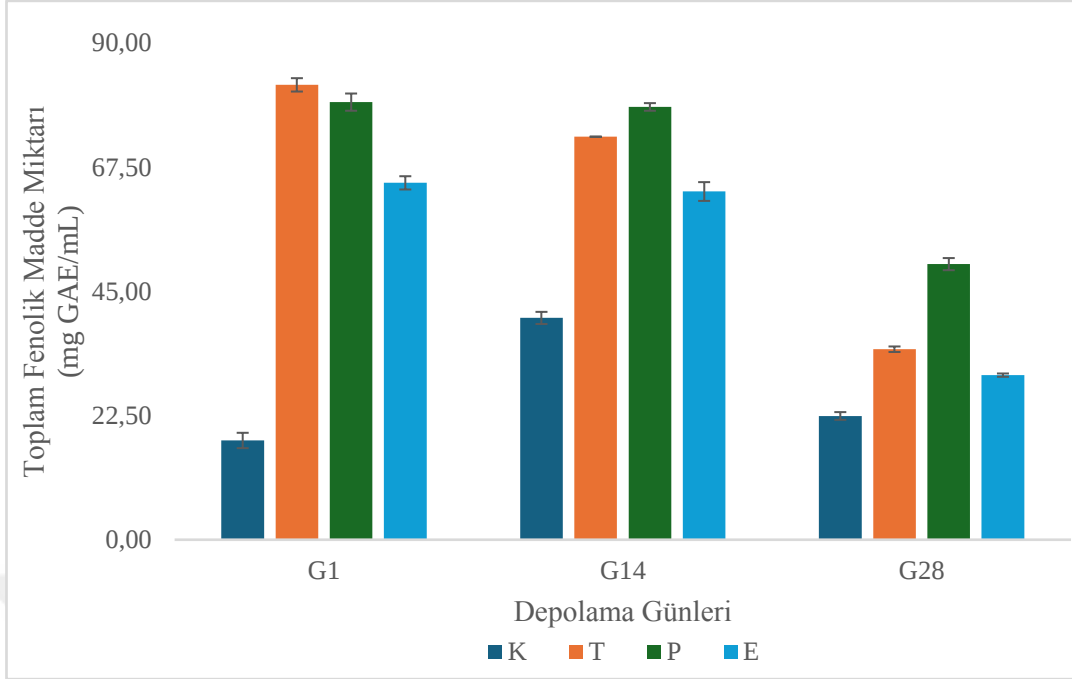
Çizelge 4.10 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/mL)

Örnekler	Depolama Günleri		
	1	14	28
K	17.58±1.39 ^{Ca}	20.20±1.10 ^{Ca}	22.43±0.70 ^{Da}
T	82.44±1.21 ^{Aa}	73.04±0.00 ^{Ab}	34.53±0.50 ^{Bc}
P	79.31±1.56 ^{Aa}	78.44±0.69 ^{Aa}	49.95±1.10 ^{Ab}
E	64.68±1.20 ^{Ba}	63.11±1.70 ^{Ba}	29.83±0.30 ^{Cb}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05). Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B) örnekler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Serbest fenolik bileşikler düşük stabilite ile oksidasyona karşı savunmasız olup diyet lifi gibi sindirilemeyen bileşenlere kovalent bağla bağlandığı için de serbest bırakılması zordur (Du vd., 2021). Meyve posasındaki bazı fenolik bileşikler genellikle hücre duvarlarına bağlıdır (Acosta-Estrada vd., 2014). Fermantasyon, bağlı fenolik bileşiklerin serbest bırakılma potansiyelini içeren gıda işlemlerinden biridir (Du vd. 2021). Bu sebeple fenolik bileşenler bakımından zengin aronya meyvesinin farklı formlarıyla zenginleştirilen yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde miktarında artış olduğu görülmüştür.

Toplam fenolik madde miktarları, depolamanın 1. gününde en yüksek liyofilize aronya tozu (T) ilaveli yoğurt örneğinde (82.44 mg GAE/ml) görülmekte ve bunu aronya püre (P) ilaveli yoğurt örneğiyle (79.31 mg GAE/ml) enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneği (64.68 mg GAE/ml) takip etmektedir. Depolamanın 28. gününde fenolik madde miktarı en çok korunan örneğin aronya püresi (P) ilaveli yoğurt olduğu (49.95 mg GAE/ml) görülmüştür.



Şekil 4.12 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam fenolik miktarı

Araştırma kapsamında üretilen yoğurtların toplam fenolik madde miktarlarının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın önemli olduğu tespit edilmiştir. ($P<0.05$). Yoğurtta fenolik bileşenlerin azalması, oksijen ve laktik asit bakterilerin metabolik enzimin varlığına bağlanmaktadır (Tabasco vd. 2011).

Olaki (2022) tarafından farklı oranlarda aronya meyvesi eklenmesi sonucu üretilen yoğurtlarda fenolik madde miktarının aronya oranı ile doğrusal olarak arttığı ve depolama süresince fenolik madde miktarının düştüğü kaydedilmiştir. Farklı bir çalışmada kuşburnu meyvesiyle hazırlanan yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinin 107.2-213.8 mg GAE/100 g arasında değiştiği ve yoğurt örneklerine eklenen kuşburnu meyvesinin, örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($P<0.05$) meydana getirdiği rapor edilmiştir (Şahingil ve Hayaloğlu 2022). Araştırma bulguları çalışmamızla paralellik göstermiş ve depolama süresince fenolik bileşenlerin oranı azalmıştır.

Çalışmamızdan farklı olarak, Cerda-Bernad vd. (2023) farklı oranlarda kapsüllenen safran çiçek yan ürün özü ve stigma özlerinin kontrol örneğine oranla belirgin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, toplam fenolik bileşen değerlerinin depolama

sonuna kadar tüm örneklerde sabit kaldığı tespit edilmiştir. Başlangıç durumunda kontrol örneğinin değeri 1.7 mg GAE/100 g iken farklı oranlarda kapsüle edilen safran çiçek özü ve stigma eklenmiş örneklerde oranlar olarak artacak şekilde 1.71, 2.22, 2.26, 3.20 mg GAE/100 g olacak şekilde tespit edilmiştir. Toplam fenolik bileşen değerinde depolamanın 7. gününde azalma görülmüş ve 21. gününde tekrar artış görülmüştür. Bu durum, proteinlerin izoelektrik noktasına ulaştığı pH 4.6'da maksimum olan fenolik bileşiklerin süt proteinleriyle etkileşimleriyle ilgili olabileceği değerlendirilmektedir. Depolama sırasında pH düşmesi sonucunda etkileşimler azaldığı ve 7 günlük depolamadan sonra daha yüksek toplam fenolik bileşen değerlerine yol açtığı değerlendirilmiştir.

Kontrol yoğurdunda fenolik madde bileşenlerinin depolama boyunca (1., 14., 28. gün) sırasıyla 17.99, 20.20, 22.43 mg GAE/ml arasında olduğu görülmüştür. Kontrol yoğurdunun fenolik madde içeriğinin sütte bulunan yemden gelen ve proteinlerden oluşan polifenoller (Besle vd. 2010) ve süt proteinleri gibi diğer maddelerin varlığına veya fotometrik toplam fenolik ölçümüne yanıt veren indirgeyici bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Chouchouli vd. 2013).

4.2.11 Toplam antioksidan madde analizi

Çalışma kapsamında farklı formda aronya meyvesi eklenerek üretilen yoğurtların toplam antioksidan madde miktarı Çizelge 4.11'da yer alırken, 28 günlük depolama süresindeki değişime ise şekil 4.12'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.11 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam antioksidan aktivite miktarı (mM TEAC)

Örnekler	Depolama Günleri		
	1	14	28
K	0.44±0.10 ^{Ba}	0.60±0.01 ^{Aa}	0.73±0.01 ^{Ba}
T	1.53±0.08 ^{Aa}	0.87±0.01 ^{Ab}	0.82±0.02 ^{Bb}
P	1.46±0.10 ^{Aa}	1.14±0.01 ^{Aa}	0.85±0.03 ^{Ba}
E	1.42±0.06 ^{Aa}	1.12±0.00 ^{Ab}	1.10±0.01 ^{Ab}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b) depolama günleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B) örnekler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0.05$).

Antioksidan aktivite miktarları incelendiğinde; farklı formlarda aronya meyve ilavesinin depolama süresi boyunca yoğurt çeşitlerinde antioksidan aktivite miktarları üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Depolamanın 1. gününde aronya meyvesi ilaveli yoğurt örneklerine ait antioksidan aktivite miktarlarının 1.42-1.53 mM TEAC arasında olduğu ve kontrol örneğe göre (0.44 mM TEAC) yüksek antioksidan aktivite miktarı içerdiği saptanmıştır. Liyofilize aronya tozu (T) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneklerinde depolama süresince antioksidan aktivite miktarının azaldığı görülmüş ancak bu azalmanın 14. ve 28. günde önemli olmadığı tespit edilmiştir. Aronya püresi (P) ilaveli yoğurt örneklerinde ise depolama süresindeki azalma anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Enkapsüle aronya meyvesi (E), aronya püresi (P) ve liyofilize aronya tozu (T), ilaveli yoğurt örneklerinde 28. gün değerleri sırasıyla 1.10, 0.85, 0.82 mM TEAC şeklinde tespit edilmiştir.

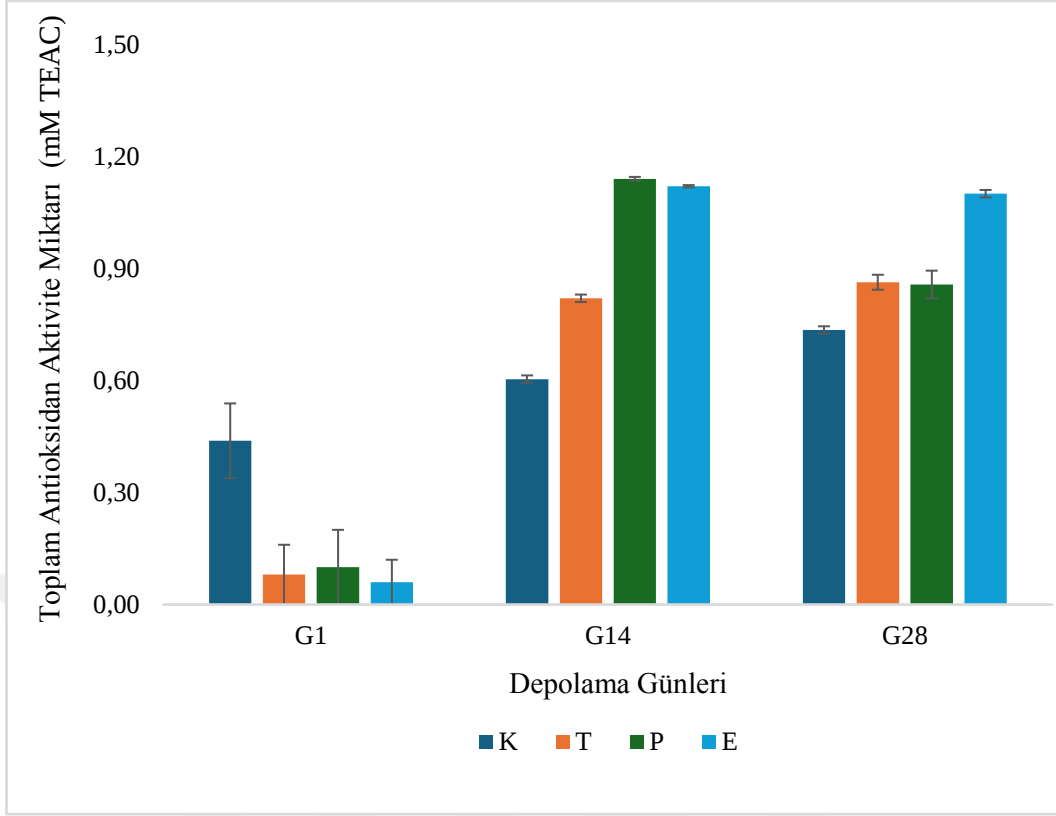
Çalışmamızla paralel olarak Hamid vd. (2022) tarafından % 0.5, % 1, % 6 oranlarında liyofilize enkapsülasyon işlemine tabi tutulan yabancı nar, yoğurda eklenerek örneklerin kimyasal parametreler ve biyoaktif bileşenler bakımından depolama süresindeki değişimini izlenmiştir. Araştırmacılar antioksidan aktivite kapasitesinin 14 günlük depolama süresince azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalmanın sebebinin amino asitler arasındaki kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan kovalent değişimler nedeniyle, depolama sırasında polifenollerin denatürasyonundan kaynaklı olabileceği değerlendirilmiştir (Kumar ve Kumar

2015). Ayrıca süt-polifenol etkileşimleriyle polifenollerin bağlanması (Arts vd. 2002) ve bunun sonucunda fenolik bileşimin çökmesinin, antioksidan potansiyelinde azalma yaratabileceği de değerlendirilmektedir (Yüksel vd. 2010). Ahmet vd (2020) gerçekleştirdiği çalışmada fenolikler ve yoğurt proteinleri arasında komplekslerin gelişmesi nedeniyle, depolama sırasında antioksidan aktivitede azalma olabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmamıza benzerlik teşkil edecek şekilde, depolama süresince antioksidan aktivitede azalma hurma ezmesiyle zenginleştirilen yoğurt örneklerinde de bulgulanmıştır (Haneen 2019).

Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli örneklerde ise antioksidan aktivite miktarı depolamanın 14. ve 28. günlerinde 1. gününe kıyasla düşüş gösterdiği görülmüştür ($P<0.05$). Ancak depolamanın 14. ve 28. günlerinde antioksidan aktivite miktarı açısından önemli bir fark bulunmamaktadır ($P>0.05$).

Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli örneklerde antioksidan aktivite miktarının daha yüksek değerlerde korunması enkapsülasyon işleminin polifenol bileşiklerini korumasından kaynaklı olabileceği değerlendirilmektedir. Benzer sonuç farklı oranlarda safran çiçeği özü ve safran stıgmasının enkapsülasyonu neticesinde zenginleştirilen yoğurt örneklerinde de rastlanmıştır. 21 günlük depolama süresi boyunca safran katkılı yoğurt örneklerinde antioksidan aktivite miktarı bakımından anlamlı bir fark görülmemiştir (Cerdá-Bernad vd. 2023).



Şekil 4.13 Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen toplam antioksidan aktivite miktarı

4.2.12 Duyusal değerlendirme

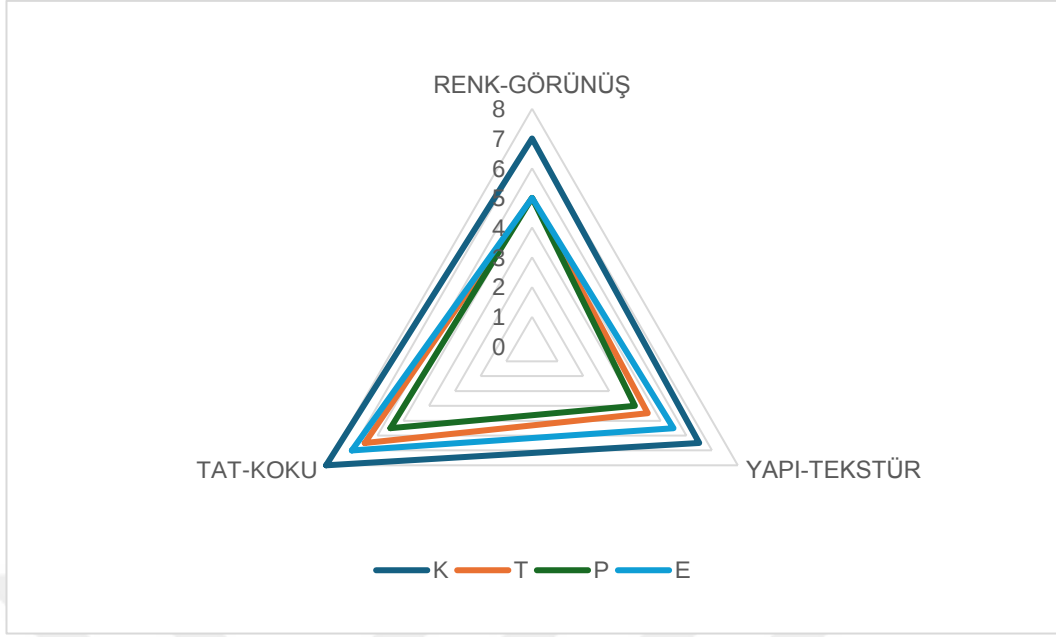
Meilgaard vd. (1999) tarafından önerilen değerlendirme formları kullanılarak gerçekleştirilen duyusal değerlendirmede Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü akademik personelinden oluşan 7 kişilik eğitimli panelistler örnekleri görünüm, yapı-kıvam ve lezzet açısından 10 puanlık hedonik skala (1-10 puan arası) üzerinden değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonuçları Çizelge 4.12’de yer alırken şekil 4.13’de depolama 1. gününde şekil 4.14’de ise 14. günde gerçekleşen değişimler verilmiştir. Depolamanın 28. Gününde küf oluşumu gözlemlendiği için duyusal analiz 14. günde tamamlanmıştır.

Çizelge 4.12 Yoğurtlarda uygulanan duyuşal analizlerde depolama süresince görünen değişimler

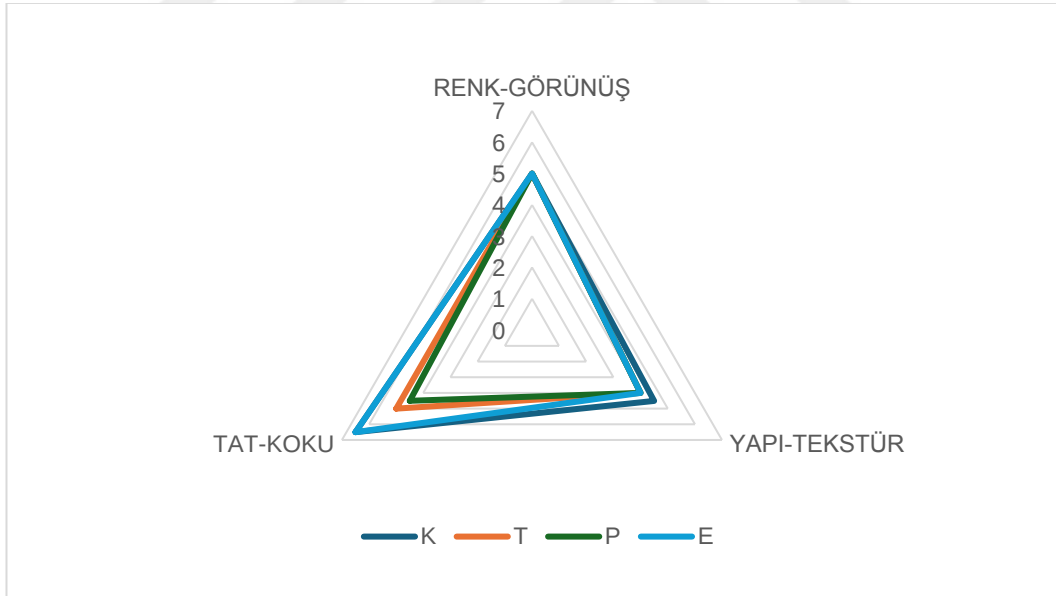
Değerlendirme Parametreleri	Örnekler	Depolama Günlere	
		1	14
Renk-Görünüş	K	7.00±0.00 ^A	5.0±0.0 ^B
	T	5.00±0.00 ^B	5.0±0.0 ^B
	P	5.00±0.00 ^B	5.0±0.0 ^B
	E	5.00±0.00 ^B	5.0±0.0 ^B
Yapı-Görünüş	K	6.50±0.50 ^B	4.50±0.50 ^B
	T	4.50±0.50 ^B	4.00±0.00 ^B
	P	4.00±0.00 ^B	4.00±0.00 ^B
	E	5.50±0.50 ^B	4.00±0.00 ^B
Tat-Koku	K	8.00±0.00 ^B	6.50±0.50 ^B
	T	6.50±0.50 ^B	5.00±0.00 ^B
	P	5.50±0.50 ^B	4.50±0.50 ^B
	E	7.00±0.00 ^B	6.50±0.50 ^B

* Farklı büyük harfler (A,B) değerler arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Yapılan varyans analizi sonucunda sadece kontrol grubu diğer yoğurt örneklerine göre renk, yapı ve tat açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur. (P<0.05)



Şekil 4.14 Yoğurt örneklerine uygulanan duyu analizlerinde 1.günde görülen değişimler



Şekil 4.15 Yoğurt örneklerine uygulanan duyu analizlerinde 14. günde görülen değişimler

Yoğurt örneklerinde puanlama farklı olsa da bu fark istatistiklere yansımamıştır. Ayrıca depolama süresinin de yoğurt örneklerinin duyu özellikleri üzerinde etki yaratmadığı tespit edilmiştir (Şekil 13,14). Aronya meyvesinin kendine has mayhoş

ve buruk tada sahip olmasının yoğurt örneklerinin düşük puanlanmasına sebep olmasına rağmen aronyanın yoğurda kattığı mor rengin tüketicinin ilgisini çekeceği düşünülmektedir.

Benzer şekilde, Olike (2022) farklı oranlarda aronya meyve konsantresi eklediği yoğurt örneklerinin kontrol grubuna göre görünüm, yapı ve aroma bakımından daha düşük puan aldığını belirtmiştir. Çalışmamızla paralel olacak şekilde aronya meyvesinin kendine has tadının alışlagelmiş damak tadından uzak olması tat ve aroma bakımından düşük puan almasına sebep olabileceği değerlendirilmiştir.



5. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilerek pastörize inek sütünden üretilen yoğurtların 28 günlük depolama süresi boyunca (1., 14. ve 28. günlerinde) fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri ile bazı fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. İki tekerrürlü olacak şekilde % 1 oranında liyofilize aronya tozu, % 1 oranında enkapsüle aronya meyvesi ve % 5 oranında aronya püresi eklenerek elde edilen yoğurt örneklerine ilişkin sonuçlar ve değerlendirmeler kategoriler halinde listelenmektedir.

Farklı Formlarda Aronya Meyvesiyle Zenginleştirilen Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

- Çeşitli formlarda aronya meyve ilavesinin depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin pH değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$). 28 günlük depolama boyunca pH değerlerinde düşme saptanmıştır. Depolamanın 28. gününde kontrol, aronya püresi (P) ve enkapsüle aronya (E) ilaveli örneklerin pH değerleri 4.08, liyofilize aronya tozu (T) eklenen yoğurt örneğinin pH değeri ise 4.13 olarak tespit edilmiştir.
- Aronya meyvesinin çeşitli formlarda yoğurda ilave edilmesi titrasyon asitlik değerlerine önemli düzeyde etki etmezken, depolama süresinin titrasyon asitlik değerlerine değerleri üzerine etkili olduğu bulgulanmıştır ($P<0.05$). Yoğurt örneklerinin tamamında depolamanın 1. ve 14. günleri arasındaki fark önemliyken 28. günde bu farkın önemini kaybettiği görülmektedir. Depolamanın 14. gününde kontrol örneğine kıyasla tüm örnekler daha yüksek titre edilebilir asitlik oranını vermektedir. 28. günde titrasyon asitlik değerlerinin liyofilize aroya tozu (T), aronya püresi (P) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) ilave edilen yoğurt örneklerinde sırasıyla; %1.04, %1.06, %1.02 olduğu tespit edilmiştir.

- Depolama süresi ve farklı formlarda aronya meyve ilave edilmesinin yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi üzerine önemli düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Aronya formlarının su tutma kapasitesine etkisi göz önüne alındığında, kontrol ile enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneklerinin kendi aralarında, aronya püresi (P) ve liyofilize aronya tozu (T) katkılı yoğurt örneklerinin de kendi aralarında benzerlik gösterdiği bulgulanmıştır. 28. günde liyofilize aronya tozu (T), aronya püresi (P) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) eklenen yoğurt örneklerinde sırasıyla su tutma kapasitesi değerlerinin, % 41.07, % 40.03, % 38.90 olduğu saptanmıştır.
- Farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilmesinin yoğurt örneklerinin yağ miktarını önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak, depolama süresince yağ miktarlarının arttığı ve yoğurt örneklerindeki yağ değerleri depolamanın 14. ve 28. günü yağ miktarı bakımından benzerlik gösterirken 1. günden istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolama süresi sonunda en yüksek yağ miktarı aronya püresi (P) ilave edilen yoğurt örneğinde % 3.40 olduğu tespit edilmiştir.
- Farklı formlarda aronya meyve ilavesinin depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin protein değerlerini önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kontrol grubunda depolama süresinde protein miktarı azalırken farklı formlarda aronya ilave edilen yoğurt örneklerinde protein miktarının arttığı tespit edilmiştir. En yüksek protein miktarı 28. günde enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneğinde % 3.97 olduğu görülmüştür.
- Farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilmesi ve depolama süresinin, yoğurt örneklerinin kuru madde miktarını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolama süresi boyunca örneklerin kuru madde miktarının arttığı, en çok artışın aronya püresi (P) ilaveli yoğurt örneğinde % 14.85 olduğu bulgulanmıştır.

- Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen kül miktarı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Farklı formlarda aronya meyvesi ilave edilen yoğurt örneklerinin renk değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Yoğurtlara çeşitli formlarda aronya meyve ilavesinin örneklerde L^* değerlerinin azaltarak yoğurtların beyaz rengini kırdığı tespit edilmiştir. Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurtlarda enkapsülasyon işleminden dolayı renk kırılmasının aronya püresi (P) ve liyofilize aronya tozu (T) ilave edilen yoğurtlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir.
- Farklı formlarda aronya meyvesin yoğurtlara ilavesinin yoğurt örneklerinin a^* değeri üzerine önemli düzeyde etkisi olduğu görülmüştür ($P<0.05$). En yüksek a^* değerleri aronyanın püre formunun ilave edildiği yoğurt örneklerinde (15.65) gözlemlenmiş olup liyofilize aronya tozu (T) ve aronya püresi (P) ilave edilmiş yoğurt örneklerinin a^* değeri istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.
- Farklı formlarda aronya meyvesin yoğurtlara ilavesinin yoğurt örneklerinin b^* değeri üzerine önemli etkisi olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Yoğurt örnekleri b^* değeri açısından incelendiğinde, en düşük değer yani mavi rengin en yüksek olduğu yoğurt örneğinin depolamanın 1. gününde aronya püresi (P) ilave edilen yoğurt değerinin -1.15 olduğu ve depolamanın 28. gününde ise 0,55 değerine yükseldiği görülmüştür.

Farklı Formlarda Aronya Meyvesiyle Zenginleştirilen Yoğurtların Tekstürel Özellikleri

- Enkapsüle aronya meyvesi (E), aronya püresi (P) ve liyofilize aronya tozu (T) eklenerek üretilen yoğurtların sertlik değerleri arasında en yüksek değer (352.50 g) liyofilize aronya tozu (T) ilaveli yoğurt örneğinde saptanmıştır. Fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

Ancak depolama süresinin yoğurt örneklerinin sertliği bakımından önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). En yüksek sertlik değerinin liyofilize aronya tozu (T) ilaveli yoğurtlarda 352.50 g olarak tespit edildiği çalışmamızda, aronya püresi (P) ilaveli yoğurtlarda 299.90 g ve enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurtlarda ise 298.50 g olduğu görülmüştür.

Farklı Formlarda Aronya Meyvesiyle Zenginleştirilen Yoğurtların Biyoaktif Bileşen Özellikleri

- Çeşitli formlarla aronya meyvesi eklenmesiyle üretilen yoğurtların depolama süresince seyreden toplam fenolik madde miktarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarı kontrol grubuna göre oldukça yüksek olup depolama süresince azalan bir grafik izlediği görülmüştür. Yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarında kontrol grubuna göre liyofilize aronya tozu (T), aronya püresi (P) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneklerinde sırasıyla 1. günde % 368.94, % 351.14, % 267.91 oranında arttığı görülmüştür. Depolama süresi sonunda en yüksek değer aronya püresi ilaveli yoğurt örneğinde 49.95 mg GAE/mL belirlenmiştir.
- Farklı formlarda aronya meyve ilavesinin depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde antioksidan aktivite miktarları üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda bulunmuştur ($P<0.05$). Yoğurt örneklerinde antioksidan aktivite miktarında kontrol grubuna göre liyofilize aronya tozu (T), aronya püresi (P) ve enkapsüle aronya meyvesi (E) ilave edilen yoğurt örneklerinde sırasıyla % 279.68, % 225.86, % 216.47 oranında artış görülmüştür. Enkapsüle aronya meyvesi (E) ilaveli yoğurt örneklerinde antioksidan aktivite miktarı düşmesine rağmen depolamanın 14. ve 28. günleri arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir ve depolama sonunda en yüksek değer 1.10 mM TEAC bulunmuştur.

Farklı Formlarda Aronya Meyvesiyle Zenginleştirilen Yoğurtların Duyusal Özellikleri

- Yapılan varyans analizi sonucunda sadece kontrol grubu diğer yoğurt örneklerine göre renk, yapı ve tat açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($P<0.05$). Ancak depolama süresinin ve yoğurt örneklerinin yapı-tekstür, tat-koku, renk-görünüş üzerinde farklı etki etmediği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda farklı formlarda aronya ilave edilerek üretilen yoğurtların biyoaktif bileşenler bakımından zengin olması sebebiyle fonksiyonel bir ürün olabileceği değerlendirilmiştir. Özellikle enkapsüle aronya meyvesi ilaveli yoğurt örneklerinde antioksidan aktivitesinin daha çok korunduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Acosta-Estrada, B. A., Guti´errez-Urbe, J. A., & Serna-Saldívar, S. O. 2014. Bound phenolics in foods, a review. Food Chemistry, 152, 46–55.
- Açıkgözoğlu, A.B., 2008. Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,86, Konya
- Açu, M., Yerlikaya, O., Kınık, Ö. (2014). Mikroenkapsülasyon ve Süt Teknolojisindeki Yeri. Akademik Gıda, 12(1), 97-107.
- Adeleye, S.A., Salami, J., Oluwaleye, I.O., Oni, T.O., Akindele, D.O. ve Olukayode, N. E., 2020. Evaluation of the convective drying of banana. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, 2(8): 1017- 1026.
- Ahmed, A.S., Wehaidy, R.H., Ibrahim, A.O., El Ghani A.S., El-Hofi, A.M. 2016. Novel milk-clotting enzyme from *Bacillus stearothermophilus* as a coagulant in UF-white soft Teixeira & Peres,cheese. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 241-249.
- Ahmed, M.I.A., Alqah, H.A.S., Saleh, A., Al-Juhaimi, F.Y., Babiker, E.E., Ghafoor, K.,Hassan, A.B., Osman, M.A., Fickak, A., 2020. Physicochemical quality attributes and antioxidant properties of set-type yogurt fortified with argel (*Solenostemma argel*Hayne) leaf extract. LWT-Food Science and Technology.
- Akdeniz, B., Demirbükür Kavak, D. 2019. Physicochemical characteristics and antioxidant capacity of traditional yogurt fortified with grape (*Vitis vinifera* L.) seed extract at different levels. Kocatepe Veterinary Journal. 1-1.
- Akram, U.M.,2018. Esmer pirinç le zenginleştirilmiş fonksiyonel yoğurt üretimi. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 62,Ankara
- Anonim. 2008. Web Sitesi: <https://americanaronia.org/> Erişim Tarihi: 3.4.2024
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. (15. Ed.): Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- AOAC,2000. Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk Gerber Method by Weight (Method I)
- Ara, V. 2002. Schwarzfruchtige Aronia: Gesund – und bald “in aller Munde”? Flüssiges Obst., 10, 653-658.
- Arts, M.J., Haenen, G.R., Wilms, L.C., Beetstra, S.A., Heijnen, C.G., Voss, H.P., Bast, A.J.,2002. Interactions between flavonoids and proteins: effect on the total antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 1184–1187.
- Atamer M., ve Sezgin E., 1987. İnkübasyon Sonu Asitliğin Yoğurt Kalitesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Gıda Dergisi.

- Ayar, A., Sert, D., Kalyoncu, Ğ.H., 2005. Farklı Meyveler Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Kimyasal, Reolojik ve Duyusal Özellikleri. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi, 8: 0-8
- Bakır, K., 2019. Aronya (*Aronia Melanocarpa* Sp. Viking) Meyvesi Bazlı Çay ve Nutrasötik Ürünlerde Fenolik Antioksidanların Detaylı Tayin: Antiproliferatif ve Antikarsinogenik Gıda Takviyeler Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 157, Manisa
- Banerjee, U., Halder, T., Malida, R., Panda, R., Roymahapatra, G., 2017. Variety of yogurt and its health aspects - A brief review. International Journal of Innovative Practice and Applied Research, 7. 56-66.
- Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokić, S., Molnar, M., De Zoysa, H. K. S., & Waisundara, V. Y. 2017. Antidiabetic effects of *Aronia melanocarpa* and its other therapeutic properties. Frontiers in Nutrition, 4,1-6.
- Besle, J.M., Viala, D., Martin, B., Pradel P., Meunier B., Berdagué J.L., Fraisse, D., Lamaison, L.J., Coulon, J.B. 2010. Ultraviolet-absorbing compounds in milk are related to forage polyphenols, Journal of Dairy Science, 93(7), Issue 7, 2846-2856.
- Boycheva, S., Dimitrov, T., Naydenova, N., Mihaylova, G. 2011. Quality Characteristics of Yogurt from Goat's Milk, Supplemented with Fruit Juice. Czech Journal of Food Sciences. 29. 24-30
- Bulgaru, V., Cuşmenco, T., Elisaveta, S., Macari, A., Sturza, R. 2021. Evolution of Physico-chemical Indices and Functional Properties of Fruit Yogurt during Storage. Acta Scientific Nutritional Health. 78-89.
- Cerdá-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J.J. Frutos, M.J., 2023. Microencapsulated saffron floral waste extracts as functional ingredients for antioxidant fortification of yogurt: Stability during the storage, LWT, 184.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, S.K, Lim, K.K., Tan, S.P., Lianto, F.S., Yong, M.Y. 2009 Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species, Food Chemistry, 113 (1), 166-172.
- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S., Karvela, E., Makris, D., Karathanos, V. 2013. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. LWT - Food Science and Technology, 53(2), 522-529.
- Choudhury, P., Lall, P., Narangaparambil, J., Miller, S. 2021 Flexible Encapsulation Process-Property Relationships for Flexible Hybrid Electronics, 2021 IEEE 71st Electronic Components and Technology Conference (ECTC), San Diego, CA, USA, 1490-1499.
- Cuşmenco, T., Bulgaru, V., 2020. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Goat Milk Yogurt with Fruits. Ukrainian Food Journal, 9(1): 86-98.
- Çakmakçı, S., Türkoğlu, H., Çağlar, A., 1997. Meyve Çeşidi ve Muhafaza Süresinin Meyveli Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (3), 390-404s.
- Çatalkaya, G., 2015. *In Vitro* Bioaccessibility of Anthocyanins in Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Added Yogurts. Yüksek Lisans Tezi

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 107, İstanbul

- Çetin, N., 2019. Kurutma koşullarının elma ve portakalda renk özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17: 463-470.
- Çiftçi M., Öncül N., 2021. Süt Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımı Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 10(3), 62-76.
- D'Alessandro, L., Vauchel, P., Przybylski, R., Chataigné, G., Nikov, I., Dimitrov, K. 2013. Integrated process extraction–adsorption for selective recovery of antioxidant phenolics from Aronia melanocarpa berries. *Separation and Purification Technology*, 120, 92–101.
- Dey, K. C., Begum, R., Rahman, M. R. T., Sultana, A., Akter, S., Janny, R. J. (2014). Development of Fruit Juice Yogurt by Utilization of Jackfruit Juice: A Preliminary Study on Sensory Evaluation, Chemical Composition and Microbial Analysis. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(4), ss. 1074–1079.
- Dölek, P. 2012. Mikro kapsül lenen yaban mersinine ekstraktının dondurmada ve invitro koşullarda antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 75, Şanlıurfa.
- Du, H., Wang, X., Hang, Y., Zhu, F., Liu, J., Cheng, J., Lin, Y., Tang, D., Liu, X., 2023. Regulation on the quality of yogurt by phenolic fraction of mulberry pomace supplemented before and after fermentation, *Food Control*, 144.
- Durmuş, N., 2015. Karadut püresi ilaveli süten yoğurt eldesinde fermentasyonun fenolik madde miktarı, in-vitro biyoerişebilirlik ve fiziksel özellikler üzerindeki etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, gıda mühendisliği Anabilim Dalı, 107, İstanbul
- Esatbeyoğlu, T., Fischer, A., Legler, A., Oner, M., Wolken, H., Köpsel, M., Özogul, Y., Ozyurt, G., De Biase, D., Ozoğul, F. 2023. Physical, chemical, and sensory properties of water kefir produced from Aronia melanocarpa juice and pomace. *Food Chemistry*:X 18.
- Espírito-Santo, A.P., Silva, R.C., Soares, F.A.S.M., Anjos, D., Gioielli, L.A., Oliveira, M.N., 2010. Açai Pulp Addition Improves Fatty Acid Profile and Probiotic Viability in Yoghurt. *International Dairy Journal*, 20(6): 415-422.
- Fisberg M, Machado R. 2015. History of yogurt and current patterns of consumption. 1,4-7.
- Gökçurak, E. N., 2022. *Spirulina platensis* katkılı yoğurdun antioksidan ve probiyotik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Tıp Anabilim Dalı, 71, Amasya.
- Granato D., Branco G.F., Cruz A.G., 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.
- Guzmán- González, M., Morais, F., Amigo, L., 2000. Influence of Skimmed Milk Concentrate Replacement by Dry Dairy Products in a Low- Fat Set- Type

- Yoghurt Model System. Use of Caseinates, Co- Precipitate and Blended Dairy Powders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(4): 433-438.
- Günaydın, S., Sağlam, C., Çetin, N. 2022. Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Kullanılan Kurutma Yöntemleri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*. 5.
- Günüç, Z., 2023. Portakal kabuğu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların raf ömrü ve fonksiyonel özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 88, Erzurum.
- Hamid, Thakur, N.S., Sharma, R., Thakur, A. 2022. Optimization of lyophilized microencapsulated phenolic extract concentration for enrichment of yoghurt and effect on chemical parameters, bioactive compounds, antioxidant activity and sensory quality under storage, *South African Journal of Botany*, 151, 413-422.
- Haneen, H. M. 2019. Physicochemical, microbiological and sensory evaluation of yogurt prepared with date paste. *Asian Journal of Applied science and Technology*, 3(1), 234-248.
- Hashim, I.B., Khalil, A.H., Afifi, H.S., 2009 Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber, *Journal of Dairy Science*, 92, (11), 5403-5407.
- Ho, G.T.T.; Bräunlich, M.; Austerheim, I.; Wangenstein, H.; Malterud, K.E.; Slimestad, R.; Barsett, H. 2014. Immunomodulating Activity of Aronia melanocarpa Polyphenols. *J. Mol. Sci.* 15, 11626-11636.
- IDF 1993. Milk determination of nitrogen content. Brussels, Belgium. IDF standard 20b.
- Ignat, I. Volf, V., Popa, I., 2011. A Critical Review of Methods for Characterisation of Polyphenolic Compounds in Fruits and Vegetables, *Food Chemistry*, 126(4), 1821-1835
- Jakubczyk, E., Kamińska-Dwórznińska, A., 2021. Effect of Addition of Chokeberry Juice Concentrate and Foaming Agent on the Physical Properties of Agar Gel. *Gels*, 7(3): 137-152.
- Jeppsson N, Johansson R. 2000. Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *J Hort Sci Biotechnol*, (75) 340 – 5
- Jeppsson N., 2000 The effect of cultivar and cracking on fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and hybrids between chokeberry and rowan (*Sorbus*). *Gartenbauwissenschaft*; 65: 93–8
- Karaaslan, S. 2012. Meyve ve Sebzelerin Mikrodalga Destekli Kurutma Sistemleri ile Kurutulması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2):123-129.
- Karam, M. C., Petit, J., Zimmer, D., Djantou, E.B. Scher, J., Mattila, P., Hellström, J., Törrönen, R. 2006. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(19): 7193-7199.

- Karam, M.C.; Petit, J.; Zimmer, D.; Djantou, E.B.; Scher, J. 2016. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *J. Food Eng.*, 88, 32–49
- Kaya Mert, G. 2021. Yer elması dilimlerinin farklı yöntemlerle kurutulması ve kalite özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, gıda mühendisliği Anabilim Dalı, 56, Isparta
- Kazancı, E. 2021. Aronya Suyu Atığından Antosiyanin Bazlı Doğal Boya Üretimi Mikroenkapsülasyonu Ve Meyveli Soslarda Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 60, İstanbul
- Kim, S. H., Chon, J., Song, K., Jeong, D., Seo, K. 2019. Sensory Attributes of Market Milk, Yogurt, and Kefir Supplemented with Various Concentrations of *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) Powder: A Preliminary Study. *Journal of Milk Science and Biotechnology*. 37. 108-114.
- Koç, M. ., Sakin, M. ., & Ertekin, F. K. 2010. Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 77-86.
- Koçak, Ç., Kök Taş, T. 2013. Fonksiyonel süt ürünleri bağışıklık sistemi üzerine etkisi ve yakult örneği. *Akademik Gıda*, 11 (3-4) 114 - 118.
- Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., Luczkiewicz, M. 2010. *Aronia* plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of medicinal food*, 13(2): 255-269.
- Krokida, M. K., Tsami, E., & Maroulis, Z. B. 1998. Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables. *Drying Technology*, 16(3–5), 667–685.
- Kulling, S. E., ve Rawel, H. M. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) - A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med*, 74(13), 1625-1634.
- Kumar, A., Kumar, D., 2015. Development of antioxidant rich fruit supplemented probiotic yogurts using free and microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* culture. *Journal of Food Science and Technology* 53, 667–675.
- Lee, J. E., Kim, G. S., Park, S., Kim, Y. H., Kim, M. B., Lee, W. S., Jeong, S.W., Lee, S.J., Jin, J.S., and Shin, S. C. .2014. Determination of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenol components using liquid chromatography–tandem mass spectrometry: Overall contribution to antioxidant activity. *Food Chemistry*, 146, 1-5.
- Li, Y., Zhao, F., Li, C., Xie, X., Ban, X., Gu, Z., & Li, Z. 2023. Short-clustered maltodextrin provides cryoprotection by maintaining cell membrane homeostasis of yeast during frozen storage. *Food chemistry*, 405(Pt A), 134729
- Li, Y., Li, C., Ban, X., Cheng, L., Hong, Y., Gu, Z., Li, Z., 2021. Alleviative effect of short-clustered maltodextrin on the quality deterioration of frozen dough: Compared with trehalose and guar gum, *Food Hydrocolloids*, 118, 106791

- Lou., S.-N., Lin, Y.-S., Hsu, Y.-S., Chiu, E.M., Ho, C.-T. 2014. Soluble and insoluble phenolic compounds and antioxidant activity of immature calamondin affected by solvents and heat treatment. *Food Chemistry*. 161. 246-253.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S. 2006. Flavour Encapsulation and Controlled Release - a Review. *International Journal of Food Science & Technology*. 41. 1 – 21.
- Mahmoudi, R., Bajalanlou, F., Ghajarbeygi, P., Pakbin, B., 2016. Chemical Properties and Sensory Evaluation of Probiotic Yoghurt Manufactured with Aqueous Extract of Aloe Vera. *Journal of Biology and Today's World*, 5(11): 197-202.
- Marette, A., Picard-Deland, E. 2014. Yogurt consumption and impact on health: focus on children and cardiometabolic risk. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5), 1243S-1247S.
- Meilgaard, M. C., Giville, G. V., & Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation of Techniques* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Moreno Aznar, L.A, Cervera Ral, P., Ortega Anta, R.M., 2013. Scientific evidence about the role of yogurt and other fermented milks in the healthy diet for the Spanish population (Spanish).28,2039–2089.
- Mutlu, M.D. 2022. Kızılcık meyvesi ilavesiyle yoğurdun bazı biyokimyasal özelliklerinin zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 98, Malatya
- Nguyen, L., Hwang, E.S. 2016. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Preventive Nutrition and Food Science*. 21. 330-337.
- Ognik, K., Rusinek, E., Sembratowicz, I., Truchliński, J. 2006. Contents of heavy metals, nitrate (V), and nitrate (III) in fruits of elderberry and black chokeberry depending on harvest site and vegetation period. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 57(3): 235-241.
- Olika M. 2022. Siyah kuş krizi kirazı ilavesinin yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 125, Adana
- Olsson, ME; Gustavsson, KE; Andersson, S.; Nilsson, Å.; Duan, RD. 2004. Fruit and fruit extracts and in vitro cancer cell proliferation inhibition and correlations with antioxidant levels. *J. Agric. Food Chem.* 52, 7264- 7271
- Omurtag Korkmaz, İ., Bilici, C., Korkmaz, S., 2021. Sensory, pH, syneresis, water-holding capacity, and microbiological changes in homemade yogurt prepared with maca (*Lepidium meyenii*) powder and propolis extract, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100291
- Oroian, M., Codină, G.G., Dabija, A., 2022. Quality Characteristics of Yogurt with Different Levels of Cranberries Powder Addition of Different Particle Sizes. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1-13.
- Oszmianski, J. and Wojdylo, A. 2005. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 1, 1-5.

- Özdemir, K., & Eroğlu Özkan, E. 2020. Aronia sp. meyvelerinin kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 44(3), 557-570.
- Özden, A. 2009. İnsan beslenmesinde yoğurdun yararlı etkileri. Güncel Gastroenteroloji. 13(4), 227-231.
- Özer, B. 2006. Yoğurt bilimi ve teknolojisi. (1.baskı) İzmir: Sidas yayınları
- Öztürkoğlu-Budak, Ş., Akal, H.C., Buran, İ., Yetişemiyen, A., 2019. Effect of inulin polymerization degree on various properties of synbiotic fermented milk including *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12, Journal of Dairy Science, 102(8), 6901-6913,
- P., Sánchez, R.M., Hernández, J.L., Pedraz, G., Orive. 2013. Encapsulation of cells in alginate gels Methods in molecular biology (Clifton, N.J.), 1051, 313–325.
- Peanparkdee, M., Patrawart, J., Iwamoto, S. 2019. Effect of extraction conditions on phenolic content, anthocyanin content and antioxidant activity of bran extracts from Thai rice cultivars. Journal of Cereal Science. 86. 86-91.
- Peker, H. 2012. Keçiyoynuzu gamı kullanarak az yağlı yoğurt ve zeytin yaprağı ekstratı kullanılarak fonksiyonel meyveli yoğurt üretimlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 80. Denizli
- Peker, H., Arslan, S., 2011. Mikroenkapsülasyon ve süt teknolojisinde kullanım alanları. Akademik Gıda 9(6): 70-80.
- Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Alakomi, H.L., Oksman-Caldentey, K.M. 2005a. Bioactive berry compounds -novel tools against human pathogens. Appl Microbiol Biotechnol; 67:8–18.
- Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Alakomi, H.L., Oksman- Caldentey, K.M. 2005b. The action of berry phenolics against human intestinal pathogens. Biofactors; 23:243–251.
- Rashwan, A., Karim, N., X., Yang, Haoxin, C., Fang, J., Cheng, K., Mo, J., Chen, W. 2022. Chemical composition, quality attributes, antioxidant activity of stirred-type yogurt enriched with Melastoma dodecandrum Lour fruits powder. Food & Function.
- Rossell, I.M., Kesgen, J.M. 2003. The distribution and fruiting of red and black chokeberry (*Aronia arbutifolia* and *A. melanocarpa*) in a southern Appalachian fen. Journal of the Torrey Botanical Society, 202-205.
- Sablani, S. S., Andrews, P. K., Davies, N. M., Walters, T., Saez, H., Bastarrachea, L. 2011. Effects of Air and Freeze Drying on Phytochemical Content of Conventional and Organic Berries. Drying Technology, 29(2), 205–216.
- Saifullah, Md., Hashim, S., Aalim, H., Bilal, M., Khan, S., Marappan, G. Tahir, F., Cheng, K., Zou, X. 2024. Micro and nano-encapsulated natural products in yogurt: An emerging trend to achieve multifunctional benefits in product quality and human health. Food Hydrocolloids. 154.
- Sanguansri, L., & Ann Augustin, M. 2010. Microencapsulation in functional food product development. Functional food product development, 1-23.

- Saydam, D. 2022. Taflan (karayemiş laz üzümü) pekmezi ile üretilen yoğurtların özellikleri ve bu özelliklerde raf ömrünü oluşturan değişimlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 99, Adana
- Sham, P.W.Y., Scaman, C.H. and Durance, T.D. 2001. Texture of Vacuum Microwave Dehydrated Apple Chips as Affected by Calcium Pretreatment, Vacuum Level, and Apple Variety. *Journal of Food Science*, 66 (9):1341-1347.
- Shetty, K., Lin, Y. 2007. Phenolic antimicrobials from plants for control of bacterial pathogens. Taylor and Francis Group, LLC.
- Shori, A. B., Baba, A. S., & Solear, L. S. H. 2020. Allium sativum and fish collagen enhanced proteolysis pattern of milk protein during cheddar cheese ripening. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100059.
- Skoczyńska, A., Jędrychowska, I., Poręba, R., Affelska-, A., Turczyn, B., Wojakowska, A., Andrzejak, R. 2007. Influence of chokeberry juice on arterial blood pressure and lipid parameters in men with mild hypercholesterolemia. *Pharmacological Reports*. 177–182.
- Skupien K, Oszmianski J. 2007. The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agric Food Sci*, 16, 46 – 55
- Šnebergrová, J., Čížková, H., Neradová, E., Kapci, B., Rajchl, A., Voldřich, M. 2014. Variability of Characteristic Components of Aronia. *Czech Journal of Food Sciences*. 32.
- Sojka, M., Kotodziejezyk, K., Milala, J., Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by products. *Industrial Crops and Products* 2013, 51, 77 - 86.
- Souza, A.C.P., Gurak, P. D., Marczak L.D.F. 2017. Maltodextrin, pectin and soy protein isolate as carrier agents in the encapsulation of anthocyanins-rich extract from jaboticaba pomace, *Food and Bioproducts Processing*, 102, 186-194.
- Şahin, A. ve Erdoğan, Ü. 2022. Aronia (*Aronia melanocarpa* Michx Elliot) production and evaluation methods in the world and turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(1), 81–85.
- Şahingil D., Hayaloğlu A.A., 2022. Enrichment of antioxidant activity, phenolic compounds, volatile composition and sensory properties of yogurt with rosehip (*Rosa canina* L.) fortification. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 28: 100514.
- Tanaka, T., Tanaka, A., 2001. Chemical Components and Characteristics of Black Chokeberry. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*. 48. 606-610.
- Tatar Turan, F. 2017. Ultrasonik notunun mavi yemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) tozu ve mikro kapsüllü üretiminde kullanımı. Doktora Tezi. 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 90, Samsun.
- Teberdar Güneş, F.E., Yoğurt ve Peynir Üretiminde Malt Ekstraktı Kullanılması. Selçuk Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 65, Konya.

- Teixeira, M.L., Peres, F. 2009. Food additive intake and health effects: Public health challenges in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 25 (8) 1653-1666.
- Timilsena, Y., Haque, A., Adhikari, B. 2020. Encapsulation in the Food Industry: A Brief Historical Overview to Recent Developments. *Food and Nutrition Sciences*. 11. 481-508.
- Tokusoglu, Ö., 2019. Aronya (*Aronia melanocarpa* (Mich) Elliot) ve Mürver (*Sambucus nigra* L.) Meyve Türlerinin Farklı Ekolojilerde Yetiştiriciliği, Meyve Karakteristik Bileşenleri Biyoyararlılığının İncelenmesi". TAGEM Projesi- YABK Enstitüsü- Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı Ankara TAGEM BBAD/17/ A08/P10/01 -- TAMAMLANMIS PROJE (Başlangıç Tarihi 01.01.2017 ; Bitiş Tarihi: 15.05.2019)
- Tokuşoğlu, Ö., Stoner, G., 2011. Chokeberry. In: *Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry & Applications*. Tokuşoğlu, Ö.(eds), 459, Florida, USA.
- Tolić MT, Jurčević IL, Krbavčić IP, Marković K, Vahčić N. 2015. Phenolic content, antioxidant capacity and quality of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Food Technol Biotechnol*. 53(2):171-179.
- Tolve, R., Tchienbou-Magaia, F., Di Cairano, M., Caruso, C.M., Scarpa, T., Galgano, F. 2021 Encapsulation of bioactive compounds for the formulation of functional animal feeds: The biofortification of derivate foods, *Animal Feed Science and Technology*, 279, 115036.
- Tontul, İ. 2019. Gıda Endüstrisinde Nanoenkapsülasyon Teknikleri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 7. 220.
- Üçer O., Tokuşoğlu O. 2018. Specific Cancer Clinical Studies and Drug Interactions on Nutraceutical Fruit and Plant Powders [Chapter 8]. In *BOOK Food ByProduct Based Functional Food Powders, (The Nutraceuticals: Basic Research/Clinical Application Series Book)* Ozlem Tokusoglu, Ö., (eds), 151-184. Florida, USA.
- Valcheva-Kuzmanova, S.V., Belcheva, A., 2006. Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia medica*, 48(2):11.
- Walstra, P., Geurts, T.I., Noomen, A., Jellema, A., van Boekel, M.A.J.S., 1999. Fermented Milks. Chapter 20 In: *Dairy Technology: Principles of Milk properties and Processes*. New York: Marcel Dekker, 517–537p.
- Wells, J.E., Berry, E.D. 2005. Effects of common forage phenolic acids on *Escherichia coli* O157:H7 viability in bovine feces. *Appl Environ Microbiol*, 71(12), 7974-7979.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., Bober, I. 2008. The effect of addition of chokeberry, flowering quince fruits and rhubarb juice to strawberry jams on their polyphenol content, antioxidant activity and colour. *European Food Research and Technology*, 227(4): 1043-1051.
- Wu, X., Gu, L., Prior, R.L. McKay, S. 2004. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(26): 7846-7856.

- Y. Jang, E., Koh. 2023 Effect of encapsulation on stability of anthocyanins and chlorogenic acid isomers in aronia during in vitro digestion and their transformation in a model system, Food Chemistry, 434.
- Yetişemeyen, A. ,Sezgin,E.,Atamer,M., Koçak,C., Gürsel,A. ve Gürsoy,A.2007, Süt Teknolojisi, Ankara Üniversitesi basımevi,297,Ankara.
- Yetişemeyen, A. ,Sezgin,E.,Atamer,M., Koçak,C., Gürsel,A. ve Gürsoy,A.2007, Süt Teknolojisi, Fermente Süt Ürünleri Teknolojisi, Ankara Üniversitesi basımevi,297,Ankara.
- Yılmaz, A., Güler, E., Soydemir, H., Demirel, S., Mollahaliloğlu, S., Karadeniz, T., Çiftçi, V,. 2021. Miracle Plant: Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*). 6.
- Yüksel, Z., Avcı, E., Erdem,Y.K., 2020. Characterization of binding interactions between green tea flavanoids and milk proteins,Food Chemistry,121(2), 450-456.
- Zainol, K., Azizah,. A.H., & Bakar, F. Dek, M. 2009. Effect of different drying methods on the degradation, of selected flavonoids in *Centella asiatica*. 16. 531-537.
- Zhang, Y., Zhao, Y., Liu,X., Chen, X., Ding, C., Dong, L., Zhang, J., Sun, S., Ding,Q., Khatoom, S., Cheng,Z., Liu,W., Shen,L., Xiao,F., 2021. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview, Journal of Future Foods, 1(2) 168-178.