T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYRAN ÜRETİMİNDE STABİLİZÖR VE YAĞ İKAMESİ OLARAK *Plantago ovata* (KARNIYARIK OTU)'DAN YARARLANMA OLANAKLARI

Betül KESİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYRAN ÜRETİMİNDE YAĞ İKAMESİ VE STABİLİZÖR OLARAK *Plantago ovata* (KARNIYARIK OTU)'DAN YARARLANMA OLANAKLARI

Betül KESİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
2.1. Yağ İkame Maddeleri Hakkında Genel Bilgiler 6
2.2. Hidrokolloidler 8
2.3. Stabilizörler 11
2.3.1. Jelatin 15
2.3.2. Karregenan 18
2.3.3. Karboksimetil Selüloz (CMC) 19
2.3.4. Keçi Boynuzu Gamı 20
2.3.5. Pektin 21
2.4. *Plantago Ovata* (Karnıyarık Otu) 22
2.5. Ayran ile İlgili Çalışmalar 32
3. MATERYAL ve YÖNTEM 37
3.1. Süt 37
3.1.1. *Plantago ovata* (karnıyarık otu) 37
3.1.2. Stabilizör 37
3. 2. Yöntem 37
3. 2. 1. Ayran üretimi 37
3.2.2 Ayranda yapılan analizler 39
3.2.2.1. Fiziko-kimyasal analizler 39
3.2.2.1.1. pH tayini 39
3.2.2.1.2. Titrasyon asitliği tayini 39
3.2.2.1.3. Kurumadde tayini 39
3.2.2.1.4. Renk analiz 40
3.2.2.1.5. Tuz tayini 40
3.2.2.1.6. Viskozitenin ölçülmesi 40
3.2.2.1.7. Su tutma kapasitesi 40
3.2.2.1.8. Serum ayrılması 41
3.2.2.1.9. Su aktivitesi 41
3.2.2.1.10. Tekstür profil analizi (TPA) 41
3.2.2.2. Duyusal analizler 41
3.2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler 42
3.2.2.3.1. *Streptococcus* thermophilus sayısı 42
3.2.2.3.2. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 43
3.2.2.3. Maya-Küf Sayısı 43
3.2.2.4. İstatistiksel analizler 43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 44
4.1. Ayranların Kimyasal Kompozisyonu 44
4.2. Depolama Periyodu Sırasında Ayranların Fizikokimyasal Özelliklerinde Tespit Edilen Değişimler 46
4.2.1. Ayranların pH değerleri 47
4.2.2. Ayranların titrasyon asitliği değerleri 48
4.2.3. Ayranların viskozite değerleri 50
4.2.4. Ayranların serum ayrılması değerleri 52
4.2.5. Ayranların su tutma kapasitesi değerleri 56
4.2.6. Ayranların su aktivitesi değerleri 58

4.2.7. Ayranların renk değerleri (L*, a* ve b*) 60
4.2.8. Ayranların tekstürel özelikleri 66
4.2.8.1. Sertlik (hardness) 66
4.2.8.2. Sıkılık 69
4.2.8.3. İç Yapışkanlık 70
4.3. Ayranların Duyusal Özellikleri 72
4.3.1. Renk ve Görünüş 72
4.3.2. Tat-Aroma 74
4.3.3. Yapı-Kıvam 76
4.3.4. Genel kabul edilebilirlik 77
4.4. Ayranların Mikrobiyolojik Özellikleri 79
4.4.1. Ayranların Streptococcus thermophilus sayısı 80
4.4.2. Ayranların Lactabacillus delbrueckii bulgaricus subsp. sayısı 82
4.4.3. Ayranların M*aya-Küf* sayısı 83
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 85
KAYNAKLAR 87
ÖZGEÇMİŞ 103

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AYRAN ÜRETİMİNDE STABİLİZÖR VE YAĞ İKAMESİ OLARAK *Plantago ovata* (KARNIYARIK OTU)'DAN YARARLANMA OLANAKLARI

Betül KESİK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Yıl: 2023, Sayfa: 103

Bu çalışmada ayran üretiminde *Plantago ovata(*karnıyarık otu) yağ ikamesi ve stabilizör olarak değerlendirilerek incelenmiştir. Bu amaçla yedi farklı ayran üretilerek (A: %2, yağlı kontrol; B: %1, yağlı kontrol; C: %1 yağlı, *Plantago ovata;* D: %1 yağlı, jelatin; E: %0.1 yağlı kontrol; F:%0.1 yağlı *Plantago ovata;* G: %0.1 yağlı, jelatin) +4°C' de 20 gün süreyle depolanmış ve birinci, onuncu, ve yirmibirinci günlerinde depolamanın kimyasal, fiziksel, duyusal, mikrobiyolojik ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. *Plantago ovata (*karnıyarık otu)'nın yağ ikamesi olarak ayranların viskozite, titrasyon asitliği, su tutma yeteneği, serum ayrılması, su aktivitesi, L, a ve b renk değerleri, duyusal parametreler, tekstür ve *Str. thermophilus* sayısı üzerindeki etkileri önemli bulunurken ($p<0,05$), stabilizör olarak kullanıldığında ise, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, L*, a* ve b* renk değerleri, sertlik ve iç yapışkanlık değerleri ile yapı-kıvam, tat- aroma ile birlikte genel kabul edilebilirlik puanları üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Plantago ovata tozu ilave edilen yağı azaltılmış ayranların fizikokimyasal, tekstürel, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerinin yağlı kontrol örneklerine yakın olduğu, yağsız kontrol örneklerinden ise daha iyi olduğu ve pozitif kontrol olarak kullandığımız jelatin ilaveli örneklere çok yakın bulunduğu belirlenmiş olup, bu ayranlar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, *Plantago ovata* tozunun yağı azaltılmış ayranlarda ortaya çıkan fiziksel, tekstürel ve duyusal kusurları önleyebileceği ve ayran üretiminde yağ ikamesi ve stabilizör olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Ayran, *Plantago ovata*, yağ ikamesi, stabilizör

ABSTRACT

MSc Thesis

POSSIBILITIES OF USING *Plantago ovata* (PSYLLIUM) AS STABILISER AND FAT SUBSTITUTE IN AYRAN PRODUCTION

Betül KESİK

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department Of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Year: 2023, Page: 103

In this study, Plantago ovata was investigated as an oil substitute and stabilizer in ayran production. For this purpose, seven different ayran (A: 2% fat control; B: 1% fat, control; C: 1% fat, *Plantago ovata;* D: 1 % fat, 0.2% *gelatin;* E: 0.1% fat,control; F: 0.1% fat, *Plantago ovata;* and G: 0.1% fat, *gelatin*) were stored for 20 days(at +4°C) and their chemical, physical, sensory and textural properties were determined on the 1st, 10th and 21st days of storage. The impacts of *Plantago ovata (*Psyllium) as a fat substitute on titratable acidity, viscosity, syneresis, water holding capacity, water activity, L*, a* and b* colour values, sensory parameters, texture and *S. thermophilus* count of ayran were found significant ($p<0.05$), when used as a stabiliser, its effects on syneresis, water holding capacity, water activity, L*, a* and b* colour values, hardness and internal viscosity values, texture,taste and aroma and general acceptability points were found to be meaning ($p<0.05$). It was defined that the physicochemical, textural, sensory and microbiological properties of the reduced-fat ayran to which *Plantago ovata* powder was added were close to the fatty control samples, better than the fat-free control samples and very close to the gelatin-added samples used as the positive control, and there was'nt meaningful difference between these ayran. As a consequence, it was finished that *Plantago ovata* powder can eliminate the physical, textural and sensory defects in reduced fat ayran and can be used like a fat substitute and stabiliser in ayran production.

KEY WORDS: Fat substitution, drighing yoghurt, *plantago ovata*, stabilizer

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım süresi boyunca konu belirlenmesinde, laboratuvar çalışmalarımda ve araştırmalarımda sürekli bana destek olan bana yol gösterici ışığım, umudum olan sayın danışman hocam Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN'a, çalışmalarım esnasında benden desteğini esirgemeyen bölümümüz öğretim üyelerinden Prof. Dr. Musa Serdar AKIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarım sırasında desteklerini gördüğüm bölümümüz lisansüstü öğrencileri Feride DAŞNİK ŞEKER'e, Sümeyra GÜMÜŞ'e, Büşra ÇUBUKÇU'ya, her zaman yanımda olan canım arkadaşlarım Firdevs DEMİRKOL, Rukiye BATANSU ve İsmail BATANSU'ya, yüksek lisans sürecim boyunca manevi desteğini hiçir zaman esirgemeyen işverenim Ali KARAKUŞ'a, hayatım boyunca attığım her adımda beni destekleyen, yolumu açan AİLEM'e ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Ayran üretim şeması 38
Şekil 3.2. Duyusal analiz formu 42
Şekil 4. 1. Ayranların pH değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 48
Şekil 4.2. Ayranların titrasyon asitliği değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 49
Şekil 4.3. Ayranların viskozite değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 52
Şekil 4.4. Ayranların serum ayrılması değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 56
Şekil 4.5. Ayranların su tutma kapasitesi değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 58
Şekil 4. 6. Ayranların su aktivitesi değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 59
Şekil 4. 7. Ayranların L* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 63
Şekil 4.8. Ayranların a* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 64
Şekil 4. 9. Ayranların b* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 65
Şekil 4. 10. Ayranların sertlik değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 69
Şekil 4.11. Ayranların sıkılık değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 70
Şekil 4.12. Ayranların iç yapışkanlık değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 71
Şekil 4.13. Ayranların renk ve görünüş puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 74
Şekil 4.14. Ayranların tat-aroma puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler .. 76
Şekil 4.15. Ayranların yapı-kıvam puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 77
Şekil 4.16. Ayranların Genel kabul edilebilirlik puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 79
Şekil 4. 17. Ayranların *S.thermophilus* sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 82
Şekil 4.18. Ayranların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 83
Şekil 4. 19. Ayranların maya-küf sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler 84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2. 1. Hidrokolloidlerin fonksiyonları. 10
Çizelge 2. 2. Gıdalarda kullanılan başlıca hidrokolloidler. 11
Çizelge 2. 3. Sık kullanılan hidrokolloidlerin karşılaştırılması – fonksiyonel özellikleri..... 12
Çizelge 2. 4. Sık kullanılan hidrokolloidlerin karşılaştırılması – reolojik özellikleri. 13
Çizelge 2. 5. Psyllium tohum kabuğunun (*Plantago ovata*) besin değerleri..... 24
Çizelge 2. 6. Psyllium tohum kabuğunun (*Plantago ovata*) mineral içeriği..... 24
Çizelge 4. 1. Ayranların kimyasal kompozisyonu** 44
Çizelge 4. 2. Ayranların Fizikokimyasal Özelliklerinde Depolama Periyodu Sırasında Tespit Edilen Değişimler **..... 47
Çizelge 4. 3. Ayranların L*, a* ve b* Renk değerlerinde depolama periyodu boyunca tespit edilen değişiklikler 61
Çizelge 4. 4. Ayranların tekstürel özelliklerinde depolama periyodu sıradında tespit edilen değişiklikler (n=2)** 68
Çizelge 4.5. Ayranların duyusal özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler (n=2)** 73
Çizelge 4. 6. Ayranların mikrobiyolojik özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler (n=2)** 80

1. GİRİŞ

Fermente süt ürünleri beslenmede oldukça önemli bir yer tutmaktadır. İnsan sağlığına olan katkılarından dolayı fermente süt ürünlerine küresel boyutta talep artmakta ve neredeyse her ülkede üretilmektedir. Dünyada içilebilir yoğurt olarak bilinen Ayran fermente ürünlerin en önemlilerinden birisidir. "Ayran geleneksel ve milli bir süt ürünümüz olup yoğurt üzerine su eklenerek veya kuru maddesi ayarlanabilen süte *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* kültürlerinin eklenmesiyle içilebilir kıvamda olan fermente süt ürünüdür" (TGK, 2001). Sütün yoğurt starter kültürü ile fermentasyonundan sonra, ürünün tat ve aromasını iyileştirmek maksadıyla % 0,5-1 oranında tuz ilave edilmektedir.

Ayran ile ilgili en temel sorun, zaman içerisinde yoğurt gibi reolojik yani akış ve şekil özelliklerinde sergilediği kararsızlık eğilimidir (Köksoy ve Kılıç, 2004; Özdemir ve Kılıç, 2004). Ayranın reolojik özelliklerini etkileyen etmenler; sütün ısıl işlemi, fermentasyon sıcaklığı, transglutaminaz ilavesi, son ürünün tuz içeriği ve pH'ı ile birlikte starter kültür türü (ipli ve ipsiz gibi) olarak sayılabilir (Köksoy ve Kılıç, 2003, 2004; Özdemir ve Kılıç, 2004; Tamucay Özünlü ve Koçak, 2010a; Şanlı ve ark., 2011). Bunlar dışında, düşük sıcaklıkta depolanması da üründe kısa süre içerisinde serum ayrılması olarak tanımlanan fiziksel kusura neden olmaktadır (Baruzzi ve ark., 2016).

Viskozite ile serum ayrılması ayran benzeri fermente süt ürünlerinin kalite kriterleri açısından son derece önemlidir. Köksoy ve Kılıç (2004) ayranın temel yapısal bozukluğunun düşük viskozite ve paket içerisindeki serum ayrılması olarak belirtmektedir. Sıvılarda iç sürtünme olarak tanımlanan viskozite bir sıvının akışkanlığa direncinin göstergesidir (Özünlü, 2005). Ürünün kıvamını gösteren viskozite ise tüketicilerin beğenileri ve tercihlerini belirleyen önemli faktörlerden birisidir (Köksoy ve Kılıç, 2003).

Sineresis olarak da adlandırılan serum ayrılması, jel ağındaki kazein parçacıkların yeniden düzenlenmesi ile, herhangi bir dış etkisi olmadan jelin büzülmesiyle meydana gelebilir (Lee ve A. Lucey, 2007). Diğer fermente süt içecekleri karşılaştırıldığında üretim teknolojisi gereği ayranlara eklenen tuz ve suyun serum ayrılması oranını artırdığı belirlenmiştir (Altay ve ark., 2013).

Üreticiler ayrana ait raf ömrünün, buzdolabı sıcaklığı ortamında 10 ile 15 gün arası olduğunu vurgulamaktadır. Isıl işlem yöntemi ile ayranın raf ömrü oda sıcaklığı ortamında altmış gün kadar uzatılabilir. Isıl işlem ayranının dayanıklılığını artırmakla beraber uygulanan ışıl işlemin ayrana olumsuz yönde etki yapmaması için stabilizör kullanılmaktadır (Atamer ve ark., 1999a). Stabilizatör kullanımı, sütün fermentasyonu ile elde edilen içecekler üzerine bazı istenmeyen etkilerinden dolayı tercih edilmemekle birlikte ayranın reolojik özelliklerine pozitif etkisi olduğu ifade edilmektedir. (Köksoy ve Kılıç, 2004).

Ülkemizde perakende satılan ayranların %30'unda serum ayrılması olduğu tespit edilmiştir. Ambalajda fark edilen serum ayrılması gözle görüldüğünden tüketici seçimini olumsuz şekilde etkileyebilmektedir (Koksoy ve Kilic, 2004). Ülkemizde ayran, ekseriyetle restoran ve büfe benzeri yerlerde tek porsiyonluk (150-200ml) PVC kaplarda ya da bardakta müşteriye sunulmaktadır. Ayran satışının çok az bir kısmı ise marketlerde daha büyük paketlerde yapılmaktadır. Kullanılan PVC kapların şeffaf olmaması ve etiketlerdeki "içmeden önce iyice çalkalayınız" ibaresinin dikkatten kaçması, serum ayrılmasının tüketici tarafından görülmesini engellemektedir. Stabilizatörler yardımıyla ayranda meydana gelen serum ayrılmasını azaltmak ya da önlemek mümkündür (Erkaya ve ark., 2015).

Son dönemdeki çalışmalar, ekonomik ve sosyal açıdan ilerlemiş topluluklarda, şişmanlık, gut, yüksek tansiyon, diyabet, dolaşım sistemi sorunları ve benzeri hastalıkların çoğaldığını ortaya çıkarmaktadır. Bunun en önemli sebebinin de fazla miktarda gıda tüketimi, hareketsiz kalmak, diyetle yüksek oranda kolesterol ve doymuş yağ içeren gıda tüketimi olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle tüketiciler sağlık kaygılarından dolayı, yağ oranı düşürülmüş ürünlere karşı son yıllarda hızla artan bir talep göstermişlerdir. Bu artan isteği karşılamak için gıda endüstrisi

piyasadaki ürünlere ilave olarak her yıl yeni geliştirilmiş ürünler piyasaya sunmaktadır. Çoğunlukla hayvansal gıdalardaki süt ürünlerinde kolesterolün ve doymuş yağların oranını azaltmak amacıyla yapılan araştırmalarda ürünlerin hammadde ve bileşimlerinde bazı değişikliklere gidilmektedir. Yağ ikame maddelerinin kullanımı da bu yöntemlerden biridir.

Gıda maddesine eklendiğinde, fonksiyonel yağ özelliklerini kazandıran ve yağın yerine gıdalara ilave edilebilen farklı kaynaklı ve nitelikteki ürünlerin bütününe yağ ikame maddesi denmektedir. Bu tür maddeler ürünlerde düşük yağ oranından dolayı ortaya çıkan duyusal ve fiziksel sorunları ortadan kaldırmaktadır. Yağ ikame maddeleri bileşenlerine bağlı olarak üründe yağlılık hissi, yağ gibi tat ve aroma hissi, üründe arzu edilen tekstür oluşumu, yumuşaklık ve kıvam sağlayabilmektedir. Yağ ikame katkıları "yağ benzeri unsurlar (fat substitutes)" ile "yağ taklidi unsurlar (fat mimetics)" şeklinde gruplandırılmaktadırlar. İlaveten bu katkı maddelerinin farklı kombinasyonları da kullanılabilmektedir (Akın ve Kırmacı, 2015).

Geleneksel soğuk içeceklerimizin içerisinde önemli bir yere sahip olan ayranın, piyasadaki öteki içeceklerle rekabet edebilmesi için, belirli standart ve yüksek kalite değeri oluşturmak suretiyle tüketiciler tarafından tercih edilebilirlik seviyesinin artırılması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da ancak tüketicilerin ürün talebini düşüren etmenlerin yok edilmesi ve son ürüne sağlanan standart ile mümkündür. Yapılan araştırma ve incelemeler satışta bulunan ayranların standart bir kaliteye haiz olmadıklarını, ayrıca kimyasal içerikleri yönünden de farklılık arz ettiklerini ortaya koymaktadır (Kohneshahri, 2013b).

Plantago ovata, İngilizce'de yaygın olarak 'psyllium' ve Hindistan'da ise 'isapgol' olarak bilinmektedir. Bu bitki Plantaginaceae ailesine ait, tek yıllık ve 10-45 cm boyunda kısa saplı bir bitkidir. *Plantago ovata*, gıda sanayinde sağlık içecekleri, ayran, reçel, hazır erişte gibi ürünlerde kalınlaştırıcı, su bağlayıcı ve ikame olarak kullanılmaktadır (Cummings ve Stephen, 1980).

Bu çalışmada yağı azaltılmış ayranlarda serum ayrılmasını asgari düzeye düşürmek ve viskoziteyi iyileştirmek amacıyla *Plantago ovata*'dan stabilizatör ve yağ

ikamesi olarak yararlanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla ön denemelerle belirlediğimiz oranlarda (%0.1) *Plantago ovata* ilavesi ile üretilen yarım yağlı ve yağsız ayranlar, yağsız, yarım yağlı, yağlı, ve kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, pozitif kontrol olarak ticari stabilizatörlerden jelatin kullanılarak yağım yağlı ve yağsız ayranlar üretilerek örneklerin fiziko-kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri 20 günlük depolama süresince incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde yağ ikame maddeleri, stabilizörler ve *Plantago ovata* ile alâkalı ayrıntılı bilgi verilmiştir.

2.1. Yağ İkame Maddeleri Hakkında Genel Bilgiler

İnsan yaşamı için vazgeçilmez öneme sahip yağlar, beslenmede önemli görevleri olan elzem yağ asitleri ile içerisinde çözünebilen vitaminleri barındırmalarının yanında önemli enerji kaynağıdırlar. Gıdaların yapısında yer alan yağların tekstür, aroma, tat, viskozite, kıvam, yapı, erime özellikleri, yumuşaklık, hava tutma, emülsiyon oluşturma ve büzülmeyi önleme benzeri çok sayıda önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Yağ içeriğindeki azalma yukarıdaki verilen özelliklerin birçoğunun kaybolmasına neden olmaktadır. Çalışmalarda, yağı azaltılmış gıdalarda, tat kaybı, kuruma, sertlik, yapışkanlık, olgunlaşma süresinin uzaması, verim düşüklüğü gibi birden çok problem oluştuğu ifade edilmektedir. Yağların gıdalardaki kompleks fonksiyonları nedeniyle yağların işlevlerini kaybetmeden bu gıda maddelerinden uzaklaştırmak ve yerine farklı katkı maddeleri eklemek kolay değildir (Göncü, 2012).

Sağlıklı beslenme unsurunun son dönemlerde öneminin artmasıyla birlikte zenginleştirilmiş gıda, fonksiyonel gıda, sağlıklı gıda ile diyet gıda ve benzeri pekçok fikir tüketiciler tarafından ilgi ile takip edilmektedir. Bu doğrultuda, tüketiciler tarafından yağ oranının en aza indirgendiği gıdalara yönelim söz konusudur (Ranhotra ve ark., 1993; Kutlu, 2018).

Az yağlı ya da yağsız ürün talebinin fazlalaşmasıyla birlikte üreticilerin bu talebi karşılamak için yoğun şekilde kendi aralarında üretim yarışına girmişlerdir. Bununla beraber, özellikle süt ürünlerinde yağ oranının düşürülmesiyle birlikte bu ürünlerin duyusal ve fiziksel niteliklerinde bir takım istenmeyen sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Anılan sorunları ortadan kaldırmak amacıyla sütün içeriğine ilave edilebilecek ürünler araştırılarak daha az ya da yağsız süt ürünlerin üretimine ilişkin çeşitli bilimsel araştırmalar yürütülmüştür (Ohmes ve ark., 1998; Roland ve ark., 1999;

Prindiville ve ark., 1999; Hyvönen ve ark., 2003; Metwally, 2007; Göncü, 2012; Akın ve Kırmacı, 2015; Kutlu, 2018).

Gıdalardaki yağ miktarlarını düşürmek ve insanların beslenmesindeki yağ alımını azaltmalarına yardım etmek için yağın yerine kullanılan ve yağın gıdalara kattığı pek çok fonksiyonel özellikleri sağlayan maddeler "yağ ikame maddeleri" olarak tanımlanır (Fellows, 2017). Yağ ikame maddeleri temelde iki gruba ayrılmaktadır. İlki gıdalardaki yağı değiştirmek amacıyla yağ kaynaklı olarak ya da yağ analogları elde ederken kullanılan yağ ikameleri (fat replacers), ikinci gruptakiler ise yağın tat ve ağız hissi ve benzeri duyusal özellikleri kazandırmak ve çoğunlukla yağın yerini alması için kullanılmakta olan karbonhidrat ve protein temelli yağ taklidi (mimetik) maddelerdir (Huyghebaert ve ark., 1996).

Dondurulmuş gıdalar, peynir, ayran, yoğurt ve benzeri birçok süt ürününde lif oranı yüksek katkılı maddeler yağ ikamesi yerine kullanılmaktadır. Lif oranı yüksek süt ürünlerinin üretiminde temel amaç kolesterol ve yağ oranı azaltılarak kalsiyum ile birlikte insan sağlığını olumlu yönde etkileyecek daha sağlıklı ürünleri pazarlanmaktır. Burada anılan katkı maddeleri temel açıdan süt ürünlerinde stabiliteyi sağlamakta, ürünün kıvamını arttırmakta, yağı ikame etmekte, serumun ayrılmasını engellemekte, hacim artışı sağlamakta ve kalori seviyesini düşürmektedir (Dönmez ve ark., 2010).

Yağ ikame maddeleri, elde edildikleri kaynaklara göre üç sınıfa ayrılmaktadır. İlk grupta modifiye nişastalar, dekstrinler, selüloz, zamklar, dekstrinler ve pektin karbonhidrat bazlı yağ ikamelerini oluşturmaktadır. Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri su bağlayarak, doku ve ağız hissini farklılaştırarak gıdalardaki yağın birtakım fonksiyonel özelliklerini verebilmektedir. Ayrıca, yağda çözünen aromatik bileşikleri içermediklerinden dolayı yağlardan daha az aroma içerirler ve gıdalara bu lipofilik aromaları kazandırmak amacıyla emülgatör kullanmak gerekebilir (Omayma ve Youssef, 2007).

İkinci grubu ise protein bazlı yağ ikameleri oluşturmaktadır. Yumurta, süt, yumurta, soya fasulyesi, peyniraltı suyu, buğday gluteni jelatin ve jelatin, protein bazlı yağ ikamesi üretiminde yaygın şekilde kullanılan gıda maddeleridir. Bunlar ürünlerin

içerisinde su bağlama ve emülsifikasyon özelliklerini artırmak ve değiştirmek maksadıyla kullanılmaktadırlar (Yashini ve ark., 2021).

Üçüncü gruptaki yağ bazlı yağ ikame maddeleri ise olestra, yağ analogları ve emülsifiye edici ajanlar gibi birçok maddeyi içermektedir. Yağ ikame maddeleri, karakteristik özellikleri sayesinde ürünlerde doku ve ağızdaki hissi iyileştirici, hacim artırıcı, su absorbe edici ve stabilize edici gibi birçok fonksiyonel özelliği yerine getirmektedir (Lucca ve Tepper, 1994).

Yağ ikame maddeleri kullanımı, gıdanın türüne, gıdanın yağ içeriğine, ikame oranına ve sağlanması beklenen fonksiyonal özelliklere bağlı şekilde değişkenlik göstermektedir (Lim ve ark., 2010).

Li ve ark. (2022), az yağlı yoğurtlarda yağ ikamesi ve stabilizör olarak denatüre peyniraltı suyu izolatı-süt yağı emülsiyonunun kullanıldığı bir çalışmada, emülsiyon içeren yoğurdun su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda yağsız yoğurt ve tam yağlı yoğurtlarla karşılaştırıldığında su tutma kapasitesinin önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir

Mantzouridou ve ark. (2019), yağsız inek sütüne yağ ikamesi olarak içerisine mısır tohumundan elde edilen yağ tanecikleri ilave edilerek üretilen yoğurdun, tam yağlı inek sütünden üretilen yoğurda kıyasla lipit profilinin ve aroma karakterinin geliştiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda organoleptik özelliklerinin de duyusal parametrelerle doğrulandığını bildirmişlerdir.

Yağ ikame maddesi olarak bitki ve süt proteinleri ile güçlendirilerek hazırlanan çift emülsiyonların Çedar peynirinde kullanıldığı bir çalışmada, çift emülsiyonlu peynir, düşük yağlı Çedar peynirlerine kıyasla daha düşük sertlik ve yağ kaybı gösterdiği bildirilmiştir (Paximada ve ark., 2021).

2.2. Hidrokolloidler

Hidrokolloidler, fazla miktarda su bağlayıcı olup, ilave edildikleri ortamda akış, şekil değiştirme gibi pek çok sayıda fiziko-kimyasal özelliklerini değiştiren, yüksek

mol kütlesine sahip, suda çözünen polisakkarit ve protein benzeri makromoleküllerdir (Saldamlı, 2005; Izydorczyk ve ark., 2005; Dragan ve ark., 2015; Borgogna ve ark., 2016; Kazemi-Taskooh ve ark., 2021; Mc Clements, 2021). Hidrokolloidler, çoğunlukla besin şeklinde değerlendirilen maddelerle beraber kullanılmakta olan maddelerdir. Gıdaların görünüm, doku, raf ömrü ya da ağızdaki tat gibi özelliklerini sabitlemekte hidrokolloidler seçilmektedir. Hidrokolloidler, (özelliklede polisakkaritler) gıda sanayiinde ve gıda kimyası terminolojilerinde GAM (GUM) şeklinde bilinmektedir (Saldamlı, 2005).

Hidrokolloidler gıda sektöründe; kıvam arttırıcı, jelleştirici, stabilizatör ve süspansiyon oluşturucular gibi geniş bir spektrumda kullanılırlar (Çizelge 2.1.). Yaygınlık sebepleri arasında kaliteyi yükseltmeleri ve yeni teknolojilerin kullanılmasına imkân tanımaları belirgin özellikler arasında sayılabilir. Hidrokolloidlerin çok önemli bazı özellikleri içerisinde, sulu çözelti süspansiyonları ve sulu çözelti jelleştirme, suyu kontrol edebilme, kıvam artırma, köpük oluşturma, enkapsülasyon imkânı sunma, köpük meydana getirme ve film oluşturma, stabilizasyon sağlama, kristalizasyonu önleme ve yağ ikame maddesi şeklinde değerlendirilme ve benzeri türevleri bulunmaktadır (Zorba, 2009). Ayran, süt ürünleri, salata sosları, meyve muhtevalı endüstriyel ürünler, jöle, ketçap, salata sosları, mayonez ve unlu mamüller bu maddelerin temel uygulama alanlarındadır (Saldamlı, 2005; Izydorczyk ve ark., 2005; Dragan ve Dinu, 2015; Borgogna ve ark., 2016; Kazemi-Taskooh ve Varidi, 2021; Mc Clements, 2021).

Çizelge 2. 1. Hidrokolloidlerin fonksiyonları (Rapaille ve ark., 1992).

Fonksiyonlar	Ürünler
Jel oluşturma	Puding, şekerleme, tatlı, et ürünleri
Stabilizasyon oluşturma	Alkolsüz içecekler, salata süslemeleri
Kıvamı arttırma	Soslar, tart dolguları, et suları
Enkapsülasyon olanağı sağlama	Aroma maddeleri, püskürtülerek kurutulmuş
Film oluşturma	Koruyucu katmanlar, sosis mahfazaları
Köpürtme sağlama	Lokum benzeri şekerlemeler, süslemeler,
Köpük stabilizasyonu sağlama	Bira, çırpılmış süslemeler
Süspansiyon oluşturma	Çikolatalı süt
Kaplama maddesi gibi davranma	Şekerleme
Kristalizasyonu önleme	Ayran, dondurulmuş gıdalar, şuruplar

Çok kullanımı çok tercih hidrokolloidler, agar, guar gum, nişasta, aljinatlar, kitin, ksantan gam, jelatin ve karrajenanlar'dır. Sentetik olmayan nişasta dünyada en çok bulunan biyopolimerdir. Bir tür glukoz polimeridir, bitkilerin tohum, yaprak, gövde, kök ve yumrularında bulunur. Gıdaların jelleşimi, sosların kıvamlaşması esnasında, sıvıdan katı hale dönüştürmede etkilidir. Nişasta, endüstride kâğıt, kimya, ilaç, yem, gıda endüstrisinde, fırıncılık, süt ve sos imalatında tercih edilmektedir (Crini, 2005; Izydorczyk ve ark., 2005; Crini, 2006; Saldamlı, 2005; Baybaş ve Ulusoy, 2011; Shi, ve ark., 2011; Bueno ve ark., 2013; Wang ve ark., 2013; Dragan ve Dinu, 2015; Kazemi-Taskooh ve Varidi, 2021; Mc Clements, 2021).

Hidrokolloidler; kimyasal ve doğal olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Modifiye hidrokolloidler; nişasta, selüloz ve benzeri doğal unsurların kimyasal türevleridir. Ayrıca bu hidrokolloidler doğal maddelerin mikrobiyal fermantasyonuyla türevlendirilir. Bitkisel ve hayvansal kökenli unsurlardan oluşan hidrokolloidler değişik yosunlardan ve bitki türlerinden ve hayvanlarda yer alan kollajen dokudan oluşmaktadırlar (Klose ve Glicksman, 1972; Gürsel, 2001; Köksel, 2004). Gıdalarda sık kullanılan hidrokolloidler Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. ve Çizelge 2.4.'de gıdalarda sık kullanılan hidrokolloidlerin karşılaştırılması reolojik ve fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırılması yer almıştır.

Çizelge 2. 2. Gıdalarda kullanılan başlıca hidrokolloidler (Klose ve Glicksman, 1972).

Doğal Hidrokolloidler	**Modifiye Hidrokolloidler (Yarı-Sentetik)**
Ağaç Ekstraktları ve Sızıntıları	*Selüloz Türevleri*
Gam arabik	CMC
Tragakant gamı	Metil selüloz
Karaya gamı	HidroKsipropilmetil selüloz
Çekirdek ya da Kökler	Hidroksipropil selüloz
Locust bean gam	Metil etil selüloz
Guar gam	Mikrokristal selüloz
Salep	*Nişasta Türevleri*
Deniz Yosunu Ekstraktları	Modifiye nişastalar
Agar	*Mikrobiyal Fermantasyon Gamları*
Aljinatlar	Ksantan gam
Karragenan	Gellan gam

Nngyen ve ark. (2017), dört farklı hidrokolloid ((jelatin (%0,5–1,5), ksantan sakızı (%0,005–0,015), karagenan (%0,01–0,08) ve modifiye nişastanın (%0,5–1,5)) kullanarak üretilen yağsız çömlek yoğurtlarında jelatinin, yağsız yoğurtaki sinerezi azaltma, dokuyu, viskoziteyi, jel kuvvetini ve yağlama özelliklerini artırma kabiliyeti nedeniyle en iyi hidrokolloid olarak göründüğü bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda jelatin pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

2.3. Stabilizörler

Hidrokolloid veya zamk (gam, sakız) olarak da adlandırılan stabilizörler Uluslararası Gıda Komisyonunca jelleştiriciler, kalınlaştırıcılar ve jelleştiriciler olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. Kimyada ise suda çözünmeyenlerine reçine ve çözünenlereyse gam ya da sakız denilmektedir (Gönç ve Gahun, 1980).

Stabilizörler veya gamlar su içerinde ayrışarak viskoz dağılımlar ve/ya da jel yapma fonksiyonu ile öne çıkan makromoleküler polisakkarit yapıdan ibaret olan çoklu, uzun zincirli yapı grubudur. Çeşitli bitkiler, alg ve bazı mikrobiyal mikroorganizmalardan da elde edilebilmektedirler (Dickinson, 2003). Stabilizörler

hayvansal ve bitkisel kaynaklı olup doğal veya yarı sentetik ya da tamamen sentetik stabilizörler olup viskoziteyi artırmak ve su bağlama gibi temel işlevlere sahiptirler (Özer, 2006).

Çizelge 2. 3. Sık kullanılan hidrokolloidlerin karşılaştırılması – fonksiyonel özellikleri (Schrieber and Gareis, 2007.)

Hidrokolloidler	Jel Oluşumu	Kalınlaşma Etkisi	Jelin Şeffaflığı	Soğuk Suda Çözünürlük	pH kararlılığı
Jelatin	+++ Tersine çevrilebilir, erime/jelleşme sıcaklığı farkı düşük	+++	+++	0 Soğuk suda çözünür hazır jelatinler ve jelatin hidrolizatlar hariç	++
Agar-Agar	+++ Tersine çevrilebilir, erime/jelleşme sıcaklığı farkı yüksek	+++	+	0	++
Aljinatlar	+++ (kalsiyum ile)	+++	+++	+++	+
İrlanda Yosunu	Kappa/iota:+++ (katyonlarla) Lambda: 0	++	++	++	++
Karboksimetil Selüloz(CMC)	0	+++	-	+++	-+(pH3-11)
Arap sakızı	0	+	-	+++	++(pH4-9)
Hidroksipropilmetil selüloz (HPMC)	+++(Isıtmada jel oluşumu)	+++	+	+++	444(pH 1-10)
Keçiboynuzu sakızı	0	++	-	+	--(pH3-11)
Modifiye nişastalar	+	++	+++	0	+Jelatin: geliştirilmiş ayar +Guar:viskotize artışı
Yerli nişastalar	+++	0	+++	0	+Jelatin: geliştirilmiş ayar +Guar: viskozite artışı
Pektin	+	+++	0	0	Jelatin ile flokülasyon mümkündür
Ksantan	0	++	+++	+++	Keçiboynuzu sakızı: viskozite artışı (=jel) + Guar: viskozite artışı

Çizelge 2. 4. Sık kullanılan hidrokolloidlerin karşılaştırılması – reolojik özellikleri (Schrieber and Gareis, 2007).

Hidrokolloidler	Jel Oluşumu	Kalınlaşma Etkisi	Jelin Şeffaflığı	Soğuk suda çözünürlük	pH kararlılığı
Jelatin	+++	+++	+++	0 Soğuk suda çözünür hazır jelatinler ve jelatin hidrolizatlar hariç	++
Agar-agar	+++ Tersine çevirlebilir, erime/jelleşme sıcaklığı farkı yüksek	+++	+	0	++
Aljinatlar	+++(kalsiyum ile)	+++	+++	+++	+
İrlanda yosunu	Kappa/iota: +++ (katyonlarla) Lambda: 0	++	++	++	++
Karboksimetil selüloz (CMC)	0	+++	-	+++	++(pH 3-11)
Arap sakızı	0	+	-	+++	++(pH 4-9)
Hidroksipropilmetil selüloz (HPMC)	+++(Isıtmada jel oluşumu)	+++	+	+++	++-(pH1-10)
Keçiboynuzu sakızı	0	++	-	+	--(pH 3-1)
Modifiye nişastalar	+++	+++	+	0 Fiziksel olarak değiştirilmiş nişastalar hariç	+
Yerli nişastalar	+++	++	+++	++	+
Pektin	Düşük metoksi artı Ca2+ termal olarak geri döndürülemez Yüksek metoksi artı şeker + H-sıyla geri dönüşümlü				-Yüksek metoksi: pH 2.5-4.5 -Düşük metoksi: pH 2.5-5.5

Gönç ve Gahun (1980), gıdalarda stabilizör kullanımına dair yaptıkları çalışmalarında, stabilizörlerin gıda üretiminde kristalleşmeyi engellemek ve geciktirmek, jelleştirmek, viskoziteyi artırmak, stabilizasyon sağlamak, yapı ile dokuyu iyileştirmek ve aromayı artırmak gibi fonksiyonları gerçekleştirdiklerini

açıklamışlardır. Ayrıca özellikle süt ve ürünlerinin üretiminde kullanılan pek çok stabilizörün yasalarda belirlenen miktar ve şekilde kullanıldıklarında insan sağlığına herhangi bir tehdit oluşturmayacağını da ifade etmişlerdir.

Ayranın hammaddesini meydana getiren yoğurt üretiminde kullanılan teknolojik işlemler (ısıl işlemler, asitlik gelişimi), ayranın protein kararlılığında farklılaşmalar oluşturmaktadır. Sonuç olarak geleneksel yöntemlerle üretilen ayranlardada serum ayrılması kaçınılmazdır (Atamer ve ark., 1995).

Ayranda genellikle kıvam, lezzet, aroma ve görünüm kusurları ortaya çıkmaktadır. Kıvamdaki kusurların en önemlisi ve sıkça rastlananı düşük kuru maddeye sahip olmasının yanında serum ayrılması ve gevşekliktir. Bu iki problemde de starter kültür, ısıtma-soğutma, inkübasyon ve benzeri prosesler etkilidir. Viskozite ve kıvamı artırmak, serum ayrılması miktarını düşürmek için denetimli bir şekilde ve yasalarla izin verilen oranlarda çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (27143 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan 16.02.2009 tarihli tebliğde) yer alan maddede yalnızca fermantasyonun ardından ısıl işlem gören fermente süt ürünleri ve çeşnili fermente süt ürünleri için nişasta ve jelatin kullanımına müsaade edilmektedir (TGK, 2009).

Süt ürünlerinde yapının düzenlenmesi maksadıyla yararlı özelliklerinden dolayı jelatin, nişasta, karragenan, keçi boynuzu gamı, pektin, guar gam, gibi stabilize ediciler kullanılabilmektedir (Kruif ve Tuinier, 2001). Yoğurt ve/veya ayran üretiminde, %0,02-0,7 bazı modifiye nişastalar ve pektin, %0,05-0,6 karragenan, gam, agar agar, keçi boynuzu gamı, aljinat, guar jelatin, karboksimetilselüloz, %0,1-0,5 guar gam (asidik süt ürünü), %1-2 bazı nişasta türevleri kullanılarak serum ayrılması azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir (Tamime ve Robinson, 1999; Lucey, 2001; Lucey, 2002).

Yukarıda belirtilen kusurların önlenebilmesi "Dayanıklı Ayran" üretimi ile mümkündür. Söz konusu üretimde, hammadde yoğurda tuz, su ve stabilizör ilavesi yapılmakta ve ayrıca bazı ısıl işlem uygulanmaktadır. Stabilizör, proteinin stabilize edilmesi, ısıl işlem ise bakteri redüksiyonu sağlamaktadır. Bu durumda depolama

süresince serum ayrılması ve asitlik gelişimi engellenebilmektedir. Dünya'da ayran benzeri viskoz ürünlerde çeşitli stabilizörlerden yararlanılmaktadır.

2.3.1. Jelatin

Jelatin, suda çözünen, belirli şartlarda jel oluşturan ve 18 aminoasitten teşekkül eden hayvansal bir protein türüdür. Jelatinde en fazla yer alan aminoasitler prolin, alanin ve glisindir. Jelatinden durultma ajanı, stabilizör ve protein kaynağı şeklinde de faydalanılmaktadır. Jelatinin jelatin tipi, viskozitesi, zaman, konsantrasyonu ve sıcaklıkla her an değişebilmektedir. Köpürme özelliğine de sahip olan jelatin viskozite yükseltici potansiyele sahiptir (Djagny ve ark., 2001). Jelatin içeriğindeki jellerin ağız içinde erime niteliği sebebiyle dolayı çok fazla tercih edilen bir hidrokolloiddir (Marcotte ve ark., 2001).

Jelatine ait asit ve mikroyapının süt jellerinin reolojisine karşı etkin olduğu ifade edilmiştir. Anılan reolojik etkiler, sütün proses ve kompozisyona bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu reolojik özelliklere süt proteinlerinin kolloidal yapısı, jelatin konsantrasyonu, pH, ısı uygulaması ve türü tesir etmektedir (Koh ve ark., 2002).

Kolajen dokudan jelatin üretilebilmektedir. Jelatin katkı maddesi, gıda sanayinde kıvam arttıcı, emülsiye edici, köpük oluşturucu, jelleştirici, film oluşturucu, su bağlayıcı ve benzeri amaç doğrultusunda değerlendirilmektedir (Karim ve Bhat, 2008). Jelatinin kolajen molekül ağırlığı 330 kDa civarındadır (Engel, 2005; Eyre, 2005). Kolajen molekülü kısmi hidrolize maruz bırakılmasıyla alfa zincirlerin arasında yer alan hidrojen bağlar ve çeşitli kovalent bağlar kopmaktadır. Bunun sonucunda peptit bağlarının kopmasıyla beraber alfa zincirler oldukça minik parçalara bölünürler. Meydana çıkan kolajen parçalarının molekül ağırlığı 30 kDa'un üstündeki maddeler jelatin şeklinde ifade edilir (Boran, 2010). Kolajen içerikli dokular çoğunlukla asit ya da seyreltik alkaliyle birlikte tatbik edilmesinin ardından suda 40 °C'nin üzerinde olan sıcaklıkta hidrolize edilmektedir. Bunun neticesinde kolajene ait fibril yapı geri dönüşsüz şekilde parçalanmaktadır. Ortaya çıkan madde su ile beraber yüksek viskoziteli bir çözelti hazırlanır. Elde edilen çözeltinin soğutulmasıyla jel meydana gelir.

Jelatin Türkiye ve diğer birçok ülkede gıda maddesi şeklinde kategorize edilir (Resmî Gazete, 2008).

Ticari üretimi yapılan jelatinin önemli bir bölümü domuza ait deriden üretilir (Karim, 2008; Bora, 2010). Bundan başka, birçok hayvana ait deri ve kemiklere ait kaynaktan jelatin üretimi yapılabilmektedir. Kanatlı hayvan ve balıkların işlenmesiyle ortaya çıkan atık maddelerinden de jelatin üretimi sözkonusudur (Eastoe, 1977; Djagny ve ark., 2001; Baziwane., 2003; Yang ve ark., 2007). Yakın geçmişte gerçekleştirilen araştırmalarda, balık ve ürünlerinden sağlanan jelatinin başkaca ürünlerden üretilen jelatinle aynı ya da benzer kalitede olduğunu açıklamaktadır (Gudmundsson, 2002; Boran ve ark., 2010).

Jelatin katkı maddesi başka jelleştirici karbohidratlar ile karıştırıldığı durumda birtakım üstünlükler sağladığından dolayı tercih edilir ve sıkça kullanılır. Bunlardan en önemli olanlarından biri ise jelatinin düşük sıcaklık koşullarında kolay bir şekilde erimesidir. Çünkü jelleşme sıcaklığı ile erime sıcaklığı arasında sıcaklık farkı düşüktür (Stainsby, 1977; Williams, 2007; Boran ve Regestein, 2010). Bununla beraber jelatin, suda kolayca çözünmesi, kokusuz ve tatsız olma durumu, bazı fonksiyonel niteliği ile beraber etki gösterebilmesi ve birtakım işlevlerde başkaca niteliklere sahip şekilde üretilebilme durumundan dolayı tercih edilmektedir (Baziwane, 2003).

Gıda tesislerinde stabilizatör bir madde şeklinde değerlendirilen jelatinin çoğunlukla vizkositenin yüksek olması istenir. Yalnız şekerleme ve benzeri gıda ürünleri için vizkozitenin düşük olması beklenir (Schrieber ve ark, 2007).

Güven (1998), %0,15 karragenan, %0,5 arap sakızı, %0,5 jelatin, %0,2 pektin kullanarak 21 günlük depolama sırasındaki yoğurtların birtakım niteliklerini incelemiştir. Araştırma sonucunda; karragenan kullanımının pH'nın düşmesini ve yoğurtların asitlik gelişimine mâni olduğunu, arap sakızı ve jelatinin viskoziteyi ve karragenanın da su salma kapasitesini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Kontrol numunelerine nazaran jelatin içerikli yoğurtların en çok beğenilen numuneler olduğu tespit edilmiştir. Depolama sırasında yoğurtların laktoz oranı, su salma kapasiteleri ve pH değeri azalırken pıhtı sertlikleri ve titrasyon asitlikleri ise yükselmiştir. Araştırmacı

tarafından ayrıca uzun süreli depolama sebebiyle yoğurda ait duyusal özelliklerin olumsuz etkilendiği vurgulanmıştır.

Fiszman ve ark. (1999),'nın yürüttüğü bilimsel araştırmada; jelatin ilave edilen yoğurtların jelatin ilavesiz örneklere nazaran oldukça katı bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Yoğurda %1,5 oranında jelatin ilavesi yapıldığında ise yoğurtta serum ayrılmasının meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Jelatin üzerine yürütülen bir araştırmada ayrana, %0- %1'e kadar değişim gösteren miktarlarda jelatin kullanılmış ve %0.6, %0.7 jelatin katkısının en iyi bulguları sağladığı belirlenmiştir (Oğuz ve ark., 1991).

Atasever ve ark. (2004), çalışmalarında süte farklı oranlarda stabilizörler ekleyerek bu sütlerden yoğurt elde etmişlerdir. Eklenen bu stabilizörlerin yoğurt üzerindeki reolojik ve duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimleri tespit etmişlerdir. Kullanılan stabilize edicilerin hepsinin yoğurttaki serum ayrılmasını azalttığını duyusal açıdan ise jelatin-pektin karışımı ve jelatin muhtevalı yoğurt numunelerinin daha fazla beğenildiğini belirtmişlerdir. Sonuçta, yoğurt imalatında kullanılmakta olan süte stabilize edici olarak jelatin (%0.6) ile jelatin-pektin karışımının (%0.6+0.05) ilavesinin daha uygun olduğu kanaatine varmışlardır.

Nalchı ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada dondurarak kuruttukları yoğurt tozlarına %1 oranında farklı stabilizatörler ilave ederek depolama süresince rekonstitüe yoğurtların kimyasal, duyusal, mikrobiyolojik ve fiziksel özellikleri ile ayrıca bu özelliklerde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada jelatin katkılı yoğurtların depolamanın birinci haftasında kontrol yoğurduna yakın değerlerde duyusal puanlar aldığı, depolamanın 21. Günündeki yoğurdun ise en fazla beğenilen yoğurt olduğunu belirtmişlerdir. Yoğurtlara ait duyusal ve fiziksel niteliklere bakıldığında, rekonstitüe yoğurt üretiminde %1 oranında kullanılan jelatinin rekonstitüe yoğurt örneklerinde uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

2.3.2. Karregenan

İrlanda yosunu şeklinde adlandırılan *Chondrus crispus*'dan ekstrakte olarak edilmiştir. Karragenan'a ait lambda ve kappa türleri bulunmaktadır. Karregenan'ın başkaca türleri de yer almaktadır. Bu türler bitkiye ait selüloz yapısısındaki boşlukları dolduran ve aynı zamanda doğal şekilde gelişen polisakkaritleri kapsamaktadır. Anılan polisakkaritler familyasında agar, karragenan ve furkellaranı kapsar. Karregenan yosun türü ticari amaçlı olarakta kullanılır. Ticari amaçlı kullanılanlar türler; *Euchema spinosum* ve *E. cottonii*'dir. Kappa karragenan *E.cottonii*'den ekstraksiyon ile elde edilir. *E. spinosum*'un ektraksiyonundan İota karragenan elde edililir. Bu türler açık kahverengiyle krem rengi arasındaki bir renk formunda ve toz yapılıdırlar. Karragenan tekrarlı galaktoz birimleri sülfatlı ve sulfatsız D-galaktopiranozil ünitelerinin α-1,3 ve β-1,4 bağlarını kapsayan yüksek molekül ağırlığına sahip bir polisakkarittir (Zorba, 2009).

Karrageenan çoğunlukla koyulaştırıcı, emülgatör, hacim artırıcı, taşıyıcı, jelleştirici ajan ve dengeleyici şeklinde değerlendirilmektedir (Chan ve ark., 2013).

Bütün karragenan yosun türleri sıcak su koşullarında çözünmektedirler. *İota karragenan* 55°C su sıcaklığında çözünürken *Kappa karragenan* ise 65°C'lik su sıcaklığında çözünmektedir. Bununla beraber, yalnızca kappa, lambda, iota ve kappaya ait sodyum tuzları ise soğuk su şartlarında çözünürlük kazanırlar. Karragenanlar, viskoz çözeltiler meydana getirirler ve dallanmış molekül yapılıdır. Düşük yoğunluklu süt esaslı yapılarda da jel meydana gelmektedir. Bilhassa soğutulma sonrası kırılgan jeller meydana gelmektedir. Jele ait mukavemete ise K^+ ve Ca_2^+ iyonları etkilidir. Bu iyonlar vasıtasıyla daha kuvvetli bir jel dokusu meydana gelir (Thomas, 1997). Bu faktörler süt ürünlerini ağızda çiğnerken emülsiyonu stabilize ederken aynı zamanda ağızda dolgunluk hissi vermektedir Sütlü tatlılar için genelde %0.1 ile %0.2 oranlarında kullanılmaktadır (Seçkin ve Özkılınç, 2008).

2.3.3. Karboksimetil Selüloz (CMC)

Selülozlar, mantarların zarlarında ve yeşil alglerin duvarlarında yer almaktadır. *Acetobacter xylinum* ve ilgili türlerce selüloz sentezlenebilmektedir. Ayrıyeten selüloz ürünü, yulaf samanı, arpa, şeker kamışı, mısır sapı, çavdar, buğday ve benzeri pek çok tarımsal esaslı ürünlerden de temin edilebilmektedir. Polimerler, tekrarlı monomerlerden meydana gelen zincirli moleküller olarak açıklanabilir. Moleküller bazı çekim kuvvetlerinin etkisi ile bir arada durmaktadırlar. Selüloz molekülleri $(C_6H_{10}O_5)n$ formüllü anhidro glukoz ünitelerinin uç uca ilave edilmesiyle meydana gelmiştir. Bu ünitelerin sayısı polimerizasyon derecesi şeklinde ifade edilir.

Bu üniteler birbirlerine β-1,4 glukozidik bağlar ile ve iki ünite arasında H-zincirlerinin meydana gelmesini temin edecek biçimde 180 derecelik bir açı ile bağlanmıştır. Doğrusal yapılı selüloz molekülünün içerisinde yer alan her bir monomerdeki hidroksil grupları (OH) yer alır. Bu OH grupları diğer selüloz bağlarında yer alan OH grubu ile bağlanma niteliği kazanır. Bu bağlamda anılan zincirler hidrojen zincirleridir. Ayrıca bu zincirler suyu seven nitelik kazanmasını sağlamaktadır (Biswal ve Singh, 2004).

Su ile çözünebilen bütün hidrokolloidlerin içerisinde çok fonksiyonlu CMC, gıda sektöründe sıkça değerIendirilmekte, ilave edildiği bileşiklerin hidrofilik niteliklerini, fonksiyonel kalitesini ve yapısını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Kıvam arttırıcı olması, tat vermemesi, su tutabilmesi, renksiz ve kokusuz olması, stabilizasyon oluşturucu olması, sıcak ve soğuk suda çözünme niteliği sebebiyle yaygın şekilde değerlendirilmektedir. Yarı katı yapılı süt üretiminde nişastaya alternatif olarak kullanılabilir. CMC, %0.15 ile %0.27 arasındaki oranlarda iyi bir tekstür meydana getirir. Pıhtılaşma sorununu ortadan kaldırma faktörü olarak; ayran üretiminde, puding yapımında ve pasta kremalarında değerlendirilmektedir. CMC kıvam arttırıcı özelliğinden dolayı domates sosları, salata yapımı ve benzeri ürünlerde farklı şekillerde kullanılabilmektedir (Bayarri ve ark., 2009).

CMC, toz içecek karışımlarına ait vizkozitenin artması için kullanılmaktadır. Depolama sürecinde, ısı şoklarına karşı direnç gösterme, yumuşak bir tekstür meydana

getirme, buz yapılarının büyümesini kontrol altına alma amaçlı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca su çekme niteliği sebebiyle fırıncılık sektöründe de kullanılmaktadır. Fırıncılık ürünlerinin pişirilmesi sürecinde viskozitenin azalması ile birlikte ürünlerin hacminde artış sağlamaktadır (Doğan ve ark., 1996).

Oğuz ve ark. (1991), serum ayrılmasını azaltmak için ayrana % 0,1 % 0,2 ve % 0,25 oranında CMC ilave ettikleri çalışmada % 0,25'lik CMC ilave edilen ayranların daha stabil pH değeri ve asitlik oranı gösterdiğini ve duyusal olarak daha çok beğenildiğini ve bununla birlikte serum ayrılmasının istenilen seviyede olmadığını belirtilmişlerdir.

2.3.4. Keçi Boynuzu Gamı

Locust bean gam (LBG) olarak bilinen Keçiboynuzu gamı maddesi keçiboynuzu çekirdeğine (*Ceratonia siliqua*) ait endospermden elde edilir. LGB'nin molekül ağırlığı yüksektir ve galaktomannan şeklinde ifade edilmektedir. LGB'nin içerdiği selüloz ve proteinden dolayı bu madde bulanık ve opaktır. 1:4 oranlı D-mannoz ile D-galaktoz ünitelerini kapsarlar (Demirtaş, 2007).

LBG, kıvam arttırıcı niteliklere sahip bir hidrokolloiddir. Bazı gıda maddelerine ilave edildiğinde viskozite artışına neden olur. Ayrıca su fazı vasıtasıyla tekstür ve başkaca fonksiyonel nitelikleri düzeltir. Bu madde elektrolit varlığına karşı dirençlidir. Bununla birlikte yüksek sıcaklık koşullarına maruz bırakıldığında ve düşük-yüksek pH durumunda LGB'nin viskozitesi düşebilmektedir. LBG, sıcak suda hidratlanmakta ve bunun sonucunda viskoziteli bir çözelti sağlamaktadır. Çoğunlukla LBG'nin, tara ve guar gam maddelerinden daha düşük viskoziteye sahip olduğu kabul edilmektedir (Barak ve Mudgil, 2013).

LBG ayran üretiminde %0.1 ile %0.2 arasında kullanılmaktadır. Ayranın depolama niteliklerini düzeltmektedir. Ayrıyeten ısı şoklarına karşı dayanıklılık göstermektedir. Çok yüksek sıcaklıklık koşullarında kıvam arttırıcı niteliği sebebiyle hazır çorba endüstrisinin ehemmiyetli komponentlerindendir. Et, sosis ve benzeri ürünlerde kayganlaştırıcı ve bağlayıcı olarak vazife görmektedir. Ayrıca bu madde

sütlü tatlılarda, pasta dolgularında, yumuşak peynirlerde, farklı süt ürünlerinde değerlendirilmektedir. Krem ve eritme peynirleri, içecekler, ketçap, yoğurt, su esaslı jöleler, salça, su bazlı jöleler, puding, et ve balık ürünleri, şekerlemeler, mayonez, dondurulmuş gıdalar, unlu mamuller ve benzeri pek çok ürünün en ehemmiyetli komponentidir Sosis, salam ve benzeri et ürünlerinde kayganlaştırıcı ve su tutucu tesir oluşturmak amacıyla değerlendirilmektedir. İçeceklerin kıvamını artırma ve unlu mamüllerin kırılganlığını azaltma amaçlı olarak değerlendirilmektedir (Dunstan ve ark., 2001).

Süt merkezli tatlılarda kıvam verici, jelleştirici ve sineresizi kontrolörü olarak kullanılmaktadır. Süt ürünleri içerisine katıldığında ağızda dolgunluk duygusu verir. Ayrıca dondurulmak süretiyle çözündürülebilen sütlü tatlılara ait yağın sütten ayrılmasını önlemektedir (Seçkin ve Özkılınç, 2008).

2.3.5. Pektin

Pektin, bütün yüksek yapıya sahip bitkilerin orta lamelindeki birincil hücre duvarı ve hücrelerin arasındaki bölgelerde bulunan kompleks yapılı bir tür hetero polisakkarittir (Babbar ve ark., 2016; Müller Maatsch ve ark., 2016; Raji ve ark., 2017; Grassino ve ark., 2018). Hücre duvarı polisakkaritleri içerisinde önemli bir yeri olan pektin, biyomedikal uygulamalarında ve gıdalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Shpigelman ve ark., 2015; Mierczyńska ve ark., 2017).

Pektin, bitkilerin köklerinde, yapraklar ve meyvelerinde suda çözülmeyen protopektin formunda mevcut iken, özellikle de narenciyelerin kabuklarından ve de şeker pancarından ve elma atığından temin edilir (Güven ve Hayaloğlu, 2001). Pektin, soğuk asitte çözünebilme özelliğine sahip, iyonik bir stabilizör olarak bilinir. Pektin, pH'sı 4,5 olan yoğurt ile türevleri olan içeceklerde uzmanlar tarafından önerilen bir hidrokolloiddir (Wang ve ark., 2000).

Pektinler, metoksil miktarına bağlı olarak iki sınıfta incelenirler. Karbonil gruplarının %50'den fazlasının esterleştiği pektinler yüksek metoksilli, %50'den

azınında esterleştiği pektinler ise düşük metoksilli pektin şeklinde de isimlendirilirler (Beaulieu ve ark., 2001).

Pektin ürünü, kozmetik, ilaç, gıda ve sağlık alanlarında stabilizatör, jelleştirici, parlatıcı, aşınmayı önleyici, kıvamlaştırıcı, emülgatör olarak da kullanılabilen bir katkı maddesi türüdür (May, 1990; Umoren ve Eduok, 2016; Morales-Contreras ve ark., 2018).

Pektinin, reçel benzeri gıdalar içerisinde jelleştirme ajanı; içeceklerde, süt ürünlerinde ve bazı şekerleme türlerinde stabilizör; salata soslarının içinde, ayranda ve emülsiye et ürünleri içerisinde yağ yerine kullanılan madde olarak bilinmektedir. Sağlık sektöründe de yoğun kullanımı vardır. Örneğin; farmakoloji ve tıp alanlarında kandaki kolestrol düzeyini ve glikoz miktarını azaltıcı, kanserli hücrelerin apoptozunu temin ederek kanseri önleyici, bağışıklık sistemi güçlendirici, ilaçların formülasyonunda bağlayıcı ve kilo kaybında çok faydalı olduğu ifade edilmektedir (Abid ve ark., 2016; Grassino ve ark., 2016b, 2018; Umoren ve Eduok, 2016; Pasandide ve ark., 2017; Raji ve ark., 2017; Baldino ve ark., 2018).

Yukarıda aktarılan kullanım yerlerine ilave olarak da pektin, nanoemülsiyonlar benzeri gıda hidrokolloidlerinde stabilizör, gıda komponenetlerinin enkapsülasyonunda taşıyıcı polimerler olarak rol oynarlar (Grassino ve ark. 2018; Mungure ve ark. 2018). Dünya pazarında, pektinin yaygın kullanım olanaklarından ötürü zamanla talebi yükselmektedir (Raji ve ark. 2017).

2.4. *Plantago Ovata* (Karnıyarık Otu)

Plantago ovata (karnıyarık otu)'nun önemli farmakolojik ve biyolojik özelliklere sahip olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Hu ve ark., 2013; Jiang ve ark., 2018; Patel ve ark., 2018; Nie ve ark., 2019; Patel ve ark., 2019).

Plantago ovata tohumlarının içeriğinde,

- Protein: 1,04 gr
- Toplam Yağ: 0,91 gr
- Doymuş Yağ; 0,16 gr

- Şeker: < 0,25 gr
- Lif: 80,19 gr

yer almaktadır.

İspaghula olarak da isimlendirilen Psyllium, *Plantago ovata* tohumun dış tabakasının mekanik olarak öğütülmesiyle üretilen müsilaj, bitkilerden elde edilen bir grup berrak, renksiz, jelleştirici maddeyi tanımlar (Verma ve ark., 2013). Plantago cinsinin tüm dünyada yetişen 200'den fazla türü olduğu bilinmektedir. Psyllium'un gerçek bitkileri 15 cm uzunluğa kadar büyür ve gövdelere ve yapraklara dik açılarda tüylü, beyaz tüylerle kaplıdır. Yaprakları ise dar bir şekilde doğrusal, bazal ve yeşildir. Yapraklar, olgunlaşarak tohum kabuklarına dönüşen küçük çiçeklerden oluşan sivri uçlar oluşturur. Tohumlar küçük (1,5-2 cm) ve kahverengi veya kırmızımsı kahverengidir (Masood ve ark., 2010).

Plantago tohumları, ayrılabilen dış tohum kabuğunda %10-30 oranında hidrokolloid içerir. Bu hidrokolloidler L-arabinoz, D-galaktoz, D-ksiloz olan asidik, D-galakturonik asit ve L-ramnoz ve nötr karakterdeki polisakkaritlerdir. Plantago gamının çözeltisi tiksotropiktir, müsilajı parçalayıcı özelliğe sahiptir. Çözünür lif ve jel oluşturur (Allemann ve ark., 2014; Sarfraz ve ark., 2017).

Plantago ovata'nın besin değeri Çizelge 2.5.'da (Marlet ve Fisher, 2002; Romero ve ark., 2006; Bukısh ve ark., 2007; Guo ve ark., 2009; Craey ve ark., 2009; Raymund ve ark., 2014; Qasrani ve İbrahim, 2014; Ghani ve ark., 2016), mineral içeriği de Çizelge 2.6.'da verilmiştir (Bukısh ve ark., 2007; Guo ve ark., 2008; Ghani ve ark., 2016).

Çizelge 2. 5. Psyllium tohum kabuğunun (*Plantago ovata*) besin değerleri

Bileşen	Birim							
	mg/g	g/100g		g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
Nem	-	-	-	6.83	-	12.55	6.43	4.22
Kül	33.5	-	8.6	4.07	3.4	2.25	3.85	12.01
Toplam Protein	35.0	17.4	11.8	0.94	7.1	1.38	2.08	7.12
Yağ	-	6.7	43.2	-	-	0.95	0.09	23.47
Lif	-	24.6	48.5	-	-	-	76.63	54.59
Çözünmez Lif	-	19.6	-	-	-	4.21	-	-
Çözünür Lif	-	5.0	-	-	-	67.20	-	-
Enerji	-	4.75	-	-	-	-	-	-
Karbonhidrat	-	-	8.4	84.98	-	82.87	-	30.33
Referans	Marlet ve Fisher (2002)	Romero-Baranzini ,Rodriguez Yanez-Farias Barron-Hoyosand Rayas-Duarte 2006,	Bukısh, Malik ve Ahmet ve ark.,(2007)	Guo ve ark.,2008	Craeyveld, Delcour ve Courtin 2009	Raymund, Frandinho Ve Nunes 2014	Qasrani,Butt,Hussain ve İbrahim 2014	Ghani ve ark.,2016

Çizelge 2. 6. Psyllium tohum kabuğunun (*Plantago ovata*) mineral içeriği (Bukısh, t ve ark., (2007); Guo ve ark., (2008); Ghani ve ark.,(2016))

Units	µg/g	µg/100 g	µg/g
Fe	21.7	-	0.175
Zn	99.5	-	0.063
Cu	59	-	0.0211
Cr	11,754	-	0.0323
S	-	23	-
Mn	6.0	-	0.231
K	1000	8500	0.105
Na	1200	640	-
P	627	140	-
Ca	1600	1500	-
Ni	0.021	-	0.326

Plantago ovata, lif takviyesinde kullanıldığı uzun bir geçmişine sahiptir. Tohumlar bitkinin ticari olarak önemli bir parçasını teşkil ettiği için çözünür lif açısından zengin bir kaynaktır. Yazılı kaynaklarda Hindistan ve Çin'de M.Ö. 3000 yıllarından buyana bilinmekte olup, bu ülkelerin geleneksel tıbbında müshil olarak kullanılmıştır. Ayrıca dizanteri ve kronik diyare diğer bağırsak rahatsızlıklarının gelişme riskini azalttığı ifade edilmektedir (Leahu ve ark., 2018).

Psyllium doğal, suda çözünür bir malzemedir. Geleneksel olarak Çin ve Hindistan'da mesane problemlerinde yüksek tansiyon tedavisinde ve cilt

hastalıklarının tedavi etmek için bitkisel ilaç olarak kullanılmıştır. Psyllium'un şişme ve jelatinimsi kütle özellikleri, emilimin yanı sıra belirli ilaç verme sistemlerinde kullanımını uygun hale getirir (Masood ve ark., 2010).

Plantago ovata, gıda ürünlerinde ve ilaç (destekleyici olarak) çeşitli uygulamalarıyla endüstriyel öneme sahip tıbbi ürünlerden biridir. En az 10 bilinen türü belirlenmiştir. Tohumları çok küçük olup, 1000 tanesinin ağırlığı ancak 1.5 gram civarındadır. Hindistan'da yılda 480.000 ton üretilmekte olup, başta Amerika başta olmak üzere İngiltere, Almanya ve Fransa'ya tıp amaçlı ihracatının yapıldığı ve üretiminin her geçen yıl arttığı ifade edilmektedir (Thari ve ark., 2018). Geleneksel şekilde psyllium kabuğu, Asya ve Avrupa'da 16. yüzyıldan itibaren kronik kabızlığa karşı bitkisel ilaç olarak kullanılmaktadır (Leahu ve ark., 2018).

Psyllium'un ayrıca kolesterol düşürücü ve yara iyileştirme özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda kolon kanserinin önlenmesinde de kullanılmaktadır. Şu anda ilaç firmaları tarafından kalp hastalığı, yara enfeksiyonu kontrolü, astım tedavisi ve diğer sağlıkla ilgili sorunların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Masood ve ark., 2010).

Hayvanlar ve insanlar üzerinde gerçekleştirilen pek çok araştırmada *Plantago ovata*'nın vücuttaki doymuş yağ oranını ve dolayısı ile kötü kolesterol düzeyini düşürdüğünü, buna bağlı olarak kalp, damar hastalıkları riskini azalttığı bildirilmiştir (Thari, 2018; Ziemichód ve ark., 2018). Amerikan İlaç Dairesi tarafından *Plantago ovata*'dan elde edilen çözünebilen liflerin kroner kalp hastalıklarını önlemede olumlu katkılar sağladığı açıklanmıştır (Cho ve ark., 2001). Diğer taraftan tokluk hissi sağlamasında dolayı kilo vermeye yardımcı olduğu belirtilmiştir (Anderson ve ark., 2005; El_Hag Sait ve ark., 2005; Singh ve ark., 2006; Ziemichód ve ark., 2015; Thari, 2018).

Yararlı sağlık etkilerinin yanı sıra, hidrokolloid üretimi için iyi bilinen bir kaynak olan psyllium tohum kabuğu, güçlü hidrofilik ve jelleşme özellikleri, stabilize edici süspansiyon ve emülsifiye edici gücü nedeniyle gıdalarda da fonksiyonel işleve sahiptir. Gamlar yüksek moleküler ağırlığa sahiptir ve iyi viskozite arttırıcılar olmaları

beklenebilir (Guo ve ark., 2008; Yu ve ark., 2009; Bahmani ve ark., 2016;). Gıda ürünlerinin takviyelerinde ve geliştirilmesinde, bisküvi ve yoğurt gibi psyllium lifi ile zenginleştirilmiş temel gıdalar, düşük kalorili ve daha az yağlı gıda üretiminde ve glüten yerine kullanılabilir (Zandonadi ve ark., 2009; Fradinho ve ark., 2015; Ladjevardi ve ark.,2015).

Psyllium (*Plantago ovata*) içeren ürünler, işlevselliği geliştirmek ve sağlıklı gıdalar üretmek için etkili bir alternatif olabilir. Bir gıda ürününe (ör. unlu mamuller, süt ürünleri, et ve glütensiz ürünler) psyllium eklenmesi, lif bakımından sağlıklı bir ürün oluşturulduğu için önemli bir avantaja sahip olur. Buna ek olarak, tüketicilerin kalori alımını artırmadan yeterli miktarda lif almasına izin verebilir ve diğerlerinin yanı sıra kolesterol kontrolü, glisemik kontrol, tokluk gibi diğer sağlık yararlarına katkıda bulunabilir. Psyllium, gıda formülasyonlarına kolayca eklenebilir ve ürünün lezzet algısını değiştirmez. Bu nedenle gıda endüstrisi, gıda ürünlerinde psyllium kullanırken bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynayabilir (Franko ve ark., 2020).

Zondonadi ve ark. (2009), 35 çölyak hastası ve 35 çölyak hastası olmayan bireyden oluşan bir grup kullanarak psyllium ilavesiyle yapılan glütensiz ekmeğin duyusal kabulünü incelemişlerdir. Buğday unu ikameleri olarak, psyllium (%3.08), pirinç kreması (%18.56), mısır nişastası (%33.22) ve patates nişastası (%45.14) kullanılmıştır. Ekmeğin çölyak hastaları tarafından %93, çölyak olmayan kişiler tarafından %97 oranında kabul edildiği bildirilmiştir. Fizikokimyasal parametreler ile ilgili olarak ekmek, düşük enerji değerleri ve yağ sunmuştur, bu nedenle psyllium, gıdalardaki glüten yerine kullanılabilir.

Psyllium'un fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri, hidroksipropilasyon, sülfasyon ve süksinilasyon gibi bazı kimyasal modifikasyon teknikleri kullanılarak değiştirilebilir, bu da fonksiyonel gıda kullanımı için geliştirilmiş özelliklere sahip yeni psyllium türevleri ile sonuçlanır (Liuve ark., 2010a; Liu ve ark., 2010b; Niu ve ark., 2012).

Psyllium'un hidroksipropilasyonu ve sülfasyonu, yararlı etkilerini azaltmadan fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini geliştirebilir. Bu modifikasyonlar, psyllium'un jelleşme özelliklerini azaltarak, kolesterolü düşürmek için daha güçlü bir aktiviteye sahip olabilen safra asidine in vitro bağlanma kapasitesini arttırır. Jelleşme kapasitesindeki azalma, psyllium'un arabinoksilanın yapısını değiştiren sülfasyonu ve hidroksipropilasyonu nedeniyle gerçekleşir (Liu ve ark., 2010a; Liu ve ark., 2010b).

Psyllium'u gıdalara dahil etmenin en büyük avantajı, nihai ürünün lezzetini değiştirmemesidir. Lezzetli lifi, gıda ürünlerine kolayca eklenebilir ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynar (De Bock ve ark., 2012). Ribasve ark. (2015), psyllium içeren gıdaların vücuttaki düşük LDL konsantrasyonlarını korumak için değerli bir kaynak olabileceğini bildirmişlerdir.

Brennan ve ark. (2012), ekstrüde atıştırmalık yiyeceklere eklenen psyllium'un potansiyelini ve yemek sonrası kan şekerini düşürmesi durumunu araştırmışlardır. Psyllium kepeği, unla ilişkili olarak %15'lik bir konsantrasyonda dahil edilmiş ve sunulan sonuçlara göre, bu miktardaki psyllium, kontrole kıyasla glikoz azaltmada 120 dakikadan daha uzun süre faydalar göstermiştir. Bu sonuçla araştırmacılar, psyllium'un ekstrüde ürünlerde postprandiyal glukoz seviyesinin düşürülmesi için potansiyel bir lif olarak kullanılabileceğini açıklamışlardır. Yazarlar, psyllium ilavesinin bu ürünlerin fiziksel özellikleri, bileşimi veya kabul edilebilirliği üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını bildirmemişlerdir.

Niu ve ark. (2012), yaptıkları araştırmada süksinilasyonun psyllium'un fizikokimyasal, fonksiyonel ve sağlık potansiyeli özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yazarlar, belirli bir derecede psyllium süksinil sübstitüsyonunun safra asidi bağlama özelliklerini iyileştirebileceğini öne sürmüşlerdir. Çalışma, süksinilasyon tekniği ile modifiye edilmiş psyllium'un plazma LDL kolesterol seviyelerini azaltabildiğini ve kimyasal olarak modifiye edilmiş psyllium'un kullanılacak miktarının modifiye edilmemiş psyllium'a göre daha düşük olacağını ve bunun gıdanın duyusal ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde daha az etkiye sahip olacağını göstermiştir.

Cappa ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada psyllium ve pancar lifinin glütensiz ekmek üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Lifler %0.5 pancar lifi + %2.5 psyllium (A); %1,5 pancar lifi + %1,5 psyllium (B) kombinasyonları şeklinde kullanılmış ve çalışma sonucunda birleşik lifler, toplam unun %3'ünü oluşturmuştur Fırınlamadan sonra analiz ettikleri ekmek örneklerinde Psyllium içeren formülasyonun, su ile afinitesinden dolayı daha iyi bir hamur gelişimi ve 3 gün sonra daha iyi bir koruma sağladığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca örnekler içerisinde %2,5 psyllium konsantrasyonu daha iyi bir ekmek kalitesi sergilemiştir. Araştırmacılara göre psyllium ilavesi glütensiz ekmek yapımında yeni bir alternatif olabilir.

Osheba ve ark. (2013), et sucuklarına bitkisel kolloid ekstraktlarının (psilyum, keçiboynuzu tohumu ve portakal albedo) eklenmesinin, pektin ekstraktı ile karşılaştırıldığında, ürünün kalite özelliklerine ilişkin etkilerini değerlendirmişlerdir. Psyllium jeli hazırlamak için 95 mL su ve 5 g psyllium 80 °C'de 2 saat ısıtılıp oda sıcaklığına soğutulmuş ve bu jelin %15'i sosis formülasyonunda kullanılmıştır. Sosis, -18 °C'de 6 ay süreyle saklanmıştır. Araştırmacılar Psyllium içeren formülasyon kolchecien, katekol ve pirogallol için sırasıyla 234.01, 37.67, 12.01 mg/100 g değerleri ile fenolik bileşikler ve flavonoidler için iyi sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir, Sonuç olarak kolloid ilavesiyle sosis üretiminin kalite özelliklerine fayda sağladığını ve özellikle psyllium'un belirgin polifenol ve flavonoid seviyeleri nedeniyle terapötik bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Bazı araştırmalarda bildirildiği üzere psyllium ilavesi, fiziksel özellikler (doku ve renk) ve duyusal kabul açısından bazı zorluklar ortaya çıkarabilir, ancak psyllium ilave oranlarının ayarlanması veya katkı maddelerinin kullanımı ile daha kaliteli gıda ürünleri üretmek mümkündür. Çünkü bunların eklenmesi lif artışına katkıda bulunmaktadır (Bernstein ve ark., 2013; Fradinho ve ark., 2015; Gupta ve ark., 2015). Vurgulanması gereken bir diğer konu da psyllium katkılı bir gıda ürününün etiketinde sağlık beyanı içermesi için, psyllium miktarının düzenleyici kurumların belirlediği minimum bir miktara sahip olması gerektiğidir (Brezilya, 1999; FDA, 2012).

Başka bir çalışmada, sülfasyon, hidroksipropilasyon ve süksinilasyonun psyllium jelleşmesi, su alımı, şişmesi ve safra asidi bağlama kapasiteleri üzerindeki

etkilerini ve üç türevlendirme yönteminin hepsinin orijinal psyllium'a kıyasla psyllium jelleşme ve şişme kapasitelerini azalttığını ve su alımını ve safra asidi bağlanmasını artırdığını bildirmişlerdir. Vücutta safra asidi emilimi arttığında, kolesterolün safra asitlerine dönüşümünü teşvik ederek toplam ve LDL kolesterol seviyelerini düşürerek kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasına katkıda bulunur (Niu ve ark., 2013).

Raymundo ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada bisküvilere unun yerine %3-15 konsantrasyonlarda psyllium ilave ederek değişimleri gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda psyllium ilavesi ile üretilen kurabiyelerin kıvam olarak koyulaştığını, lif ve kül içeriklerinin arttığını ve protein değerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Su aktivitesinde, raf ömrünün artmasına yol açabilecek bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, psyllium ilavesinin %10'dan daha yüksek konsantrasyonlarının, esas olarak hamurun reolojik özelliklerinden dolayı teknolojik kısıtlamalar getirdiğini, yüksek lif içeriği nedeniyle kurabiyeleri şekillendirmenin mümkün olmadığını bildirmişlerdir. %9'a kadar psyllium eklenmiş bisküvilerin umut vaat eden bir pazar potansiyeline sahip olduğunu ve diyete lif eklenmesi için bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir (Franco ve ark., 2020).

Fradinho ve ark. (2015), yaptıkları bir çalışmada %3-9 konsantrasyonlarda psyllium ilaveli kurabiyeler üretmişlerdir. Yazarlar, psyllium'un dahil edilmesinin kül içeriğinde bir artış ve proteinlerde bir azalma gösterdiğini, kurabiye kalınlığının arttığını ve bunun psyllium'un su tutma yeteneğinin bir sonucu olabileceğini bildirmişlerdir. Kurabiyelerin pişirme sonrasında çaplarında görülen azalmanın Psyllium'un jel oluşturma yeteneğinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Tekstür parametrelerinde psyllium ilavesiyle sertliğin arttığını gözlemlemişlerdir. En iyi duyusal kabul, %6 psyllium ve %50 un ile elde edilen kurabiyelerde gözlemlenmiştir.

Ladjevardi ve ark. (2015), düşük yağlı yoğurt formülasyonunda PHG (Psyllium Husk gum) kullanmış ve %0,12 PHG ve %0,63 yağ ile formüle edilmiş yoğurtlar için maksimum sertlik, viskozite ve ideal pH ile mükemmel bir duyusal kabul bulmuştur. Araştırmacılar, PHG konsantrasyonundaki bir artışın sertliği ve viskoziteyi önemli ölçüde iyileştirdiğini ve sinerezi büyük ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Duyusal

değerlendirmelerde, %0.12 PHG ile üretilen yoğurtların aroma, tekstür ve genel izlenim özelliklerinde kontrole kıyasla daha yüksek puanlar aldığını ve aralarında önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır.

Pandey ve ark. (2016), nihai ürünün kalitesini ve kabulünü etkilemeden yoğurda dahil edilecek psyllium miktarını araştırmışlardır. Araştırmacılar, %0,7 psyllium konsantrasyonunda daha yüksek bir lif kaynağı bulmuşlardır.

Beikzadeh ve ark. (2016), 100 g buğday unu için aşağıdaki konsantrasyonları kullanarak psyllium ilavesinin kek yapımı üzerindeki etkilerini analiz etmiştir; 5.0; 7.5; 10.0; 12,5 ve 15,0 gr. Psyllium konsantrasyonundaki artışın, psyllium'un çözünür lifleri tarafından su tutulması nedeniyle kek hacminde bir azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Su emilimindeki artış hamur viskozitesinde artışa neden olarak hava genleşmesini etkileyerek kek hacminde azalmaya neden olmuştur, bu durum ⩾%7,5 psyllium içeren formülasyonlar için gözlenirken %5 psyllium içeren numunelerde daha iyi bir duyusal kabul gözlenmiştir.

Gıdaların endüstriyel olarak işlenmesinin lifin faydalarını engelleyebileceğini belirtmekte fayda vardır. Pek çok sağlık yararı ancak psyllium lifinin yüksek viskozitesi ile elde edilir, yani faydalar jel oluşumuna bağlıdır, bu nedenle gıda üretim sürecinin (ekstrüzyon, ısı, basınç) verimini azaltıp azaltamayacağının dikkate alınması gerekir (McRorie ve McKeown, 2017).

Zbikowska ve ark. (2018), tarafından yapılan çalışmalarda, kurabiye yapımında kısmi yağ ikamesi olarak psyllium kullanılmış ve %3 ve %5 ilavesi kurabiye sertliğini arttırmış ve duyusal kalitesini düşürmüştür. Pisilyum ilavesinin, gıda ürünlerinin fiziksel özelliklerinde ve kabulünde değişiklikler gösterebildiği ve bazı durumlarda eklenen psyllium yüzdesinin ayarlanmasının bu özellikleri iyileştirebileceği ve kabulü teşvik edebileceği bildirilmiştir (Cappa ve ark., 2013; Beikzadeh ve ark., 2016; Pandey ve ark., 2016).

Fratelli ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, psyllium'un fiziksel özelliklerinden ve duyusal kabul edilebilirliğinden ödün vermeden glütensiz ekmeğin diyet lifi

içeriğini ve glisemik tepkisini iyileştirmek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Psyllium eklenmesinin manuel modellemeyi, hacmi, görünümü ve dokuyu iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kontrol formülasyonuna kıyasla lif içeriğinde dört kat artış ve glisemik yanıtta %33 azalma ile kabul edilebilir bir glütensiz ekmek elde etmek için %17,14 psyllium ve %117,86 su eklemenin mümkün olduğunu bildirmişlerdir.

Ayrana benzer (sherbet) bir gıda maddesi üzerinde yapılan araştırmada, *Plantago ovata* eklenmiş olanların diğerlerine göre viskozite ve diğer yapısal niteliklerin büyük ölçüde geliştiği, duyusal olarak da ilavesiz örneklere göre daha iyi puanlar aldığı bildirilmiştir (Leahu ve ark., 2018).

Plantago ovata ABD'de yemeğe hazır tahıl ürünlerinde 1989'dan bu yana gıdanın ambalajında belirtilmek koşuluyla kullanıldığı bildirilmektedir (Thari, 2018).

Plantago ovata'nın, gıda sanayinde alkolsüz içecekler, sağlık içecekleri, ayran, bisküvi, ekmek, diğer fırın ürünleri, reçeller, kekler, kahvaltılık tahıllar ve hazır erişte gibi ürünlerde su bağlayıcı, kalınlaştırıcı ve ikame olarak güvenle kullanılabileceği ifade edilmiştir (Thari, 2018; Ziemichód ve ark., 2019; Leahu, 2019).

Glutensiz ekmek üretimiyle ilgili olarak yapılan bir araştırmada *Plantago ovata*'nın kullanılmasıyla, ekmeklerin sertlik değerlerinin azaldığı ve elastik özelliğinin %40 oranında yükseldiği bildirilmiştir. Aynı zamanda ekmeklerin tekstürel özelliklerinde de kayda değer iyileşmeler sağladığı belirtilmiştir (Ziemichód ve ark., 2019).

Figueroa ve Genovese (2019), 100 gr ürün başına 3 g lifle zenginleştirilmiş meyve jöleleri üretmişlerdir. Elma, bambu, psyllium ve buğday liflerinin kullanıldığı çalışmada viskoelastik ve mekanik özelliklerin renk ve sinerez üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Psyllium ile zenginleştirilmiş jöle, sineresiz göstermeyen tek numune olmuş ancak sakız kıvamından dolayı kabulü istenmemiştir. Araştırmacılar kabul edilebilir özelliklere sahip bir jöle üretimi için, liflerin (elma + psyllium, bambu + psyllium ve buğday + psyllium) bir kombinasyonu gerçekleştirmiş

ve sonunda yapı, stabilite, görünüm ve tat gibi kabul edilebilir özelliklere sahip bir ürün elde etmişlerdir. Bu çalışmada sonucunda psyllium'un, üründeki su kaybını (sinerez) önleme avantajına sahip olduğu ve lif içeriğinin artmasına katkıda bulunduğu ifade edilmiştir.

2.5. Ayran ile İlgili Çalışmalar

Ergüllü ve Demiryol (1983), çalışmalarında homojeleştirilmiş inek sütünden elde edilen yoğurtlara %0.5 rafine tuz ve değişik miktarlarda (4/1, 4/2, 4/3, 4/4, 4/5) su ilave ederek ayran üretmiş ve elde edilen bulgulara göre 4 kısım yoğurda 2 kısım su eklenmesiyle hazırlanan ayranın en beğenilen kıvama sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Güventürk ve ark. (1989), ayran üzerine yaptıkları çalışmada %0.3 oranında agar-agar, pektin, jelatin ve CMC kullanılmış ve agar-agar katılan ayranlarda pastörizasyon sonrasında büyük ölçüde serum ayrılması ve yapılarında kristalizasyon görülmüş olup, jelatin katılarak yapılan ayranlarda az miktarda serum ayrıldığı ve zaman içinde artış olmadığını ancak yapı bozukluğu ve yabancı bir tat olduğunu belirtmişlerdir. CMC katılarak yapılan ayranlarda çok belirgin bir yabancı tat oluştuğunu ayranın değişik (pelteli) bir yapı oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmada ayrıca ayranlara %0.05 ve %0.1 %0.15 oranlarında CMC katılarak pastörizasyon yapıldığını yabancı tadın daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Serum ayrılma oranının %0.05 ve %0.1 CMC katkılı ayranlarda yüksek olduğu, hammaddeye %0.05, %0.1, %0.15, %0.2 ve %0.25 oranlarında CMC katılarak üretilen ayranlarda, %0.25 oranında katılan CMC'nin stabil bir pH değeri ve asitlik oranı gösterdiğini, duyusal özeliklerinin normal olduğunu ancak serum ayrılmasının yeterince engellenemediğini açıklamışlardır.

Yapılan bir başka çalışmada araştırmacılar pektinin %0.4, %0.6 ve %0.8 oranlarında katıldığı dayanıklı ayran örneklerinde tüm tekerrürlerde 60 günlük depolama süresince serum ayrılması gözlemlenmemiş, geleneksel yöntemle üretilen ayran örneklerinde ise, giderek artan düzeyde serum ayrılması meydana gelmiştir. Pektinin %0.2 oranında katıldığı örnekte, ön denemelerle birlikte ilk tekerrürde serum

ayrılması görülmezken, son iki tekerrürde geleneksel örnekte olduğu gibi ölçülemeyen ve berrak olmayan bir serum ayrılması saptanmıştır. Tekerrürler arasında görülen bu farklılığın sütlerin Ca^{++} iyon içeriğindeki değişiminden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bilindiği üzere, ilave edilen pektin ilk önce ortamda bulunan Ca^{++} iyonları ile reaksiyona girmekte, daha sonra proteinlere bağlanmaktadır. Sonuçta proteinlerin sedimentleşmesi dolayısıyla serum ayrılması engellenmektedir (Atamer ve ark., 1995).

Ayranla ilgili yapılan çalışmada, hissel özelliklere bakıldığı zaman hiçbir stabilize edici ilave edilmeden üretilen ayran örneklerinin en yüksek değeri aldığı, bunu sırasıyla CMC %25, jelatin %0.25, keçiboynuzu zamkı + pektin + (LBG) (1/1/1) ağarın takip ettiği ifade edilmiştir. Karregananın ayranda kullanılmasının duyusal nitelikler açısından elverişli olmadığı ancak serum ayrılmasını kayda değer ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. CMC+karregenan (4/1) bileşiminin ayran dayanıklılığına olumlu etki yaptığı fakat burada karregenanın oranının daha az olması gerektiği vurgulanmış ve stabilizör kullanımının pH ve asitlik değerini etkilemediği ve bu bakımdan stabilizörler arasında fark gözlenmediğini vurgulamışlardır (Şimşek ve ark., 1995).

Atamer ve ark. (1999), araştırmalarında uzun süre dayanan ayran üretimi için pektin kullanımını araştırdıkları çalışmalarında %0.2 pektin katkısının ayrandaki serum ayrılmasını engellediğini tespit etmişlerdir. Pektin haricinde sabitleyici olarak jelatin, guar gum, karboksimetil selüloz, xantan gum, locust bean gum ve bunların ikili kombinasyonları kullanılmıştır. Kullanılan bu kıvamlaştırcıların fermente süt ürünlerindeki kıvamı arttırdığı, aynı zamanda serum ayrılmasını da azalttığını tespit etmişlerdir.

Köksoy ve Kılıç (2003a), çalışmalarında tuz ve su miktarlarının ayranın reolojik özelliklerine olan etkisini araştırmış ve su miktarının arttırılması ile kıvamın azaldığını, serum ayrılmasının da arttığını belirlemişlerdir. Tuz ilavesindeki artışın da suyla aynı etkiyi gösterdiğini tespit etmişlerdir (Ergüllü ve Demiryol, 1983).

Köksoy ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada ürettikleri ayrana farklı oranlarda jelatin, guar zamkı, keçiboynuzu zamkı ve yüksek metoksil pektin ilave etmişler ve örnekler 4 °C'de 15 gün boyunca depolama sırasında reolojik ve duyusal özellikler ve serum ayrışması açısından değerlendirilmiştir. En iyi etkiyi guar zamkı verse de duyusal özellikleri üzerinde olumsuz sonuçlar saptamışlardır.

Özdemir (2004), üretim değişkenlerinin ayranın yapısı üzerinde etkilerini belirleyebilmek için yaptığı çalışmada, ayranları 10 gün süreyle muhafaza etmiş ve bu süre zarfında serum ayrılması değerlerini takip etmiştir. Araştırıcı en düşük serum ayrılması değerlerinin depolamanın ilk gününde olduğunu ve depolama süresince serum ayrılması değerlerinin önemli miktarlarda artış gösterdiğini bildirmiştir.

Tamuçay (2005), yaptığı araştırmada ayran kalitesinde etkili olan bazı parametreler üzerinde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bulgularına göre; uygulanan birbirinden çeşitli ısıl işlem tiplerinin ayran stabilitesinde çok önemli bir etkisinin var olduğu bulunmuştur. Ayrıca ısıl işlem derecesinin yükselmesiyle beraber serum ayrılmasının düştüğü ve de viskozitenin yükseldiği saptanmıştır.

Bayraktaroğlu ve ark. (2008), yoğurdu sulandırarak yaptıkları ayran örneklerine yağ ikame maddesi olarak % 0.25 oranında peynir altı suyu tozu (Dairy-LoR), mikropartikule proteini (SimplesseR), locust bean gam ve guar gam ekleyerek üretim yapmışlardır. 14 günlük depolama süresince ayran örneklerinin fiziksel, kimyasal, reoloik özelliklerini incelemişlerdir. Sonuçta, yoğurdun sulandırılmasıyla elde edilen ayranlarda, yağ ikame maddesi kullanımının ve yağ içeriği farklılığının, ayranların nem içeriğini ve rengini (L* ve a* değeri), serum ayrılması miktarı ve viskozitesini, kıvam, koku, tat ve toplam kabul edilebilirlik benzeri duyusal özelliklerini önemli derecede etkilediğini tespit etmişlerdir.

Azarika ve ark. (2010), kitre sakızı ilavesiyle Doogh'un (İran yoğurt içeceği) stabilizasyon mekanizması hakkında yapılan bir çalışmada kitre sakızı (GT) ve bunun çözünür ve çözünmez fraksiyonlarının serum ayrılmasının önlenmesi ve stabilizasyon mekanizmaları üzerindeki etkisi reolojik, zeta potansiyeli ve mikroskobik ölçümler kullanılarak incelemişlerdir. Sonuç olarak çözünür tragakantin (T) ve GT sırasıyla

%0.100 ve %0.200 konsantrasyonlarında serum ayrılmasını engellediğini belirtmişlerdir.

Çelikel (2012), yaptığı çalışmada, yarım yağlı ayranlara çeşitli konsantrasyonlarda mikrobiyal transglutaminaz (MTGase) enzimi ilave ederek bu ayranların duyusal, mikrostrüktürel, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinr etkilerini araştırmıştır. MTGase ilavesi ayranların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve az da olsa duyusal özelliklerini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Elde ettiği bulgular doğrultusunda ayran üretimlerinde veya 2 unıt/g protein oranında enzim kullanılabileceğini belirtmiştir.

Pure ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada Asya ve Orta Doğu ülkesinde geleneksel olarak üretilen bir tür yoğurt içeceği olan Dogg'da serum ayrılmasını önlemek için, *Alyssum homolocarpum* tohumundan ekstraktre edilen sakızı 0.1%, 0.2% ve 0.3% oranlarında doğal bir stabilizatör olarak kullanmışlardır. Eklenen sakızın yoğurt içeceğinde vizkozite ve akışkanlık davranışlarını olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca tat olarak %2 oranında sakız ilaveli olan örnek daha etkili bulunmuştur.

Akal ve ark. (2017), çalışmalarında ayranda transglutaminaz enzimi ve peyniraltı suyu tozu kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Transglutaminaz eklenmesinin; rekonstitüye ve kontrol peyniraltı suyu barındıran ayran örneklerinin fiziksel özellikleri (kıvam indeksi, faz ayrılması) üzerine olumlu yönde etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Farzam (2017), deve sütüyle ürettiği ayranlarda serum ayrılması değerlerinin depolamanın başında düşük olduğunu depolama süresiyle orantlı olarak serum ayrılmasının da arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu artışın istatistiksel manada anlamlı olduğunu açıklamıştır.

Ayran üretiminde değişik konsantrasyonlarda (%0, 0,1, 0,2, 0,3 ve 0,4) Kinoa unu ilavesinin yapıldığı bir çalışmada, örnekler 14 gün muhafaza edilebilmiştir. Bu sırada yapılan analizlerin sonucunda kinoa katkılı ayranların, kontrol grubu ayranlara

göre daha mat olduğu, bunun da katılan unun renginden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ayrana ilave edilen un miktarı ile asitlik değerinin doğru orantılı olarak arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Kinoa unu içeren ayranların antioksidan kapasitesinin de yüksek olduğu, depolama süresinde de artış gözlendiği ifade edilmiştir. Duyusal açıdan incelendiğinde kinoa katkılı ayranların makul puanlar aldığı, en çok tercih edilen ayranların ise %0.2 Kinoa unu içerenler olduğu açıklanmıştır. Mikrobiyolojik analizler ise ayranlara ilave edilen kinoa ununun *St. thermophilus, L. bulgaricus* gelişimine olumlu yönde katkı yaptığı saptanmıştır. Un katılmasının ayranın besin değerine de katkı sağladığı ve protein içeriğini arttırdığı belirtilmiştir (Temen, 2018).

Duman ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada ultrasonikasyon yöntemi uygulayarak ve uygulamayarak ilave ettikleri transglutaminaz enzimi ile ürettikleri iki farklı ayran örneğinde kuru madde, protein ve renk parametlerini tespit etmişlerdir. +4 derecede 10 gün bekletilen ayran örneklerinin her ikisinde de gözle görülür bir şekilde serum ayrılmasının azaldığı ve ayrıca görünür vizkozite değerini yükselttiği tespit edilmiştir. Ultrasonifikasyon + transglutaminaz uygulanan ayranlarda az miktarda da olsa pH değerinin düştüğü görülmüştür.

Bhawna ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada manda ve deve sütünden ürettikleri laban (fermente yoğurt içeceği)'lara %0,1- %0,3 pektin ve %0,1–0,5 sodyum aljinat ilavesiyle duyusal parametreleri ve reolojik yapı özelliklerine bakılmıştır. Manda sütüyle üretilen labanda %0,2 olan pektin olumlu etki gösterirken deve sütünde üretilen labanlarda beklenen olumlu etkinin gözlenmediği bildirilmiştir. Labanın her iki çeşidinde de %0,3-%0,5 değer aralığındaki sodyum aljinat ilavesinin viskozite, elastik ve viskoz değerlerini arttırdığı bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Süt

Ayran üretimi aşamasında Şanlıurfa piyasasından elde edilen çiğ inek sütü kullanılmıştır.

3.1.1. *Plantago ovata* (karnıyarık otu)

Ayran üretiminde stabilizör ve yağ ikamesi olarak değerlendirilen Plantago ovata (karnıyarık otu) tozu Güzel Ada Pharma'dan tedarik edilmiştir.

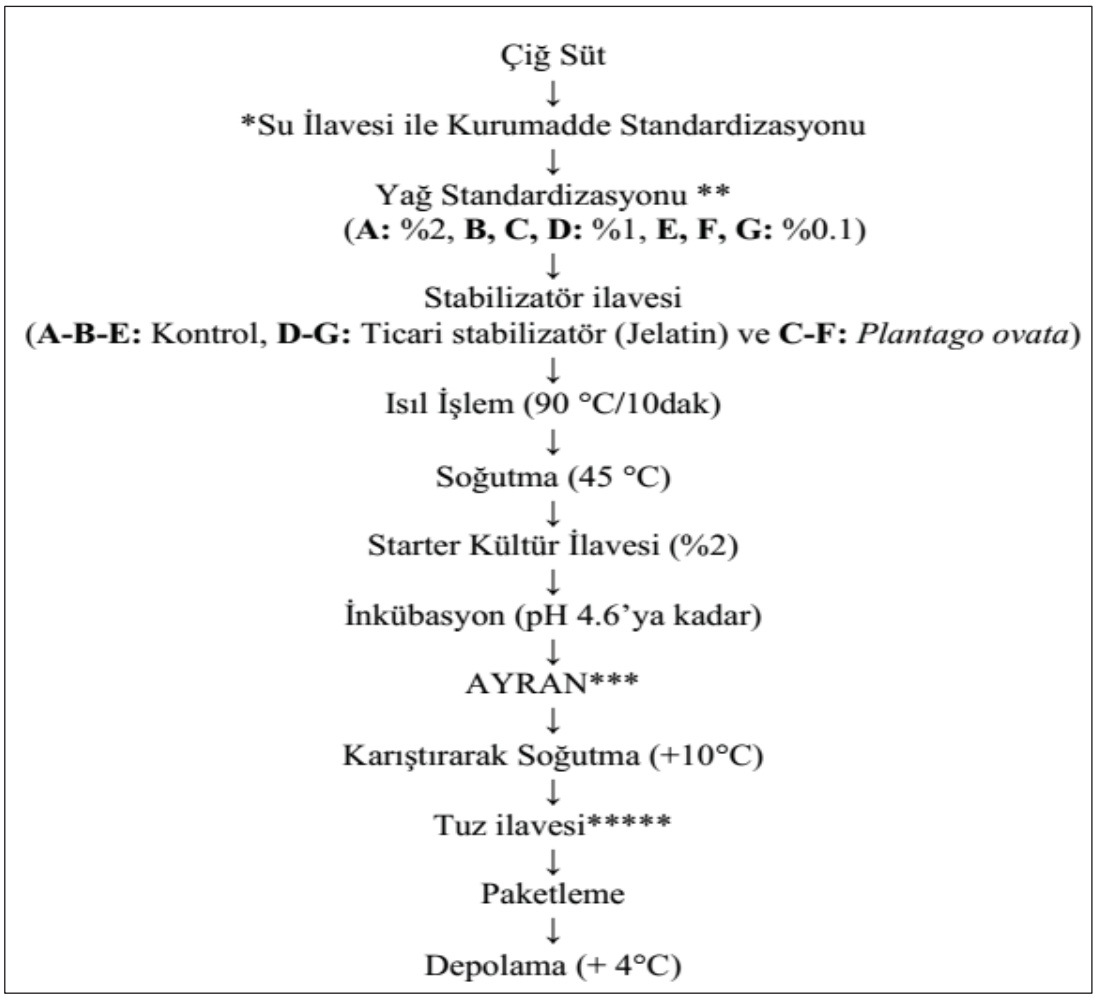
3.1.2. Stabilizör

Ayran üretim aşamasında stabilizör olarak kullanılan Jelatin Sosa Ingredients firmasından (İspanya)'dan sağlanmıştır.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Ayran üretimi

Şekil 3.1.'de verilen Ayran imalat akış şemasında görüldüğü şekliyle ayran imalatında, sütler kurumadde içerikleri Fermente Sütler Tebliği (Türk Gıda Kodeksi, 2001) ve TS 3810 Ayran Standardı ve baz alınmış, yağsız Kurumadde oranı en az %6 olacak oranda sulandırılmış ve yağ içerikleri de yağsız (%0.1), yarım yağlı (%1) ve yağlı (%2) olacak şekilde standardize edilerek yedi gruba ayrılmıştır.



* Su ilavesi yağsız kurumadde en az % 6 olacak şekilde yapılmıştır. ** Sütlerin yağ içerikleri %0.1, %1 ve %2 olacak şekilde standardize edilmiştir. *** **A:** yağlı kontrol, **B:** yarım yağlı kontrol, **C:** yarım yağlı *Plantago ovata* ilaveli **D:** yarım yağlı jelatin ilaveli, **E:** yağsız kontrol, **F:** yağsız *Plantago ovata* ilaveli, **G:** yağsız ticari stabilizatör ilaveli, ayranlar **** Tuz en çok % 0.7 olacak şekilde yapılmıştır.

Şekil 3. 1. Ayran üretim şeması

İlk grup kontrol (A: yağlı kontrol, B: yarım yağlı kontrol, E: yağsız kontrol), sonraki grup pozitif kontrol (D1: yarım yağlı ticari stabilizatör (jelatin) ilaveli, G1: yağsız ticari stabilizatör (jelatin) ilaveli) ve son iki grup da *Plantago ovata* (C1: yarım yağlı *Plantago ovata* ilaveli, F1: yağsız *Plantago ovata* ilaveli) olacak şekilde yağ standardizasyonu yapıldıktan sonra 90±2°C de 10 dk süreyle ısıl işlem tatbik edilmiştir. Pastörize etme prosesinin ardından sıcaklığı 45ºC'ye düşürülen sütlerin içerisine %2 oranında *Lactobacillus delbrueckii spp.* ile *bulgaricus Streptococcus thermophilus* başlatıcı kültür ilave edilmiş ve pH 4.6 olana kadar inkübe edilmiştir. İnkübe işlemi sonunda ayranlar soğutulmuş ve tuz eklendikten sonra ambalajlanmıştır. Ambalaj olarak 1 L'lik cam şişeler kullanılmıştır.

Ayranlara ilave edilen *Plantago ovata* (Karnıyarık otu) oranı ön denemelerle %0.1 olarak belirlenmiştir. Yapılan ön denemeler, ısıl işlem öncesi eklenen *Plantago ovata* (Karnıyarık otu)'nın sütlerin ısıl işlem sırasında pıhtılaşmasına neden olması dolayısıyla ısıl işlemden sonra yaklaşık 70°C'de ilave edilmesinin daha uygun olduğunu göstermiştir. Bu sebepten dolayı ayran üretimi sırasında ticari stabilizatör olan Jelatin sütlere ısıl işlem öncesinde ilave edilirken, *Plantago ovata* ise ısıl işlem sonrasında ilave edilmiştir.

Ayran imalatı iki tekrarlı olarak yapılmıştır. Sütlerin bileşimi ile ayranların kimyasal, fiziksel, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri 1., 10. ve 20. günlerde yapılan depolamada gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Ayranda yapılan analizler

3.2.2.1. Fiziko-kimyasal analizler

3.2.2.1.1. pH tayini

pH ölçümleri, Markası Ino Lab WTW (Weilheim, Germany) olan pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Oysun, 1996).

3.2.2.1.2. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitlik tespiti alkali titrasyon metodu ile gerçekleştirilmiş ve alkali olarak 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları ise % laktik asit türünden beyan edilmiştir (IDF, 1982).

3.2.2.1.3. Kurumadde tayini

Kurumadde, süt örneklerinin 100±2˚C 'de kurutulmasından sonra gravimetrik olarak saptanmış ve elde edilen veriler % şeklinde belirlenmiştir (IDF,1982)

3.2.2.1.4. Renk analiz

Hunter Lab Color Quest (UK, XE) cihazıyla Uluslararası renk sistemi(CIE) metoduna bağlı gün ışığı okuma değerine denk gelen D65/10 standart ışık kaynağı vasıtasıyla renk değerleri tespit edilmiştir (Gould, 1977).

3.2.2.1.5. Tuz tayini

Ayranlardaki tuz miktarları analize hazırlanmış olan örneklerin ayarlı 0.1 N AgNO3 ile titrasyonuyla belirlenerek Mohr titrasyon yöntemine göre sonuçlar % derişim olarak belirtilmiştir (IDF, 1989).

3.2.2.1.6. Viskozitenin ölçülmesi

Ayranların viskozite ölçümleri, Brookfield marka viskozimetre (Model RVDV, Π+,Middlesborough, UK) kullanılmıştır. Viskozimetre cihazı 5 numaralı spindel(5 rpm)'da çalıştırılmıştır. Her ölçüm minimum beş paralel olacak şekilde 30 saniye dönmenin ardından gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar cP (centipoise) şeklinde belirtilmiştir (Dervişoğlu ve ark., 2005).

3.2.2.1.7. Su tutma kapasitesi

Ayranlarda su tutma kapasitesi yönelik olarak çalışmada, Remeuf ve ark. (2003) tanımladığı yöntemin modifiye edilmesiyle tespit edilmiştir. İşlem şu şekilde gerçekleştirilmiştir; herbir plastik tüpe 20 g civarında numune alınarak santrifüj cihazında (MSE Hi-Spin, Pic., United Kingdom) 3000 d/d'de 10 dakika boyunca santrifüje edilmiştir. Bu işlemin sıcaklığı ise 20°C olarak belirlenmiştir. Santrifüjleme işleminin ardından örnekten ayrılan sıvı, santrüfüj tüpünden süzülmüş ve bu tüpün dibinde biriken çökelti tekrar tartılmıştır. İşlem sonucu ortaya çıkan bu çökeltinin orijinal örnek ağırlığına oranı, da % su tutma kapasitesi şeklinde aktarılmıştır (Çelikel, 2012).

3.2.2.1.8. Serum ayrılması

Mezürlere konulan (100 ml) ayranlarda depolama periyodunca 4-5°C' de ayrılan serum miktarı belirlenerek % olarak ifade edilmiştir (Özünlü, 2005).

3.2.2.1.9. Su aktivitesi

Su aktivitesi analizi Tatar ve ark. (2014) tarafından belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Örneklerden bir miktar alınarak mevcut su aktivitesi cihazı (Aqualab, model 4TE, Decagon Devices Inc., Pullman, WA, ABD) için özel tasarlanmış plastik daire şeklindeki kapların içerisine ilave edilmiştir. Cihaz standardize edilmiş ve bu plastik kaplar su aktivitesi cihazının ilgili kısmına yerleştirilmiştir. Dijital ekranda verilen değer ayran örneklerinin su aktivitesi değeri olarak kaydedilmiştir.

3.2.2.1.10. Tekstür profil analizi (TPA)

Ayranların tekstüre ait niteliklerini belirlemek amacıyla TA- XT2 markalı tekstür cihazı (United Kingdom, Stable Micro System) vasıtasıyla ölçümler yapılmıştır (İsmail ve ark., 2013; Pon ve ark., 2015). Tekstürel ölçümler çalışmada kullanılmıştır. Ayran örnekleri, analiz sürecinden önce +4◦C'de muhafaza edilmiştir. Gerçekleştirilen analizde 3.3 mm s^{-1}'lik penetrasyon ölçüm ucu hızı ve penetrasyon mesafesi = 20 mm, güç = 5.0xg şekilde hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Duyusal analizler

Ayranlarda depolama süresinin 1., 10. ve 21. günlerinde 10 kişilik bir grup tarafından oluşturulan uzman tarafından Ranking test yöntemi kullanılarak Bodyfelt ve ark. (1988), göre gerçekleştirilimiştir. Şekil 3.2.'de duyusal analizlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan form sunulmuştur.

AYRAN DUYUSAL ANALİZ FORMU

Panelist Adı-Soyadı: Tarih:

Birazdan size Ayran örnekleri servis edilecek ve size ürünün bazı kriterleri hakkındaki düşünceleriniz sorulacaktır. Lütfen;

1. Size verilen Ayran örneklerini aşağıda verilen sıraya göre renk görünüş, tat-aroma, kıvam ve genel beğeniniz yönünden değerlendiriniz.
2. Ürünün sizde bıraktığı etkiye göre, aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 10 arasında bir numarayı daire içerisine alınız.

Puanlandırmada, 1= Çok çok kötü, 5= Ne iyi ne kötü, 10= Çok çok iyi'ye eşittir.

3. Ürün ile ilgili varsa yapmak istediğiniz önerileri aşağıda ayrılan kısma yazınız.
4. Her ürünü tattıktan sonra, diğerine geçmeden önce ağzınızı su ile çalkalayınız.

Sizin yapacağınız dürüst bir puanlama bizlerin çalışmasına yön verecektir.

RENK GÖRÜNÜŞ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

TAT

AROMA

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

KIVAM

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ürün hakkındaki diğer düşünceleriniz: .....

Not: Lütfen örnekleri tercihinize göre sıralayınız.

1) 2) 3) 4) 5)

Şekil 3.2. Duyusal analiz formu

3.2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.2.3.1. *Streptococcus* thermophilus sayısı

S. thermophilus sayısını belirlemek için M17 agar (Merck) besiyeri kullanılıp dökme plak metoduna uygun olarak ekim yapılmıştır. Petrilere önce 10^{-5} ve 10^{-6}'lık

dilüsyonlardan 1'er ml ilave edilmiş, sonra 15-20 ml besiyeri ilave edilerek rotasyon hareketleri ile besiyeri ve bakteri dilüsyonu iyice karıştırılmıştır. Besiyerleri donduktan sonra petri kabı ters çevrilerek 48 saat 37°C'de aerobik olarak inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır. Elde edilen sonuçlar log kob/mL şeklinde ifade edilmiştir (Ranasinghe ve ark., 2016).

3.2.2.3.2. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı

Lactobacillus delbrueckii subsp *bulgaricus.* sayısını belirlemek için MRS agar besiyeri kuıllanılarak dökme plak yöntemi uygulanmıştır. Ekimler 3.2.2.3.1.'de açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiş olup petriler anaerobik kavanozlar kullanılarak anaerobik şekilde 37Cde 48 saat süresince inkübe edilmiştir. Anaerobik koşulların sağlanmasında Anaerocult A10 kitlerinden yararlanılmıştır. Sonuçlar log kob/mL şeklinde sunulmuştur (Rybka ve Kailasaphaty, 1996).

3.2.2.3. Maya-Küf Sayısı

Ayran numunelerinde maya ve küf sayısı Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılmak süretiyle belirlenmiştir. Hazırlanan 10^{-2} ve 10^{-3}'lük dilüsyonlar 3.2.2.3.1.'de açıklandığı şekilde petrilere aktarılmış ve 25°C'de 4-5 günlük süreyle aerobik olarak inkübe edildikten sonra sayılan koloniler log kob/mL olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve Mc Cance, 1993).

3.2.2.4. İstatistiksel analizler

Araştırma için "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseni" uygulanarak Yağ Oranı x Stabilizör İlavesi x Depolama süresi x Tekerrür (3x2x3x2) şeklinde tasarlanmıştır. İstatistiksel analizler paket programı olan SPSS 9.0 uygulanarak veriler elde edilmiştir. Tespit edilen özellikler yönünden ayran örnekleri arasında farklılaşma olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılarak bu analiz sonucunda önemli bulunan değerler Duncan testine alınmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987). Duyusal analizler sonucunda tespit edilen bulgularda ise bir Non-parametrik test türü olan Kruskal Wallis testi kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde üretimi gerçekleştirilen ayran örneklerinin duyusal, tekstürel, fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin her biri ayrı ayrı irdelenerek yağ ikame maddesi ve stabilizör olarak karnıyarık otu ilavesinin ayran örneklerinin belirtilen özellikler üzerine etkileri tartışılmış, elde edilen bulgular istatistiksel açıdan da değerlendirilerek konu ile ilgili yapılan başka araştırmalarla da karşılaştırılmak suretiyle sonuçlar yorumlanmıştır.

4.1. Ayranların Kimyasal Kompozisyonu

Ayran numunelerinin 1. gün kimyasal kompozisyonuna ait bazı değerler ortalamalar şeklinde Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4. 1. Ayranların kimyasal kompozisyonu**

Ayranlar*	Titrasyon Asitliği (%L.A.)	pH	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)	Tuz (%)
A	0,58±0,01^{c}	4,15±0,03^{a}	8,08±0,03^{a}	2,00±0,05^{a}	6,08±0,08^{a}	2,37±0,02^{a}	0,66±0,01^{a}
B	0,61±0,01^{bc}	4,12±0,01^{a}	7,07±0,05^{b}	1,00±0,05^{b}	6,07±0,10^{a}	2,36±0,04^{a}	0,66±0,00^{a}
C	0,63±0,05^{bc}	4,11±0,01^{a}	7,09±0,01^{b}	1,00±0,00^{b}	6,09±0,01^{a}	2,36±0,01^{a}	0,67±0,00^{a}
D	0,65±0,02^{ab}	4,12±0,01^{a}	7,03±0,02^{b}	1,01±0,05^{b}	6,02±0,07^{a}	2,34±0,04^{a}	0,67±0,01^{a}
E	0,71±0,03^{ab}	4,10±0,02^{a}	6,05±0,03^{c}	0,13±0,03^{c}	5,93±0,06^{a}	2,31±0,01^{a}	0,66±0,00^{a}
F	0,70±0,07^{ab}	4,10±0,02^{a}	6,08±0,02^{c}	0,12±0,02^{c}	5,96±0,04^{a}	2,37±0,02^{a}	0,67±0,00^{a}
G	0,75±0,01^{a}	4,09±0,00^{a}	6,08±0,02^{c}	0,11±0,01^{c}	5,97±0,03^{a}	2,375±0,01^{a}	0,67±0,00^{a}

* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar**: Sütunlar yukarıdan aşağıya dikkate alındığında aynı harflerle gösterilen ifadeler istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Üretilen ayranların titrasyon asitliği değerleri %0,58 ile %0,75 arasında değişiklik göstermiştir. Yağ içeriğinin ayranların titrasyon asitliği değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Üretilen ayranların pH değerleri 4,09 ile 4,15 arasında değişmiştir. Yağ içeriğinin ayranların pH değerine etkisi önemsiz (>0.05) bulunmuştur.

Üretilen ayranların kurumadde (%) değerleri 6,05 ile 8,08 arasında değişkenlik göstermiştir. Yağ içeriğinin ayranların kurumadde değerine etkisi anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Yağ oranı azaldıkça kurumadde değeri de doğru orantılı bir şekilde azalmıştır. Bu durum yağ miktarının azalması ile açıklanabilir.

Akçay (2016), acı biber katkılı ayran örnekleriyle yaptığı çalışmasında kurumaddeyi %7.21- 7.38 arasında ve Temen (2018), farklı oranlarda kinoa unu ilaveli ayranlarda kuru madde değerlerini %6.50- 7.07 arasında saptanmışlardır.

Fermente Sütler Tebliği'ne göre tam yağlı ayranın yağsız kurumaddesinin en az % 6.0 oranında olması gerekmektedir. Üretilen ayranların tümü bu standarda uyarken yağsız ayranlarla üretilen E-F-G ayranlarında bu değerin çok az altında olduğu (5,93-5,97) bulunmuştur. Bunun da ayran üretiminde kullanılan sütün yağsız olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (TGK, 2022).

Üretilen ayranların yağ miktarları ortalamalar olarak Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ayran numunelerinin yağ değerleri 0,11 ile 2,00 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu durum ayran üretiminde kullanılan sütün yağ içeriklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Fermente Sütler Tebliği'nde yağ miktarına göre yağlı ayranlarda yağ miktarının minimum %1.8, yarım yağlı ayranlarda %0.8-1.2 arasında ve yağsız ayranlarda%0.5'in altında olması gerekmektedir. Buna göre ürettiğimiz ayranlar Fermente Sütler Tebliği'ne uygun bulunmuştur (TGK, 2022).

Ayranların protein miktarları ortalamalar olarak Çizelge 4.1.' de verilmektedir. Ayranların protein değerlerinin %2.31-2.37 arasında olduğu belirlenmiştir. Fermente Sütler Tebliği'ne göre ayranların protein oranlarının minimum %2 olması gerekliliği belirtilmiş olup, çalışmamızdaki tüm ayran örneklerinin protein miktarları bu değerin üzerinde bulunmuştur.

Türkmen ve ark. (2017), ayran üretiminde su yerine peynir altı suyu kullanarak üretmiş oldukları ayranlarda protein oranlarını %2.01 ile %2.05 arasında; Temen (2018), farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle üretmiş olduğu ayranlarda protein oranlarını %2.01-2.41 arasında tespit etmişlerdir.

Ayran örneklerinde tuz miktarı (%) 0,66 ile 0,67 arasında değişmiştir. Fermente Sütler Tebliği'ne göre ayran en fazla %0,8 oranında tuz içerir. Çalışmamızda üretimini gerçekleştirdiğimiz tüm ayranların tuz miktarı bu değerin altında bulunmuş olup, Tebliğe uygundur (TGK, 2022).

Stabilizör olarak karnıyarık otu kullanımının ayranların kimyasal kompozisyonunu etkilemediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Diğer bir ifade ile jelatin ve karnıyarık otu ile üretilen ayranların kimyasal kompozisyonları arasında genel olarak titrasyon asitliği hariç fark görülmemiştir.

4.2. Depolama Periyodu Sırasında Ayranların Fizikokimyasal Özelliklerinde Tespit Edilen Değişimler

Ayranların fizikokimyasal özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Ayranların Fizikokimyasal Özelliklerinde Depolama Periyodu Sırasında Tespit Edilen Değişimler **

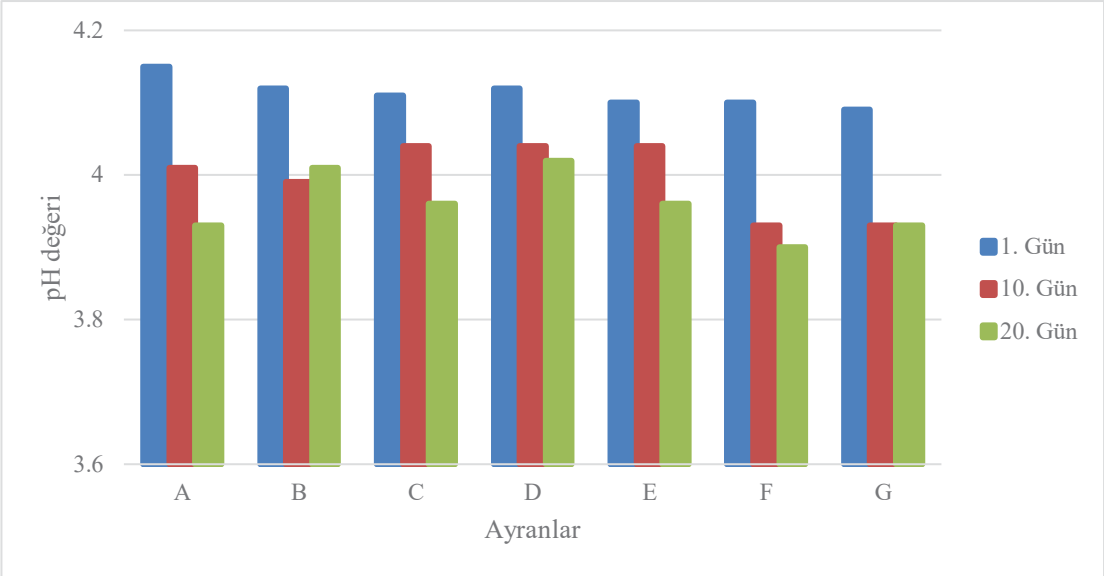
Ayran	Depolama Periyodu (gün)	pH	Titrasyon Asitliği (%L.A.)	Viskozite (cP)	Serum Ayrılması (mL)	Su Tutma Kapasitesi (%)	Su Aktivitesi
A	1.	4,15±0,03^{a1}	0,58±0,01^{c1}	70±2^{a1}	1,0±0,0^{ab1}	21,5±0,5^{ab1}	0,986±0,003^{b1}
	10	4,01±0,03^{a2}	0,62±0,00^{c2}	105±0^{a2}	14,0±0,0^{ab2}	19,0±0,0^{ab2}	0,985±0,001^{b12}
	21.	3,93±0,01^{a2}	0,61±0,03^{c2}	168±2^{a3}	23,0±1^{ab3}	17,3±1,3^{ab3}	0,983±0,001^{b2}
B	1.	4,12±0,01^{aA1}	0,61±0,01^{bA1}	43±3^{bcA1}	1,0±0,0^{abA1}	20,5±0,5^{bA1}	0,990±0,000^{abA1}
	10	3,99±0,00^{aA2}	0,74±0,01^{bA2}	83±3^{bcA2}	17,0±1^{abA2}	16,8±0,3^{bA2}	0,989±0,001^{abA12}
	21.	4,01±0,02^{aA2}	0,73±0,03^{bA2}	128±3^{bcA3}	30±0,0^{abA3}	14,5±0,5^{bA3}	0,988±0,001^{abA2}
C	1.	4,11±0,05^{aA1}	0,63±0,05^{bA1}	76±7^{aA1}	1,0±0,0^{abAB1}	23,8±0,8^{aA1}	0,986±0,001^{abAB1}
	10	4,04±0,03^{aA2}	0,68±0,03^{bA2}	103±3^{aA2}	6,5±0,5^{abAB2}	21,9±0,3^{aA2}	0,984±0,000^{abAB12}
	21.	3,96±0,06^{aA2}	0,75±0,03^{bA2}	172±4^{aA3}	13,5±0,5^{abAB3}	19,3±0,3^{aA3}	0,983±0,000^{abAB2}
D	1.	4,12±0,05^{aA1}	0,65±0,02^{bA1}	75±5^{abA1}	0±0^{abB1}	24,3 ±1,3^{aA1}	0,984±0,002^{abB1}
	10	4,04±0,02^{aA2}	0,71±0,01^{bA2}	126±6^{abA2}	5,0±1^{abB2}	22,1±0^{aA2}	0,983±0,001^{abB12}
	21.	4,02±0,00^{aA2}	0,72±0,01^{bA2}	180±4^{abA3}	12,0±1^{abB3}	20,0±0^{aA3}	0,982±0,001^{abB2}
E	1.	4,10±0,08^{aA1}	0,71±0,03^{aA1}	46±2^{cA1}	1,0±0^{bA1}	18,5±0,5^{cA1}	0,991±0,001^{aA1}
	10	4,04±0,05^{aA2}	0,79±0,01^{aA2}	63±3^{cA2}	22,8±1,3^{bA2}	14,8±0,3^{cA2}	0,991±0,001^{aA12}
	21.	3,96±0,05^{aA2}	0,85±0,02^{aA2}	105±3^{cA3}	35,0±1^{bA3}	12,0±0,0^{cA3}	0,990±0,001^{aA2}
F	1.	4,10±0,04^{Aa1}	0,70±0,07^{aA1}	45,5±3,5^{bcA1}	1,0±0^{abAB1}	20,5±0,5^{bA1}	0,989±0,001^{aAB1}
	10	3,93±0,05^{aA2}	0,79±0,06^{aA2}	93,5±4,5^{bcA2}	11,5±1,5^{abAB2}	18,0±1,0^{bA2}	0,988±0,001^{aAB12}
	21.	3,90±0,01^{aA2}	0,81±0,05^{aA2}	127,5±4,5^{bcA3}	19,5±0,5^{abAB3}	15,3±0,3^{bA3}	0,987±0,001^{aAB2}
G	1.	4,09±0,00^{aA1}	0,75±0,01^{aA1}	50±0^{cA1}	0±0^{abB1}	19,5±0,5^{bA1}	0,987±0,001^{aB1}
	10	3,93±0,04^{aA2}	0,80±0,02^{aA2}	87±3^{cA2}	8,0±1,0^{abB2}	16,0±1,0^{bA2}	0,986±0,002^{aB12}
	21.	3,93±0,02^{aA2}	0,80±0,01^{aA2}	134±0^{cA3}	16,5±1,5^{abB3}	14,5±0,5^{bA3}	0,986±0,001^{aB2}

* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar ** Aynı sütundaki küçük harfler yağ içeriğine göre, büyük harfler stabilizör ilavesine göre, rakamlar ise depolama süresine göre ayranlar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.2.1. Ayranların pH değerleri

Ayranların pH değerleri 3.90±0.01 ile 4.15±0.03 arasında değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.1.). İstatistiksel analizler yağ içeriğinin ve stabilizör çeşidinin ayranların pH değerine etkisinin önemli olmadığını göstermiştir ($p>0.05$).

Psyllium gamının (*Plantago ovata*) az yağlı yoğurda ilave edilerek yoğurt jelinin iyileştirilmesi öngörülen bir çalışmada, optimizasyon uygulanmış ve pH optimum değerini 4.39 bulmuşlardır. Bunun yanı sıra pH değerinin doğrudan *Plantago ovata* ve yağ içeriklerinin arasında lineer bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Ladjevardi ve ark.,2015). Fakat yaptığımız çalışmada *Plantago ovata* ilavesinin pH değerine etkisi önemli bulunmamıştır



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 1. Ayranların pH değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Depolama periyodu sırasında ayranların pH değerlerinin düştüğü belirlenmiş ve bu düşüş istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

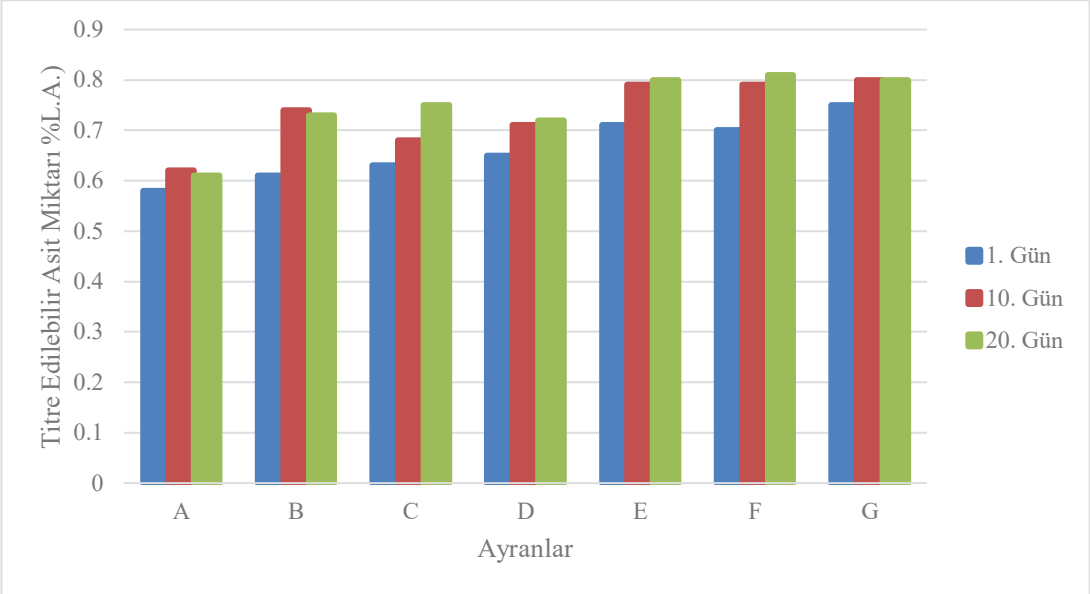
Köksoy (2003) ve Çelikel (2012), de depolama sırasında ayranların asitliğinin yükseldiğini yani pH'ın düştüğünü bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmaların sonuçları, sonuçlarımızla uyum içindedir.

Çubukçu (2022), probiyotik yoğurtlara yağ ikame maddesi olarak *Psyllium husk* (Karnıyarık otu) tohum kabuğu tozu ilave ettiği çalışmasında söz konusu tozun pH değerlerinde bir miktar artmaya sebep olduğunu belirtmekle beraber istatistiksel analiz sonucunda elde edilen verilerin anlamlı olmadığı sonucuna varmıştır ($p>0.05$). Çubukçu'nun elde ettiği veriler, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

4.2.2. Ayranların titrasyon asitliği değerleri

Ayranlardaki titre edilebilir asit miktarının laktik asit cinsinden %0.58±0.01 ile %0.85±0.02 arasında değiştiği tespit edilmştir (Çizelge 4.2., Şekil 4.2.). İstatistiksel analizlerde yağ oranının ayranların titre edilebilir asit miktarına etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Ayranların yağ içeriği arttıkça titre edilebilir asit

miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç laktik asit bakterilerinin yağsız sütlerde daha iyi gelişmesiyle ilişkilendirilebilir. Kim ve ark. (2020), yağı azaltılmış yoğurtların pH değerlerinin tam yağlı yoğurtlara göre daha düşük, titre edilebilirliklerinin ise daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Lucey ve ark. (1998), yağ içeriği arttıkça laktik asit bakterilerinin gelişmesi ve aktivitelerinin düşmesi nedeniyle pH değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Şahan ve ark. (2008) ve Brennan ve Tudorica (2008), da yağ içeriği arttıkça pH değerinin arttığını tespit etmişlerdir. *Plantago ovata* ilaveli yağı azaltılmış ayranların titrasyon asitlik değerlerinin kontrol numunelerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sonucun *Plantago ovata*'nın bilelşiminde bulunan liflerin laktik asit bakterilerinin gelişimini stilüme etmesiyle ilişkili olduğu tahmin edilmektedir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.2. Ayranların titrasyon asitliği değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Plantago ovata ve jelatin ilavesi ile üretilen ayranların (C, F ve D, G) titre edilebilir asit miktarlarının birbirlerine yakın olduğu ve istatistiksel olarak stabilizör çeşidinin ayranlardaki titre edilebilir asit miktarını etkilemediği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Ladjevardi ve ark. (2015), *Plantago ovata* gamının ilave edildiği az yağlı yoğurt çalışmalarında titrasyon asitlik değerlerinin gam ve yağ içerikleri arasında doğrusal bir

ilişki olduğunu ve *Plantago ovata* konsantrasyonunun yağ içeriği ile karşılıklı etkileşiminin titrasyon asitliği üzerinde etkin olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırma sonucunda elde edilmiş olan veriler çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Ayranların titre edilebilir asit miktarları laktik asit bakterilerinin metabolizması nedeniyle depolama periyodu boyunca sürekli arttığı ve belirtilen artış miktarının istatistiki açıdan da anlamlı ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Ayranların viskozite değerleri

Sıvılarda iç sürtünme olarak tanılanan viskozite bir sıvının akışkanlığa direncinin göstergesidir (Özünlü, 2005). Ayran ile ilgili en temel sorun, zaman içerisinde yoğurt gibi reolojik yani akış ve şekil özelliklerinde sergilediği kararsızlık eğilimidir (Köksoy ve Kılıç, 2004; Özdemir ve Kılıç, 2004). Ürünün kıvamını gösteren viskozite tüketicilerin beğenileri ve tercihlerini belirleyen faktörlerden birisidir (Köksoy ve Kılıç, 2003; Mudgil ve ark., 2018).

Ayranların viskozite değerlerinin 43±3 ile180±4 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2. ve Şekil 4.3.). Ayranların yağ içeriğinin viskozite değerlerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Bilindiği üzere viskozite yağ, protein ve kurumadde oranına bağlı olarak değişmektedir. Ortamda suyu bağlayıcı maddelerin olması da viskozitede artışa neden olmaktadır (Metin, 2013). Ayranların yağ içeriği azaldıkça viskozitelerinde bir miktar azalma olmuş, ancak düşük yağlı ayranlardaki protein miktarındaki oransal artış nedeniyle aradaki farkın düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Karnıyarık otu ilaveli yağı azaltılmış ayranların viskozite değerlerinin karnıyarık otunun suyu bağlaması nedeniyle yağı azaltılmış kontrol örneklerine yakın viskoziteye sahip olduğu, özellikle C örneğinin %2 yağlı kontrole çok yakın bir değer aldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç karnıyarık otunun yağ ikamesi olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Psyllium husk gum (PHG) ilaveli az yağlı yoğurtlarda, PHG konsantrasyonundaki bir artışın viskoziteyi fark edilir şekilde iyileştirebileceği

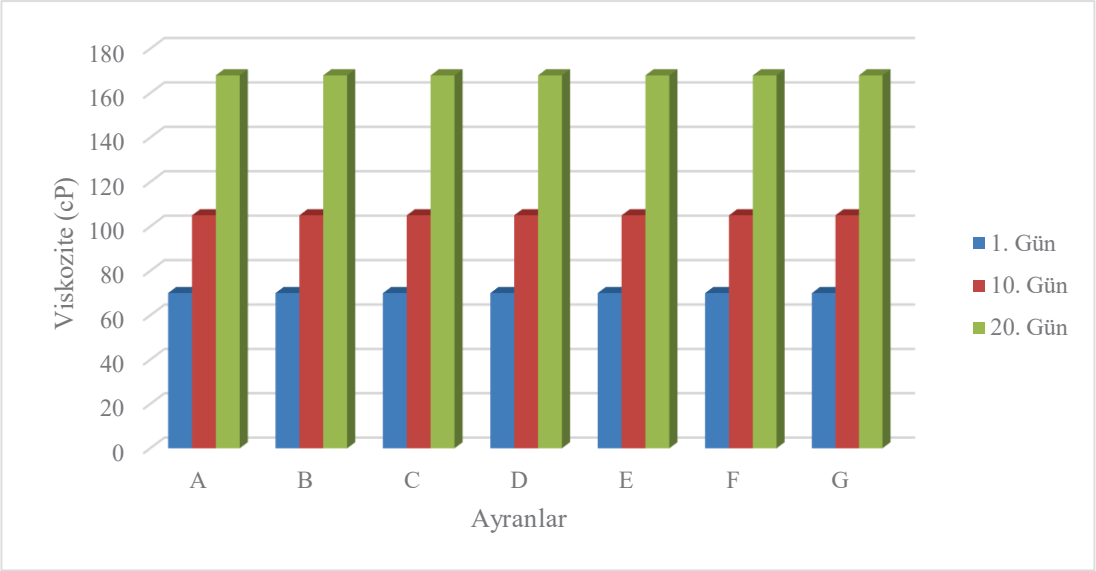
bildirilmiştir (Ladjevardi ve ark.,2015). Brennan ve Tudorica (2008), β-glukan ile desteklenmiş yağı azaltılmış yoğurtların çalışmamızdaki bulgulara benzer şekilde viskozite artışı gösterdiğini bulmuşlardır. Yine fesleğen tohumu gamı ilave edilen düşük yağlı yoğurtlarda, viskozitenin yağsız yoğurtlara oranla arttığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2020). Bununla birlikte Dai ve ark. (2016), yoğurda glukomannan ilavesinin viskozite indeksi değerlerini, Ramchandran ve Shah (2009), ise inülin ilavesinin sertliği ve viskoziteyi etkilemediğini ortaya koymuşlardır.

Ayranların viskozite değeri stabilizör çeşidinden etkilenmemiştir ($p>0,05$). Karnıyarık otu ilaveli ayranlar ticari stabilizör olan jelatin ilaveli ayranlar ile karşılaştırıldığında viskozite açısından benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiş ve karnıyarık otunun ticari stabilizör ile aynı etkiyi yarattığını göstermiştir.

Bir yoğurt içeceği olan ayranın dokusal stabilizasyonunda hidrokolloidlerin kullandıldığı bir çalışmada, kullanılan tüm stabilizörlerin viskozite indeksini arttırdığını belirtilmiştir (Köksoy ve kılıç; 2004). Soya fasulyesi ve kinoadan üretilen bitki bazlı yoğurdun değerlendirildiği bir çalışmada, viskozitenin artan kesme hızıyla birlikte azaldığı açıklanmıştır. %100 kinoa ile yapılan yoğurdun en yüksek görünür viskoziteye sahip olduğunu, yoğurttaki viskozitenin soya fasulyesi içeriğinin artmasıyla önce azaldığını, ardından arttırdığı ifade edilmiştir (Huang ve ark., 2022). Tıpkı Kinoa'da olduğu gibi soya bazlı yoğurtta da benzer sonuçlar gözlemlenmiştir (Mishra ve Mishra, 2013).

Kinoa unu ilavesinden kaynaklanan görünür viskozite değeri ile ilgili olarak sonuçlar, yüksek seviyede kinoa unu (%2) içeren numunenin, kontrol numunesinden daha düşük bir görünür viskoziteye sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yüksek lif içeriği nedeniyle, %1,0'a kadar kinoa unu ilavesinin görünür viskoziteyi artırdığı düşünülmektedir (Codina ve ark., 2016).

Çubukçu (2022), probiyotik yoğurt üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk* kullandığı çalışmada *Psyllium husk* ilavesinin yoğurtların viskozite değerlerini arttırdığını saptamıştır.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.3. Ayranların viskozite değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Ayranların viskozite değerlerinin depolama süresinden yüksek derecede etkilendikleri saptanmıştır ($p<0,05$). Depolama süresi arttıkça viskozite değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir. Bilindiği üzere soğuk depolama koşullarında asitlik artışına paralel bir şekilde asit kazein jellerindeki protein-protein interaksiyonu sürmekte ve proteinler ile bağları tekrar düzenler (Özer ve ark., 1997; Akın ve ark., 2009). Bunların sonucunda da fermantasyon aşamasında ve depolama sırasında jel sıkılığı artış göstermektedir.

Çomak ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada depolama süresince ayran numunelerinin viskozite değerlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar 4°C'deki ilk 15 günlük depolama periyodunca viskozite değerlerindeki artışı istatistiki açıdan önemli olduğunu ($P<0,05$) belirlemişlerdir. Depolama süresi boyunca viskozitede ortaya çıkan yükselişin fermantasyon prosesinde süt ürünleri imalatında değerlendirilen prebiyotik bakterilerin ve yoğurt ekzopolisakkaritile kısa zincirli yağ asitlerinin sentezlemesinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

4.2.4. Ayranların serum ayrılması değerleri

Genelde sinerezle anlam olarak benzerlik gösteren serum ayrılması, yoğurttaki gibi asit jellerinin üzerinde kendi kendine gerçekleşen bir sorundur (Lucey, 2001). Bu

parametre ısıtma ve asitlik derecesindeki artış ile kolloidal kararlılığı bozulan süt proteinlerinin, yoğunluk farkından dolayı, içinde bulundukları serumun tabanına doğru çökmeleri şeklinde ifade edilmektedir (Bodyfelt ve ark., 1988; Şimşek, 1995; Atamer ve ark., 1999). Ambalajda fark edilen serum ayrılması tüketici seçimini olumsuz şekilde etkiler (Koksoy ve Kilic, 2004).

Ayranların serum ayrılması değerleri 0±0 ile 35,0±1 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2. ve Şekil 4.4.). Ayran örneklerinde yağ içeriğinin serum ayrılması değerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Yağ içeriği azaldıkça serum ayrılması değeri artmıştır. Yağın azalması ile jel matriksinde boşluklar oluştuğu ve suyun ağ yapıda daha az tutulduğu tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra yağ içeriğindeki azalmaya bağlı olarak kurumadde miktarındaki azalmanın da serum ayrılmasını arttırdığı düşünülmektedir. Yağı azaltılmış ayranlara ilave edilen karnıyarık otunun serum ayrılmasını azalttığı ve yağı azaltılmış ayranların kontrole benzer özellik gösterdiği tespit edimiştir.

Çalışmamızda ayranlarda stabilizör çeşidinin serum ayrılması değerine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. *Plantago ovata* ve jelatin ilaveli tüm ayran örneklerinde serum ayrılması değeri kontrol örneklerine göre oldukça düşük bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Bu durumun stabilizörlerin hidrokollid özelliğine bağlı olarak suyu bağlamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. En düşük serum ayrılması değerine jelatin ilaveli ayranların sahip olduğu belirlenirken onu *Plantago ovata* ilaveli ayranlar takip etmiştir. Jelatinin, ayran benzeri içeceklerde kazein misellerini çevreleyen ve suyu arada tutan ağı stabilize edebileceğini bildirilmiştir (Fiszman ve Salvador, 1999). Bulgularımız karnıyarık otunun da benzer özellik gösterdiğini ve stabilizör gibi davrandığını ortaya koymaktadır.

Bayraktaroğlu ve Obuz (2008)'de farklı peyniraltı suyu tozu (Dairy-Lo®), locust bean gam, mikropartiküle proteini (Simplesse®) ve guar gam gibi 4 farklı yağ katkı maddelerinin yağsız ayranın reolojik ve kalite özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, yağ ikame maddelerinin yağsız ayranlarda serum ayrılmasını azalttığını bildirmişlerdir.

Fesleğen tohumu gamı ilave edilen düşük yağlı yoğurtlarla yapılan bir çalışmada, gamın eklendiği az yağlı yoğurtlarda ilavesiz az yağlı yoğurtlara oranla serum ayrılması değerlerini azalttığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2020).

Köksoy ve Kılıç (2004), ayrana stabilizatör eklendiğinde, stabilizatörsüz ayrana göre serum ayrılması miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca hidrokolloidlerin kullanımı ile artan viskozite, ayrandaki serum ayrılması seviyesindeki azalma ile ilişkilendirilmiştir. Eşit konsantrasyonda (%0,25) stabilizatör içeren ayranlar karşılaştırıldığında, viskozite artışı guar gam ve locust bean gamda (LBG) çok daha fazla olduğu ve bunun da serum ayrılma oranlarına yansıdığını belirtmişlerdir. Guar gamı ve LBG'nin yüksek konsantrasyonları kullanıldığında serum ayrılmasının sıfıra indirilmesi mümkün olmuştur. %0,10 konsantrasyonda LBG veya guar gam, stabilizatörsüz ayrana kıyasla serum ayrılmasını %83 oranında azaltmıştır. %0,25 konsantrasyonda HMP (yüksek metoksilli pektin) ve %0,25 konsantrasyonda jelatin, serum ayrılmasını sırasıyla %50 ve %25 azaltmıştır.

Az yağlı yoğurtlarda yoğurt jelinin iyileştirilmesi amacıyla katılan *Psyllium husk* gumının (PHG) konsantrasyon artışının serum ayrılmasını önemli ölçüde azaltabileceği bildirilmektedir (Ladjevardi ve ark., 2015).

Guinee ve ark. (1995), ile Keogh ve O'Kennedy (1998), ayrıca %0.5 oranında jelatin ilavesinin karıştırılmış yoğurtta sinerezi azalttığını bildirmişlerdir.

Fiszman ve Salvador (1999), çalışmalarında serum ayrılmasını en aza indirmek için yüksek konsantrasyonda jelatine ihtiyaç duyduklarını belirterek %1.5 oranındaki jelatinin, suyu yoğurtta tutan sürekli bir ağ oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Atamer ve ark. (1999) ile Lucey ve ark. (1999), pektinin %0.3'ten daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasının asitli sütlü içeceklerde serum ayrılmasını önlediğini bildirmişlerdir.

Probiyotik ayran üretiminde *Boswellia carterii* (akgünlük) sakızından prebiyotik ve stabilizör olarak yararlanma olanakları araştırıldığı çalışmada, ayran üretiminde

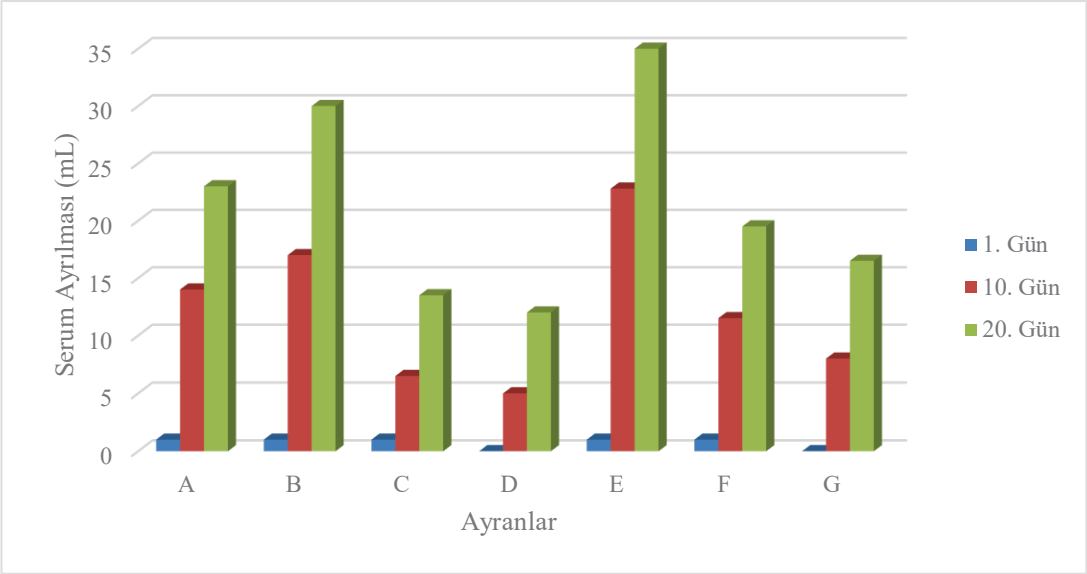
stabilizör çeşidinin serum ayrılmasına etkisinin istatiki anlamda mühim olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Stabilizör ilaveli tüm ayranların serum ayrılması değerlerinin stabilizörlerin hidrokolloid özelliğinden dolayı kontrol (A) örneğinden düşük bulunduğu belirtilmiştir (Altun, 2022).

Çubukçu (2022), yaptığı çalışmada yağı azaltılmış yoğurtlara ilave ettiği *Psyllium husk* oranı arttıkça serbest suyun bağlanması sonucunda serum ayrılması değerlerinin azaldığını ve C (%1.8 yağlı, %0.1 *Psyllium husk*) ve G (%0.1 yağlı, %0.3 *Psyllium husk*) örneklerinin istatistiksel olarak yağlı kontrol örneği ile aynı grupta yer aldığını tespit etmiştir.

Depolama süresinin ayranların serum ayrılması üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ayranlar içerisinde en düşük serum ayrılması değeri depolamanın 1. gününde 0±0 değeri ile G (%0,1 yağlı jelatin) örneğinde gözlemlenirken onu depolamanın 1. gününde 1,0±0,0 değeri ile C (%1 yağlı Plantago ovata) takip etmiştir. En yüksek serum ayrılması değeri 35,0±1 ile depolamanın 21. gününde E (%0,1 kontrol) örneğinde gözlemlenmiştir. Bütün örneklerde depolama süresince serum ayrılması değeri artış göstermiştir.

Ceniti ve ark. (2020), depolama süresi arttıkça tüm yoğurtlarda serum ayrılmasının da yükseldiğini bildirmişlerdir. Yağsız süt tozu ile yapılan yoğurt, 7 gün sonra önemli oranda serum ayrılması göstermiştir. 21 gün sonra ise serum ayrılmasında çok önemli derecede artış gerçekleştiğini belirtilmiştir (Li ve ark., 2022).

Özdemir (2004), üretim değişkenlerinin ayranın yapısı üzerinde etkilerini belirleyebilmek için yaptığı çalışmada, ayranları 10 gün süreyle muhafaza etmiş ve bu süre zarfında serum ayrılması değerlerini takip etmiştir. Araştırıcı en düşük serum ayrılması değerlerinin depolamanın ilk gününde olduğunu ve depolama süresince serum ayrılması değerlerinin önemli miktarlarda artış gösterdiğini bildirmiştir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.4. Ayranların serum ayrılması değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.2.5. Ayranların su tutma kapasitesi değerleri

Su tutma kapasitesi, yoğurdun kendi serumunu tutma yeteneği anlamına gelir (Balpetek Külcü ve ark., 2021), bu da ürünün kabul edilebilirliğini ve raf ömrünü doğrudan etkiler ki bu yoğurdun hayati fiziksel özelliklerinden birisidir (Almusallam ve ark., 2021). Yoğurdun mikro yapısındaki boşlukların hem dokusu hem de boyutu ve dağılımı onun su tutma kapasitesini etkiler (Gilbert ve Turgeon, 2021).

Ayranların su tutma kapasitesi değerleri 12,0±0,0 mL ile 24,3 ±1,3 mL arasında değişmiştir (Çizelge 4.2. ve Şekil 4.5.). Ayranların yağ içeriğindeki farklı değerlerin su tutma kapasitesine etkisi ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Yağ içeriğinin azalması ile birlikte viskozite ve serum ayrılması parametrelerinde açıklanan sebeplere bağlı olarak su tutma kapasitesinin azaldığı saptanmıştır. Yağı azaltılmış ayranlara ilave edilen karnıyarık otunun suyu bağlaması sebebiyle su tutma kapasitesini arttırdığı belirlenirken, bu örneklerin kontrole yakın değerler aldığı görülmüş ve karnıyarık otunun düşük yağ içeriğinden kaynaklanan kusurları giderebileceği kanısına varılmıştır.

Az yağlı yoğurtlara Fesleğen tohumu gamı ilave edilerek yapılan çalışmada, yağ içeriğinin bizim çalışmamızda olduğu gibi serum ayrılması değerleriyle parallelik göstererek su tutma oranlarını önemli düzeyde etkilediği ve su tutma kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir (Kim ve ark., 2020).

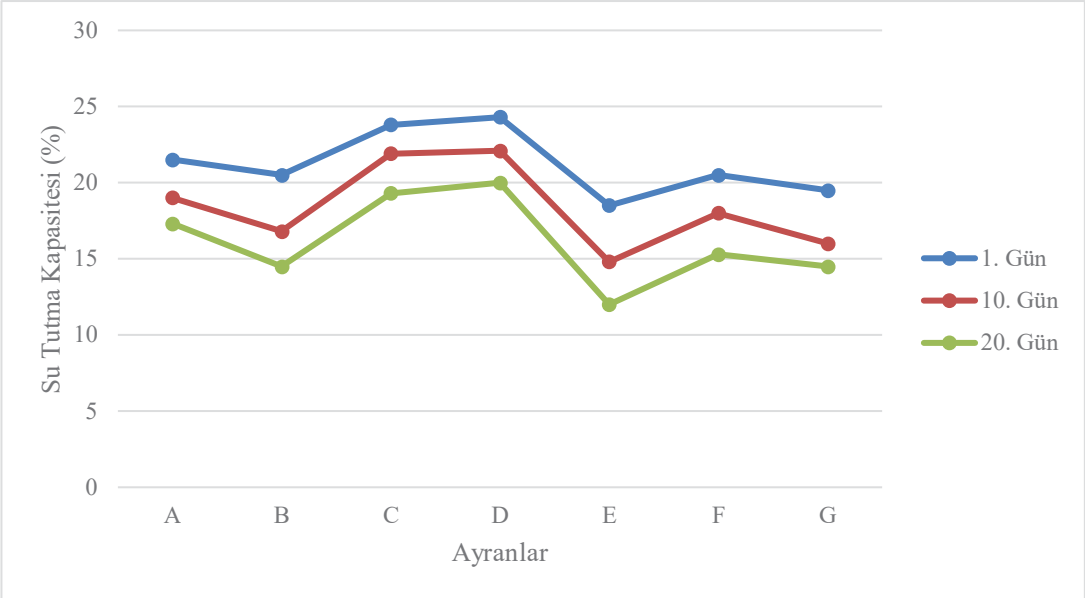
Stabilizör ilavesinin ayran örneklerinde su tutma kapasitesini arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). En yüksek su tutma kapasitesi 24,3 mL ile D (%1 yağlı jelatin) örneğinde gözlemlenirken onu 23,8 mL ile C (%1 yağlı *Plantago ovata*) örneği takip etmiştir. Sonuçlar, karnıyarık otunun ayranların su tutma kapasitesi özelliğinde jelatin ile benzer etkiye sahip olduğunu ve istatistiksel açıdan aralarında fark olmadığını göstermiştir ($p>0,05$).

Çubukçu (2022), çalışmasında pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlarda yağ içeriğinin azalması ile su tutma kapasitesinin azaldığını, buna karşılık *Psyllium husk* ilave edilen yoğurtlarda ise su tutma kapasitesinin arttığını saptamıştır.

Huang ve ark. (2022), kinoa ve soya kullanılarak hazırladıkları yoğurtlarda artan kinoa içeriği ile su tutma kapasitesinin arttığını göstermiştir. Depolama başlangıcında, yüksek içerikli kinoa yoğurdu, serum ayrımı olmadan %100 su tutma kapasitesine sahip olmuş, ancak en düşük su tutma kapasitesi %100 soya fasulyeli yoğurtta elde edilmiştir.

Depolama süresinin ayranların su tutma kapasitesi üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama süresi arttıkça ayranların su tutma kasitelerinin azaldığı görülmektedir (Şekil 4.5). Protein matriksinde zamana bağlı olarak oluşan net basınçtaki azalmaya bağlı olarak protein matriksindeki serum sızması oranının azalabileceği bildirilmiştir (Akın, 1998).

Huang ve ark. (2022), tüm numunelerin su tutma kapasitesinin depolama sırasında azalma eğilimi gösterdiğini bilidirmiştir. Depolamanın 21. gününden sonra %100 kinoa yoğurdunun su tutma kapasitesi %91,2'ye, %100 soya yoğurdunun su tutma kapasitesi ise %38,7'ye düşmüştür. Ayrıca kinoa içeriği %40'ın üzerinde olduğunda %50'nin üzerinde nihai bir su tutma kapasitesi elde edilmiştir.

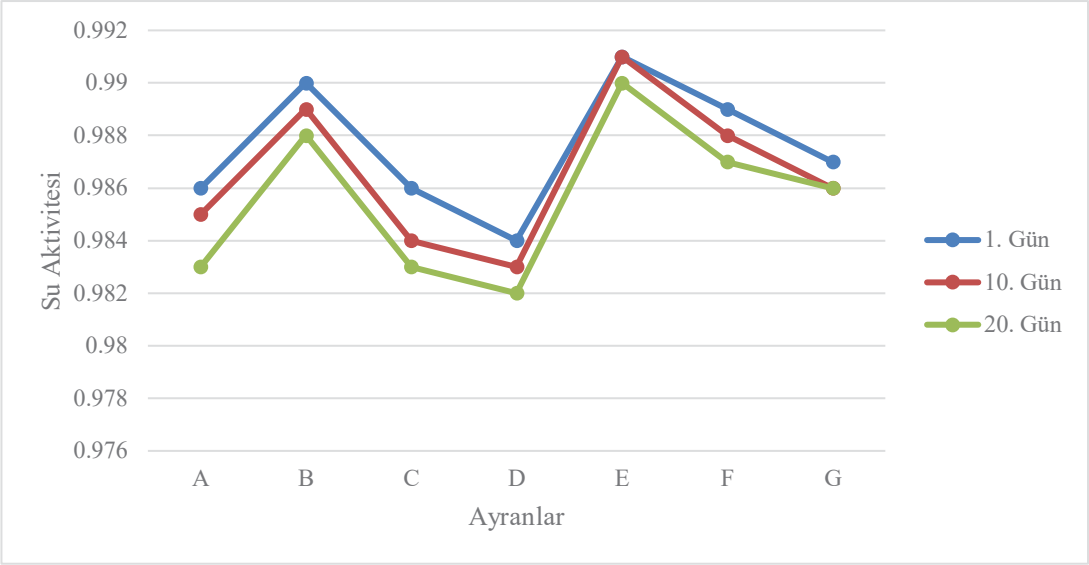


* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.5. Ayranların su tutma kapasitesi değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.2.6. Ayranların su aktivitesi değerleri

Ayranlardaki su aktivitesi değerlerinin % 0,982±0,001 ile % 0,991±0,001 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.2, Şekil 4.6.). Su aktivitesine yönelik en yüksek değer % 0,991 değeri ile E (%0.1 yağlı kontrol) örneğinde gözlemlenirken onu % 0,989 değeri ile F (%0,1 yağlı *Plantago ovata*) örneği takip etmiştir. Ayranların su aktivitesi değerlerine yağ içeriğinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ayran örneklerinin büyük çoğunluğunda yağ içeriği azaldıkça su aktivitesi (a_w) değeri artmıştır. Yağ içeriğindeki azalmanın örneklerin kurumaddesini düşürmesine bağlı olarak a_w değerlerinde artışa neden olduğu tahmin edilmektedir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 6. Ayranların su aktivitesi değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Ayranlarda stabilizör çeşidinin su aktivitesi değerine etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Ayran örneklerine *Plantago ovata* ve jelatin ilavesinin ayranlardaki serbest suyu bağlaması sonucunda örneklerin a_w değerlerinde bir miktar düşüş olduğu tespit edilmiştir. En düşük aw değerine ise jelatin ilaveli ayranların sahip olurken karnıyarık otu ilaveli örneklerin buna çok yakın değerler aldığı saptanmıştır.

Burucu (2008), ayran imalatında peyniraltı suyu ile kappa karregenan kullanımının ayranın özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, örneklerin su aktivitesi değerlerinin % 0.981-0.984 arasında değiştiğini belirtmiştir. Örneklerde peyniraltı suyu-protein tozu ilavesinde; normal ve demineralize peyniraltı suyu konsantresinin %10 konsantrasyonda eklenmesinin su aktivite değerinde önemli bir değişime sebep olmazken %20 oranında her iki peyniraltı suyu konsantresi ilavesinin su aktivite değerini kayda değer ölçüde düşürdüğünü bildirmiştir ($p<0.01$).

Depolama süresinin ayranların su aktivitesi üzerine etkisi anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur. Depolama süresince protein arasındaki interaksiyonlara ve protein-hidrokollid etkileşimlerine bağlı olarak a_w değerlerinin çok az düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.7. Ayranların renk değerleri (L*, a* ve b*)

Uluslararası Renk Aydınlatmasına (CIE) göre a* yeşil ve kırmızı, L aydınlık, b* ise mavi ve sarı renklerine karşılık gelmektedir. Bu renk değerleri X,Y,Z koordinatları üzerine konumlanmışlardır. L değeri (0-100) Y kordinatında 100'e yaklaştıkça beyazlık oranı artar azaldığında da siyahlık oranı artmaktadır. a* değeri pozitif alan kırmızı negatif alan ise yeşildir. b* pozitif bölgede sarı renk, negatif bölgede ise mavi renk vardır.

Ayranların L*, a* ve b* değerlerinde depolama periyodu boyunca tespit edilen değişiklikler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Ayranların L* renk değerleri 83,54±0,35 ile 88,52±0,04 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 3. ve Şekil 4.7.). Ayranların yağ içeriğinin L* renk değerlerine etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. En yüksek L* değeri 88,52 ile kontrol örneğinde saptanmıştır. Yağ oranı azaldıkça ürünlerin parlaklığının azaldığı ve renginin koyulaştığı gözlemlenmiştir. Karnıyarık otu ilaveli C ve F örneklerinde L* renk değerinin 84,09 ile 87,90 arasında değişkenlik göstererek, yağlı kontrol örneklerine yakın olduğundan karnıyarık otunun yağ ikame maddesi olarak kullanımının olumlu sonuç verebileceği kanısına varılmıştır.

Çizelge 4. 3. Ayranların L*, a* ve b* Renk değerlerinde depolama periyodu boyunca tespit edilen değişiklikler

Ayranlar	Depolama Periyodu (gün)	L	a	b
	1.	88,52±0,04^{a1}	-1,38±0,01^{a1}	8,21±0,025^{a1}
A	10	86,03±0,14^{a2}	-1,27±0,00^{a2}	7,72±0,035^{a1}
	20.	86,36±0,08^{a2}	-1,29±0,04^{a2}	6,39±0,03^{a2}
	1.	88,47±0,12^{bA1}	-1,60±0,02^{bA1}	7,84±0,04^{abA1}
B	10	85,46±0,06^{bA2}	-1,56±0,01^{bA2}	7,48±0,06^{abA1}
	20.	85,36±0,15^{bA2}	-1,56±0,01^{bA2}	5,59±0,15^{abA2}
	1.	87,90±0,05^{bB1}	-1,51±0,01^{bAB1}	7,90±0,01^{abA1}
C	10	84,86±0,02^{bB2}	-1,45±0,03^{bAB2}	7,48±0,07^{abA1}
	20.	84,51±0,13^{bB2}	-1,29±0,01^{bAB2}	5,40±0,08^{abA2}
	1.	88,03±0,04^{bAB1}	-1,87±0,00^{bB1}	7,68±0,00^{abA1}
D	10	84,38±0,82^{bAB2}	-1,55±0,03^{bB2}	7,49±0,03^{abA1}
	20.	85,52±0,30^{bAB2}	-1,26±0,02^{bB2}	6,52±0,07^{abA2}
	1.	84,90±1,06^{cA1}	-2,00±0,04^{cA1}	7,01±0,30^{bA1}
E	10	84,87±1,61^{cA2}	-1,92±0,05^{cA2}	6,75±0,51^{bA1}
	20.	83,54±0,35^{cA2}	-1,75±0,11^{cA2}	6,26±0,30^{bA2}
	1.	85,04±0,98^{cB1}	-1,94±0,10^{cAB1}	6,43±0,49^{bA1}
F	10	84,16±0,64^{cB2}	-1,66±0,18^{cAB2}	6,16±0,99^{bA1}
	20.	84,09±1,33^{cB2}	-1,63±0,19^{cAB2}	5,56±0,71^{bA2}
	1.	86,01±0,17^{cAB1}	-1,98±0,02^{cB1}	6,58±0,11^{bA1}
G	10	84,73±0,02^{cAB2}	-1,73±0,01^{cB2}	6,09±0,07^{bA1}
	20.	83,56±0,04^{cAB2}	-1,67±0,01^{cB2}	5,28±0,13^{bA2}

* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar ** Aynı sütundaki küçük harfler yağ içeriğine göre, büyük harfler stabilizör ilavesine göre, rakamlar ise depolama süresine göre ayranlar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Ayranlara katılan stabilizör çeşidinin L* renk değerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sarımsı krem renklerinden dolayı stabilizör ilaveli örneklerin L* renk değerleri kontrole göre biraz daha düşük olurken, karnıyarık otu ve jelatin ilavesinin ayranların L* renk değeri üzerine eşit etki gösterdiği saptanmıştır.

Altun (2022), yaptığı çalışmada probiyotik ayranlara ilave edilen stabilizörlerin renklerinden dolayı (sarı, krem, açık kahverengi vb.) bu ayranların kontrol örneğine göre daha mat bir renkte olduğunu bildirmiştir.

Çubukçu (2022), yaptığı çalışmada pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde özellikle renk değerleri *Psyllium husk*'nın kullanıldığı yoğurtların diğer yoğurtlara göre daha mat (L^*) olduğunu belirmiştir. Bunun da yoğurtlara katılan

Psyllium husk'nın sarımsı-krem renginden kaynaklandığını ifade etmiştir. Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde yağ ikamesi olarak *Psyllium husk* katımının pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların renk değerlerine (L^*, a^* ve b^*) etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) çıktığını belirtmiştir.

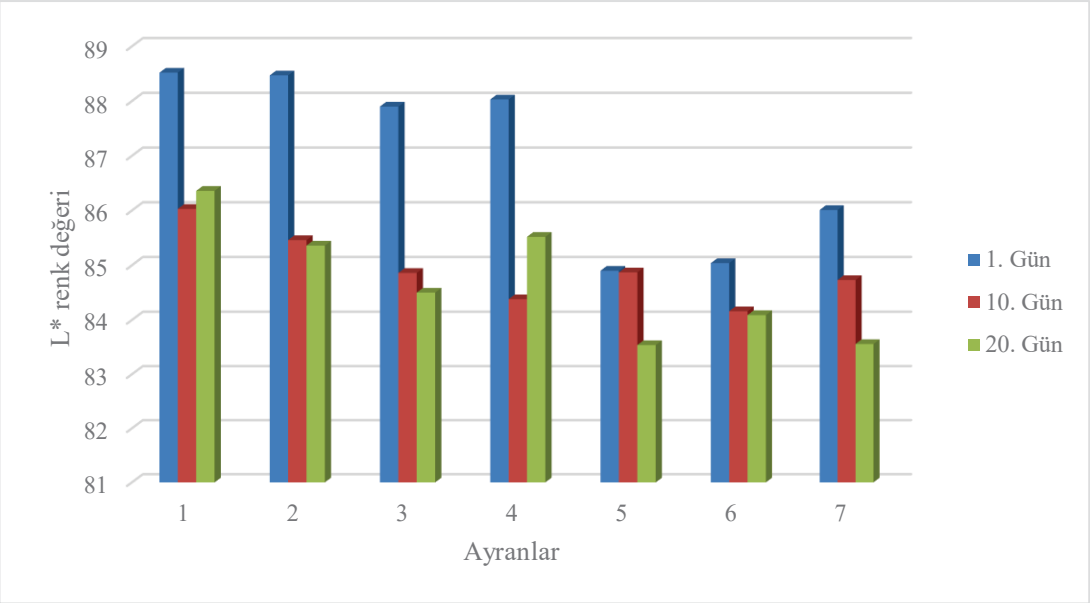
Depolama süresinin ayranların L* renk değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayran numunelerinde en yüksek L* renk değeri depolamanın 1. gününde A (%2 yağlı konrtol) 88,52±0,04 değeri ile gözlemlenirken en düşük değerse depolamanın 20. gününde 83,54±0,35 ile E (%0,1 yağlı kontrol) örneğinde saptanmıştır. Tüm örneklerde L* renk değeri depolama süresince azalma göstermiştir.

Baladura (2011), bazı diyet lifleri ile üretilen çıtır yoğurtlar üzerine yaptığı çalışmada, kullanılan diyet lifi türünün depolama süresi ve L^* değerleri üzerinde istatistiki olarak anlamlı olduğunu belirtmiştir ($p<0.05$).

Çayır (2007), kayısı püresi oranının artmasıyla yoğurdun L^* (beyazlık) değerinin azaldığını gözlemlemiştir.

Cueva ve Aryana (2008), bilindik yoğurtların L^* değerlerinin 93 ile 94 olarak tespit ederek, lif içerikli diğer yoğurtlarda bu oranın önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir.

Bartoo ve Badrie (2005), yoğurda katkı maddesi olarak eklenen elmaların, yoğurtta beyazlık (L^*) değerlerinin azalmasına neden olduğunu gözlemlemişlerdir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 7. Ayranların L* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

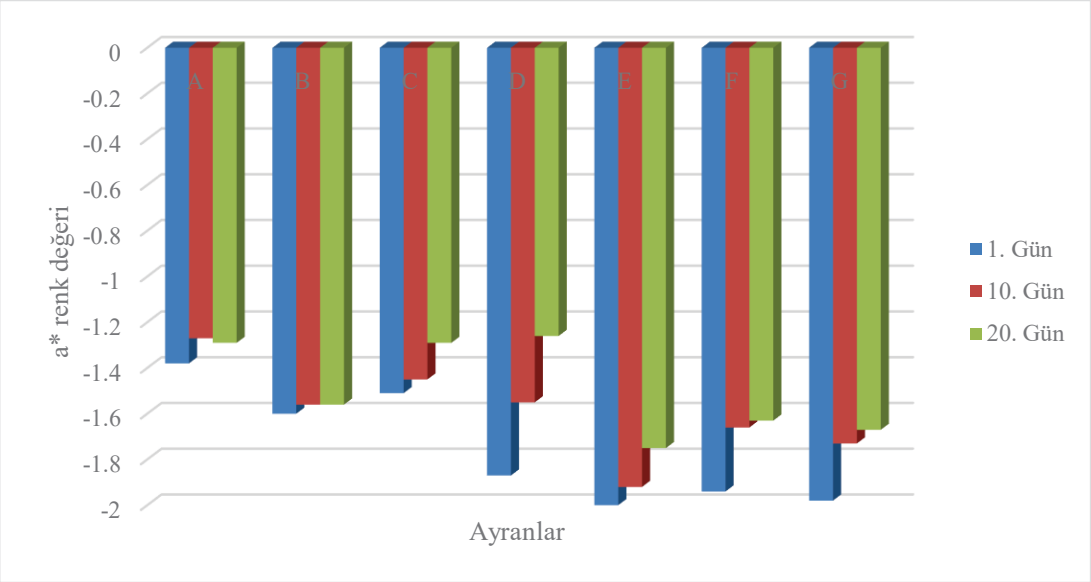
Ayranların a* renk değeri -1,26±0,02 ile -2,00±0,04 arasında değişmiştir (Çizelge 3.ve Şekil 4.8.). Ayranların yağ içeriğinin a* renk değerlerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bilindiği gibi sütün rengi üzerinde yağ ve kazein içeriğine göre değişmektedir. Bunun yanı sıra süt serumunda bulunan riboflavinin de süt rengini etkilediği bildirilmektedir (Metin, 2013). Örneklerin yağ oranı azaldıkça serumda bulunan riboflavinin oransal olarak artması nedeniyle yeşil rengin artması sonucu a^* renk değerlerinin arttığı tahmin edilmektedir.

Ayranlara katılan stabilizör çeşidinin a* renk değerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Stabilizör ilaveli örneklerin a* renk değerleri kontrol örneklerine göre biraz daha düşük bulunurken, *Plantago ovata* ilaveli ayranların a* renk değerleri jelatin ilaveli ayranlara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumun kullanılan stabilizörlerin renkleriyle ilişkisi olduğu düşünülmektedir.

Çayır (2007), kayısı püresi oranının artmasıyla yoğurdun a^* renk değerlerinin yükseldiğini bildirmiştir.

Bartoo ve Badrie (2005), yoğurda katkı maddesi olarak eklenen elmaların, yoğurtta kırmızılık (a*) değerlerinin artmasına neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

Depolama süresinin ayranların a* renk değerine etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca tüm ayranlarda a* renk değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu sonucun laktik asit bakterilerinin metabolizması sonucu yağların yağ asidine dönüşmesi ve pigmentlerde zaman bağlı olarak parçalanmaların meydana gelmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Ladjevari, 2015; Akın ve ark., 2021).



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.8. Ayranların a* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Ayranların b* renk değerleri 5,28±0,13 ile 8,21±0,025 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 3. ve Şekil 4.9.). Ayranların yağ içeriğinin b* değerine etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Sarı rengin göstergesi olan b* renk değeri ayran örneklerindeki yağ oranı azaldıkça yağ globüllerinin miltarına bağlı olarak azalmıştır.

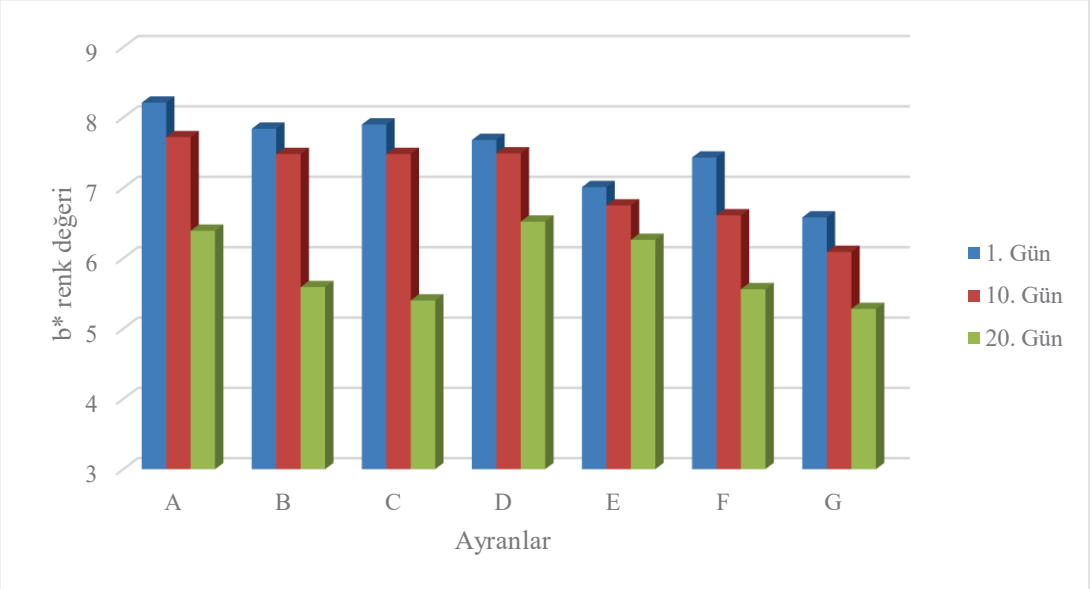
Ayranlara katılan stabilizör çeşidinin b* renk değerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). *Plantago ovata* ilaveli ayran örneklerin b* renk değeri Jelatin

ilaveli ayran örneklerine göre çok az yüksek olmasına rağmen istatistiki açıdan aralarında fark olmadığı belirlenmiştir.

Çayır (2007), kayısı püresi oranının artmasıyla yoğurdun b* değerinin yükseldiğini bildirmiştir.

Bartoo ve Badrie (2005), yoğurda katkı maddesi olarak eklenen elmaların, yoğurtta sarılık (b*) değerlerinin azalmasına neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

Depolama süresinin ayranların b* renk değerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ayran örnekleri içerisinde b* renk değeri en yüksek depolamanın 1. gününde A (%2 yağlı kontrol) örneğinde 8,21±0,025 ile gözlemlenirken en düşük b* renk değerine ise 5,28±0,13 ile G (%0,1 yağlı Jelatin) örneğinde depolamanın 20. gününde rastlanmıştır. b* renk değeri tüm ayranlarda depolama süresince azalma göstermiştir. Depolama sırasında örneklerin b* renk değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 9. Ayranların b* renk değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

Cueva ve Aryana (2008), yoğurtlardaki lif içeriğinin arttırılmasıyla b* değerinin artış gösterdiğini depolama süresince renk değerlerinde önemli bir değişim oluşmadığını saptamışlardır.

4.2.8. Ayranların tekstürel özelikleri

Ayranların tekstürel özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

4.2.8.1. Sertlik (hardness)

Sertlik, gıdanın bünyesinde belirli bir miktar deformasyon oluşturmak için tatbik edilmesi gereken kuvvet şeklinde tanımlanır ve ayranda önemli kalite ölçütlerinden birisidir. Sertlik, ayrana ilk sıkıştırmada tekstür olarak uygulanabilen en fazla güç olarak tanımlanırken; duyusal olarak, yiyeceğin dişler veya dil arasında sıkıştırılarak bir miktar deformasyon veya aşınma sağlaması ve gereken damak kuvveti olarak yorumlanır (Özcan ve Yıldız, 2016).

Ayran örneklerinin sertlik değerleri 10,49±0,04 g ile 12,87±0,12 g arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4. ve Şekil 4.10.). Ayranların yağ içeriğinin sertlik değerlerine etkisi istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yağ oranı azaldıkça kurumadde içeriğindeki azalışa bağlı olarak örneklerin sertlik değerlerinde de artışlar meydana gelmiştir. Yağ yoğurt jellerinde ağ yapıdaki boşlukları doldurarak ürünlerin daha yumuşak olmasını sağlayan bir bileşendir. Üründen yağ uzaklaştırıldığında daha kırılgan ve sert bir yapı oluşur (Ladjevardi ve ark., 2015). Ancak çalışmamızda bununu aksine, ayranların toplam kurumaddeleri arasındaki farktan dolayı yağlı kontrol örneklerinin daha sert olduğu belirlenmiştir. Yağı azaltılmış ayranlara ilave edilen karnıyarık otu tozu da kurumaddeleri düşük olmasına rağmen kontrol örneklerine yakın değerler almıştır. Bu sonuç, yüksek molekül ağırlığına ve jelleşme potansiyeline sahip bir polisakkarit olan karnıyarık otunun düşük yağ içerikli yoğurtlarda daha sıkı ve viskoz bir yapı oluşturmasına bağlanabilir. Bu durum, alkali ekstraksiyon ile elde edilmiş ksilan omurgasındaki 1-4 bağlı arabinoksilanın kısa arabinoz dalları ile ikame edilmesinden kaynaklanabilir. Yoğurttaki Ca^{+} iyonları, karnıyarık otu tozunun yapısındaki bu moleküler zincirler ile interaksiyona girerek agregat yoğunluğunu artırmakta ve daha güçlü polimer ağı sağlayabilmektedir (Guo et al., 2008, 2009). Ladjevardi ve ark. (2015), da yağsız

yoğurtlara ilave edilen Psyllium husk gum'ının yoğurtların sertlik değerini artırdığını bildirmiştir.

Ayranlara stabilizör çeşidinin sertlik değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Karnıyarık otu ilaveli örneklerin sertlik değerleri jelatin ilaveli örneklerin sertlik değerlerine çok yakın olmasına rağmen, aralarındaki fark istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır.

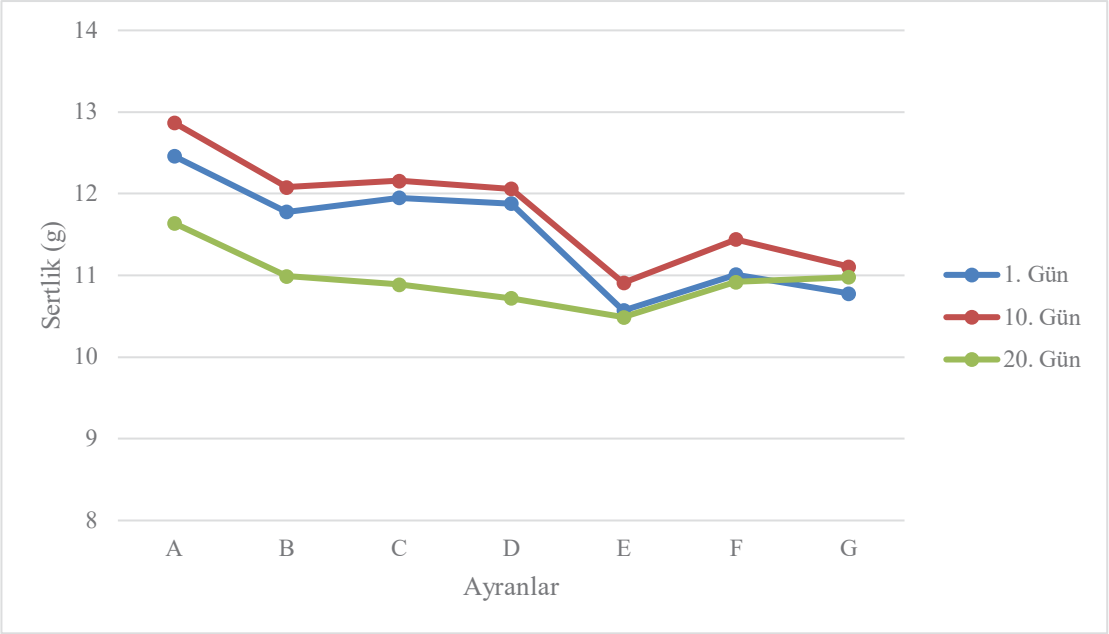
Depolama süresinin ayranların sertlik değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depomanının 10. gününe kadar ayranların sertlik değerinin arttığı 20. günde ise düştüğü tespit edilmiştir.

Baladura (2011), buğday lifi, elma lifi ve bambu lifi ilavesi ile ürettiği süzme yoğurtların sertlik değerlerinin depolama sırasında yükseldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4. 4. Ayranların tekstürel özelliklerinde depolama periyodu sıradında tespit edilen değişiklikler (n=2)**

Ayranlar*	Depolama Periyodu (gün)	Sertlik (g)	Sıkılık (g.sec)	İç Yapışkanlık (g)
A	1.	12,46±0,06^{a1}	20,17±0,19^{a12}	-7,10±0,03^{a1}
	10	12,87±0,12^{a2}	20,48±0,18^{a1}	-6,74±0,03^{a12}
	20.	11,64±0,06^{a1}	19,43±0,16^{a2}	-6,39±0,03^{a2}
B	1.	11,78±0,03^{bA1}	18,59±0,06^{bA12}	-6,29±0,03^{aA1}
	10	12,08±0,02^{bA2}	19,02±0,11^{bA1}	-5,95±0,00^{aA12}
	20.	10,99±0,00^{bA1}	18,19±0,36^{bA2}	-5,33±0,09^{aA2}
C	1.	11,95±0,02^{bAB1}	19,19±0,10^{bA12}	-7,24±0,17^{aA1}
	10	12,16±0,03^{bAB2}	20,45±0,08^{bA1}	-7,07±0,18^{aA12}
	20.	10,89±0,10^{bAB1}	18,71±0,13^{bA2}	-6,57±0,27^{aA2}
D	1.	11,88±0,01^{bB1}	19,06±0,13^{bA12}	-6,95±0,00^{aA1}
	10	12,06±0,03^{bB2}	19,42±0,30^{bA1}	-6,89±0,00^{aA12}
	20.	10,72±0,09^{bB1}	18,70±0,06^{bA2}	-6,45±0,27^{aA2}
E	1.	10,57±0,11^{cA1}	17,02±0,15^{cA12}	-5,37±0,06^{bA1}
	10	10,91±0,02^{cA2}	17,43±0,08^{cA1}	-5,04±0,04^{bA12}
	20.	10,49±0,04^{cA1}	16,19±0,20^{cA2}	-4,48±0,12^{bA2}
F	1.	11,01±0,16^{cAB1}	17,82±0,06^{cA12}	-5,88±0,04^{bA1}
	10	11,44±0,03^{cAB2}	18,24±0,13^{cA1}	-5,68±0,04^{bA12}
	20.	10,92±0,06^{cAB1}	17,30±0,14^{cA2}	-5,39±0,02^{bA2}
G	1.	10,78±0,15^{cB1}	17,79±0,15^{cA12}	-5,71±0,22^{bA1}
	10	11,11±0,06^{cB2}	18,18±0,23^{cA1}	-5,20±0,05^{bA12}
	20.	10,98±0,05^{cB1}	17,26±0,09^{cA2}	-5,05±0,09^{bA2}

* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar ** Aynı sütundaki küçük harfler yağ içeriğine göre, büyük harfler stabilizör ilavesine göre, rakamlar ise depolama süresine göre ayranlar arasındaki farklılıkları göstermektedir.



*A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 10. Ayranların sertlik değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.2.8.2. Sıkılık

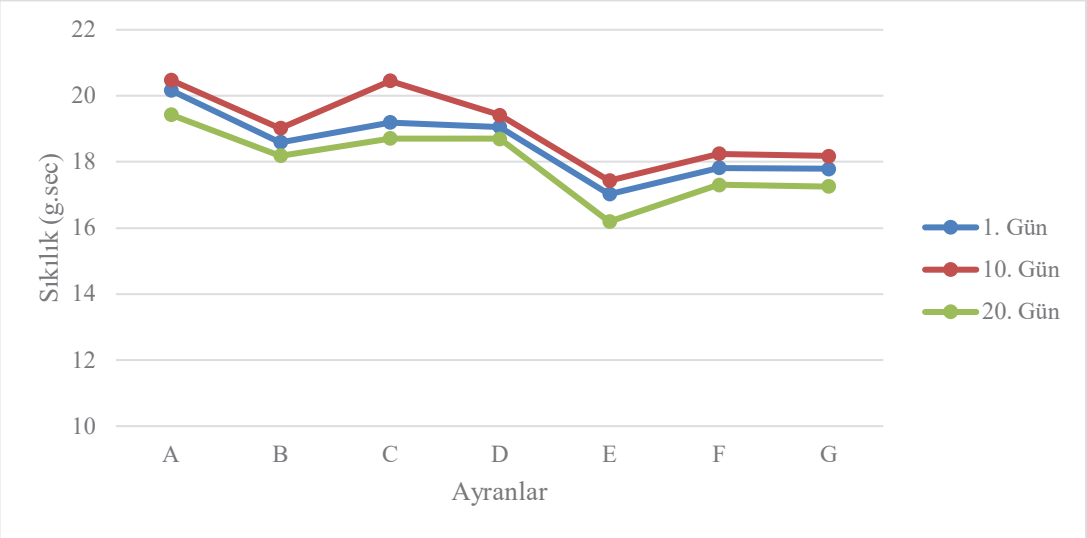
Ayran örneklerinin sıkılık değerleri 17,02±0,15 g.sec ile 20,48±0,18 g.sec arasında değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4. ve Şekil 4.11.). Ayranların yağ içeriğinin sıkılık değerlerine etkisi istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Numunelerin yağ içeriği azaldıkça sıkılık değerleri de azalmıştır. Bu durum yağ içeriğinin azalmasıyla oransal olarak kurumadde miktarının azalması ve yapının daha gevşek olmasıyla ilişkilendirilebilir. Yağ içeriği az olmasına rağmen *Plantago ovata* ilaveli örneklerin sertlik değerinin yukarıda açıklanan sebeplere bağlı olarak arttığı yağlı kontrol örneklerine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Jelatin ve *Plantago ovata* ilaveli örneklerin sıkılık değerleri arasında fark olmadığı belirlenmiş olup, ($p>0.05$) bu sonuç *Plantago ovata'*nın stabilizör yerine kullanılabileceğini göstermiştir.

Depolama süresi de ayranların sıkılık değerini önemli ($p<0.05$) düzeyde etkilemiştir. Örneklerin sıkılık değerleri de sertlik değerlerine paralel şekilde

depolamanın 10. gününde bir miktar artmış, depolamanın 20. gününde ise düşüş göstermiştir.

Çubukçu (2022), *Psyllium husk* ürettiği pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde yoğurtların tekstür profil analizlerini (TPA) irdelemiş, yapılan istatistiksel analizlerde yoğurt üretiminde gerek *Psyllium husk* kullanımının gerekse depolama süresinin yoğurtların sıkılık değerlerine etkisi anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.11. Ayranların sıkılık değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.2.8.3. İç Yapışkanlık

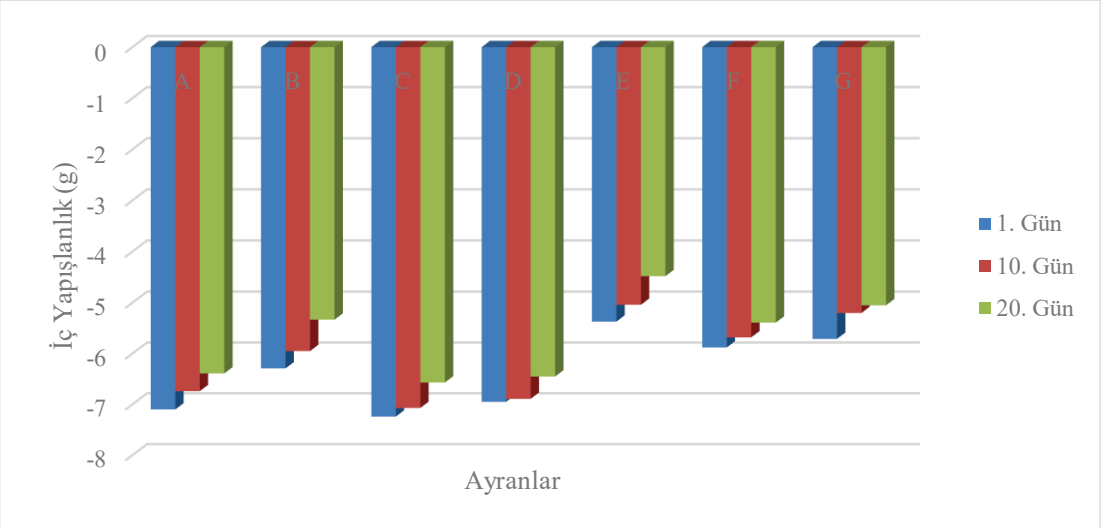
İç yapışkanlık, gıdanın iç yapısını şekil veren iç bağların dayanıklılığı şeklinde açıklanır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Bu unsur, 3-boyutlu protein ve yağ matriksini meydana getiren iç bağlara ait kuvvetinin ölçüsü şeklinde bilinir (Szczesniak, 1963; Tunick, 2000).

Ayranların iç yapışkanlık değerleri -7,24±0,17 g ile -4,48±0,12 g arasında değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4. ve Şekil 4.12.). Ayranların yağ içeriğinin iç yapışkanlık değerlerine etkisi istatistiki açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayranların yağ içeriği azaldıkça üç boyutlu ağ yapıdaki protein-yağ arasındaki bağlar

azaldığı için iç yapışkanlık değerlerinin de düştüğü tahmin edilmektedir. *Plantago ovata* ilaveli ayran örneklerinde ise kazein miselleri ile arabinoksilan zincirleri arasında meydana gelen güçlü polimer yapı sayesinde iç yapışkanlık değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Ladjevardı ve ark. 2015). Sonuçlar, özellikle *Plantago ovata* ilaveli yarım yağlı ayranların yağlı kontrol örnekleri ile aynı özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Bu da ayranlarda *Plantago ovata*'nın yağ ikamesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Plantago ovata ilaveli ayran örnekleri jelatin ilaveli ayran örneklerine göre çok az daha yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olmasına rağmen aralarındaki farklılık istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı ($p>0.05$) görülmektedir. Bu sonuç *Plantago ovata*'nın ayran üretiminde stabilizör olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Depolama süresinin ayranların iç yapışkanlık değerine etkisi önemli($p<0.05$) bulunmuştur. Tüm ayran örneklerinde depolama süresi boyunca iç yapışkanlık değeri düşüş göstermiştir. Asit protein jellerinde depolama sırasında oluşan yeni protein bağları dolayısıyla tekstürel özelliklerin değiştiği bildirilmiştir (Sodini ve ark., 2004).



A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.12. Ayranların iç yapışkanlık değerlerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.3. Ayranların Duyusal Özellikleri

Duyusal kalite kontrolü, insanların duyu organları aracılığıyla gıdaların farklı niteliklerinin değerlendirilmesidir. Çalışmada ayranların duyusal özellikleri; renk ve görünüş, yapı-kıvam, tat ve aroma ve genel kabul edilebilirlik şeklinde dört farklı parametreye bağlı olarak uzman panelistlerce değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan duyusal puanlar standart sapmaları ile beraber Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

4.3.1. Renk ve Görünüş

Renk ve görünüş puanları, ayranların görünüşü ve rengi ile alakalı mattan parlağa, açık renkten koyu renge gibi puan değerlendirmelerini kapsamaktadır. Ayran örneklerinin panelistlerden almış olduğu renk ve görünüş puanları 8,45±0,05 ile 9,00±0,00 arasında değişkenlik sergilemektedir (Çizelge 5. ve Şekil 4.13.). En yüksek renk ve görünüş puanını depolamanın 10. gününde A(%2 yağlı kontrol) örneği alırken en düşük renk ve görünüş puanını ise depolamanın 20. gününde E (%0,1 yağlı kontrol) örneği almıştır. Ayranların yağ içeriğinin renk, görünüş puanlarına etkisi istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayran örneklerinde yağ içeriği azaldıkça renk ve görünüş değerleri parlaklığın ve beyaz rengin azalmasından dolayı azalmıştır. Plantago ovata ilaveli yağı azaltılmış ayranların renk ve görünüş puanlarının kontrol yağlı kontrol örneklerine çok yakın değerler aldığı tespit edilmiştir. Kazein miselleri ile arabinoksilan zincirleri arasında meydana gelen bağların ışığın yansıtılmasında ve ayranların daha parlak ve beyaz renkte görünmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.5. Ayranların duyusal özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler (n=2)**

Ayranlar*	Depolama Periyodu (gün)	Renk ve Görünüş	Tat-Aroma	Yapı-Kıvam	Genel Kabul Edilebilirlik
A	1.	8,95±0,05^{a1}	8,55±0,05^{a1}	8,25±0,25^{a1}	8,55±0,05^{a1}
	10	9,00±0,00^{a1}	8,15±0,15^{a12}	8,45±0,05^{a1}	8,40±0,10^{a12}
	20.	8,90±0,00^{a1}	8,00±0,10^{a2}	8,20±0,10^{a1}	8,00±0,00^{a2}
B	1.	8,75±0,05^{aA1}	7,75±0,25^{aA1}	7,45±0,15^{aA1}	7,95±0,05^{aA1}
	10	8,70±0,00^{aA1}	7,55±0,05^{aA12}	7,35±0,15^{aA1}	7,60±0,10^{aA12}
	20.	8,60±0,10^{aA1}	7,2±0,10^{aA2}	7,05±0,05^{aA1}	7,10±0,00^{aA2}
C	1.	8,90±0,10^{aA1}	8,55±0,05^{aA1}	8,45±0,05^{aA1}	9,00±0,00^{aA1}
	10	8,95±0,05^{aA1}	8,50±0,10^{aA12}	8,55±0,05^{aA1}	8,50±0,05^{aA12}
	20.	8,95±0,05^{aA1}	8,30±0,00^{aA2}	8,30±0,00^{aA1}	8,05±0,05^{aA2}
D	1.	8,95±0,05^{aA1}	8,70±0,10^{aA1}	8,55±0,05^{aA1}	8,85±0,05^{aA1}
	10	9,00±0,00^{aA1}	8,50±0,10^{aA12}	8,90±0,10^{aA1}	9,00±0,00^{aA12}
	20.	9,00±0,00^{aA1}	8,50±0,10^{aA2}	8,55±0,05^{aA1}	8,55±0,05^{aA2}
E	1.	8,50±0,10^{bA1}	7,40±0,10^{bA1}	7,00±0,45^{bA1}	7,00±0,20^{bA1}
	10	8,55±0,00^{bA1}	6,40±0,10^{bA12}	6,30±0,10^{bA1}	6,35±0,05^{bA12}
	20.	8,45±0,05^{bA1}	6,05±0,05^{bA2}	6,05±0,05^{bA1}	6,05±0,05^{bA2}
F	1.	8,80±0,00^{bA1}	7,45±0,05^{bA1}	7,50±0,00^{bA1}	7,50±0,00^{bA1}
	10	8,75±0,00^{bA1}	6,95±0,05^{bA12}	7,15±0,15^{bA1}	7,15±0,15^{bA12}
	20.	8,75±0,05^{bA1}	6,75±0,25^{bA2}	7,00±0,10^{bA1}	6,90±0,10^{bA2}
G	1.	8,85±0,10^{bA1}	7,45±0,05^{bA1}	7,55±0,10^{bA1}	7,80±0,10^{bA1}
	10	8,80±0,05^{bA1}	7,25±0,25^{bA12}	7,25±0,25^{bA1}	7,40±0,10^{bA12}
	20.	8,80±0,00^{bA1}	7,15±0,15^{bA2}	7,10±0,10^{bA1}	7,00±0,00^{bA2}

* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar ** Aynı sütundaki küçük harfler yağ içeriğine göre, büyük harfler stabilizör ilavesine göre, rakamlar ise depolama süresine göre ayranlar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

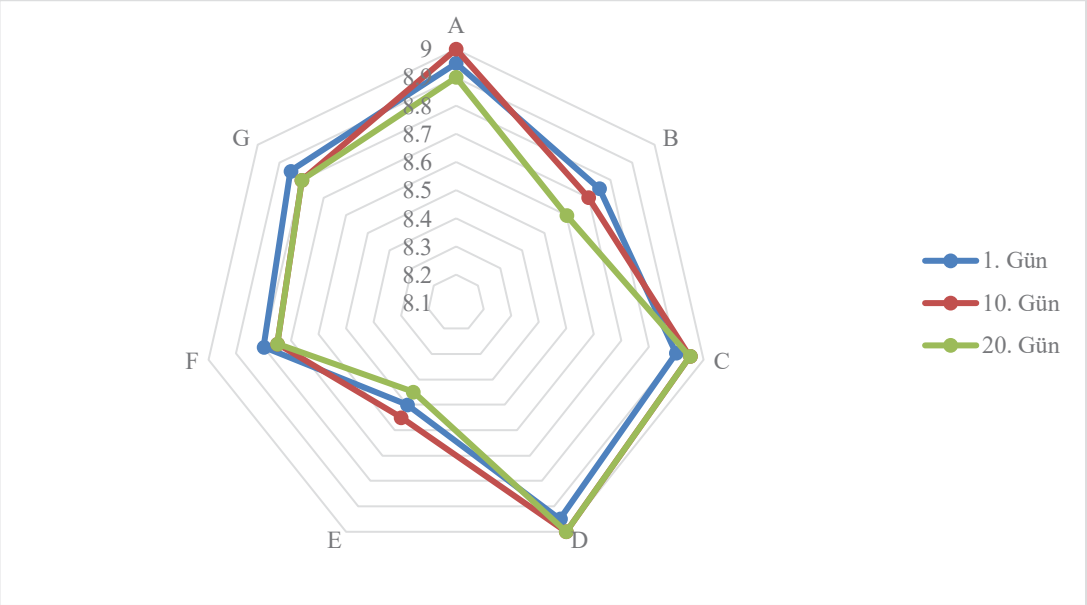
Renk ve görünüş puanları açısından ayranlara katılan *Plantago ovata* ile jelatin arasında fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Depolama sırasında örneklerin renk ve görünüş puanlarında çok düşük düzeyde bir azalma olduğu belirlenmiş ve depolama süresinin ayranların renk ve görünüş puanına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

İnce (2019), yaptığı çalışmada depolama süresince bal eklenen ayranlarda sarılık rengi istatiksel olarak önemli bulunmuştur. Sarı renk miktarı açısından ayranlar incelendiğinde; bal miktarı arttırıldıkça sarılılık oranı daha yüksek derecede gözlemlenmiş, çam balı ilavesi olan ayranların ise daha koyu renge sahip olduğu belirtilmiştir.

Hayatoğlu (2021), keçi ve inek sütlerinden üretmiş olduğu probiyotik ayranların 14 günlük depolama süresinde görünüş puanlarının düzenli olarak bir düşüş

gösterdiğini, inek ayranlarının keçi sütü ayranlarına kıyasla daha yüksek görünüş puanları aldığını ve depolamanın probiyotik ayranların görünüş puanlarına etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir ($p<0.05$).



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.13. Ayranların renk ve görünüş puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.3.2. Tat-Aroma

Tat, tüketiciler tarafından en fazla ilgi çeken elzem duyusal bir değişken olmasının yanında, özellikle fermente süt ürünlerinde fermentasyon sonucu süt yağının, laktozun ve süt proteinlerinin parçalanmasıyla meydana gelen metabolitlerin birleşik etkisini de ifade eden bir parametredir.

Ayran örneklerinde tat-aroma puanları 6,05±0,05 ile 8,70±0,10 arasında değişiklik göstermiştir. (Çizelge 5. ve Şekil 4.14.) Ayranların yağ içeriğinin tat-aroma puanlarına etkisi istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Üretilen ayranların yağ oranları düştükçe tat-aroma puanları düşerken, stabilizör ilaveli yarım yağlı ayranların tat –aroma puanlarının kontrol örneğine yakın hatta daha yüksek puanlar aldığı tespit edilmiştir**.** Yarım yağlı *Plantago ovata* içeren C örneğinin

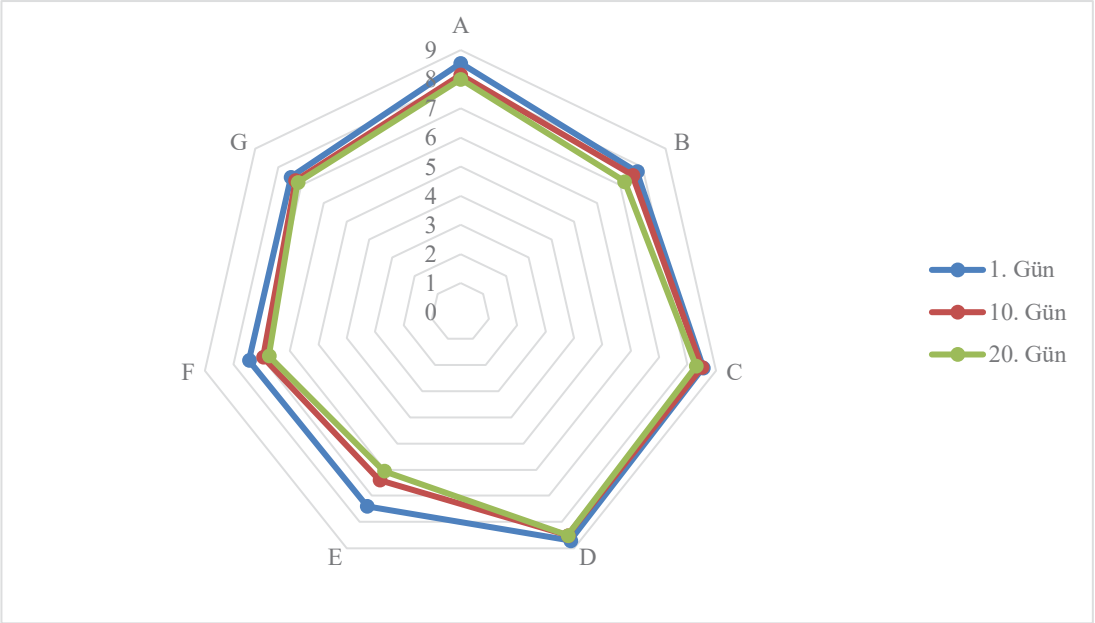
tat-aroma puanı depolamanın 1. gününde 8,55 olarak gözlemlenmiştir. Bu puanın %2 yağlı kontrol örneğinin depolamasının 1. gününde almış olduğu puanla aynı olması *Plantago ovata*'nın ayran örneğinde yağ ikamesi gibi davranarak panelistlerin beğenisini kazandığını göstermiştir.

Stabilizör çeşidinin ayranların tat-aroma puanlarına etkisi istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu da *Plantago ovata*'nın stabilizör benzeri etki gösterdiğini ortaya koymuştur.

Köksoy (2003), yaptığı çalışmada ayranların en yüksek koku puanını kontrol örneklerinin aldığını ona en yakın puanların ise guar gam ve keçiboynuzu gamı katkılı ayranların aldığını bildirmiştir. Aynı çalışmada tat ve koku özelliklerini ayrı değerlendirilmiş ve ayranlarda en yüksek puanı yine kontrol grubu örnekleri almış olup onu sırasıyla guar gam ve keçiboynuzu gamı ilaveli ayranları izlemiştir

Depolama süresinin ayranların tat-aroma değerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuş ve depolama sırasında ayranların tat-aroma puanlarının düştüğü belirlenmiştir. Bu sonucun depolama süresi boyunca ayranlardaki asitlik artışıyla ve yoğurdun temel aroma maddesi asetaldehitin depolama sırasında parçalanarak azalması ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir (Güler ve Akın 2005).

Burucu (2008), stabilizör olarak kappa karragenan kullanarak üretmiş olduğu probiyotik ayranlarda tat ve koku puanlarının depolamanın sürenince dalgalı bir seyir izlediğini ve depolamanın ayranların koku ve tat puanları üzerine etkisinin anlamlı ($p>0.01$) olmadığını bildirmiştir. Bunun yanında stabilizör ilaveli probiyotik ayranların, kontol örneklerinde daha yüksek tat puanlarına sahip olduğunu da bildirmiştir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.14. Ayranların tat-aroma puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.3.3. Yapı-Kıvam

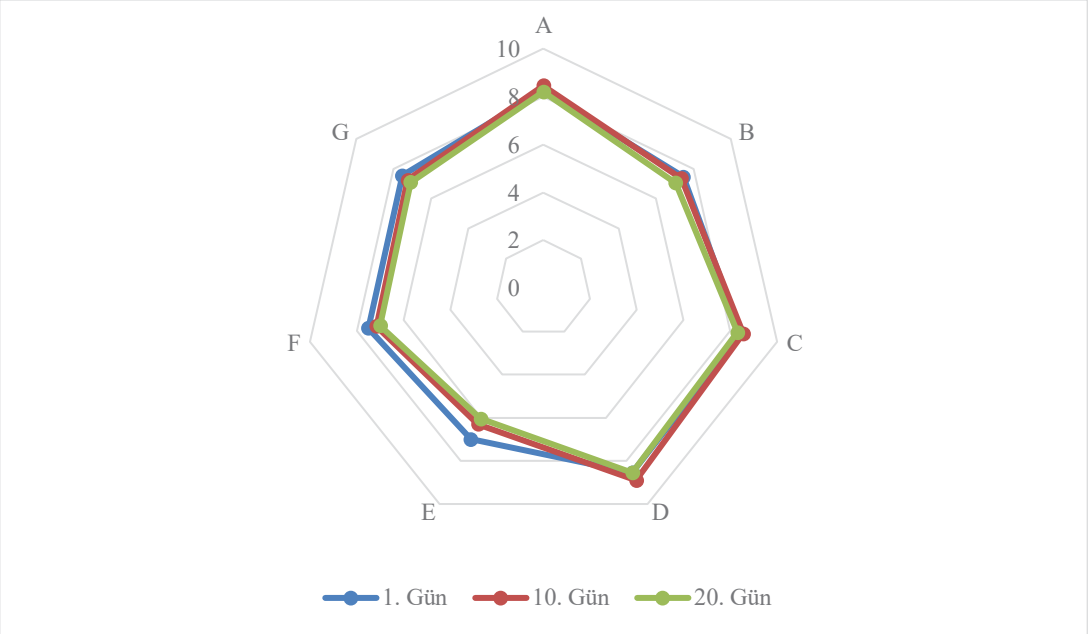
Ayran örneklerinde yapı-kıvam puanları 6,05±0,05 ile 8,90±0,10 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 5. ve Şekil 4.15.). Ayranların yağ içeriğinin yapı-kıvam puanlarına etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayranların yağ içeriği azaldıkça kurumadde miktarındaki düşüşe bağlı olarak yapı-kıvam puanları da azalmıştır. Yağı azaltılmış ayranlara ilave edilen *Plantago ovata* tozunun suyu bağlaması ve kazein miselleri ile oluşturduğu bağlar bu ayranların yapı-kıvamında ortaya çıkan kusurları azaltmış ve yağlı kontrol örneklerine yakın puanlar almasını sağlamıştır (Ladjevardı ve ark. 2015). Bu sonuç *Plantago ovata*'nın yağ ikamesi olarak önemli bir potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Çubukçu (2022), yaptığı çalışmada yoğurtların yağ oranının azaltılması ile tat ve aroma puanlarının düştüğünü bununla birlikte yağı azaltılmış yoğurtlara *Psyllium husk* ilavesinin örneklerin tat ve aromalarını iyileştirdiğini ve yağlı kontrol örneğine yakın hatta yüksek puanlar almasına neden olduğunu belirtmiştir.

Ayranlara katılan farklı stabilizörlerin yapı-kıvam puanına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Jelatin ilaveli örnekler ile *Plantago ovata* ilaveli örneklerin

yapı-kıvam puanları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamış ve *Plantago ovata*'nın stabilizör gibi davrandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Depolama sırasında ayranların yapı-kıvam puanlarında düzenli olmayan değişimler görülmüş ve depolama süresinin ayranların yapı-kıvam puanına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayranlar içerisinde en yüksek yapı-kıvam puanına depolamanın 10. gününde 8,90±0,10 ile D (%1 yağlı jelatin) örneği sahip olurken, en düşük puana ise depolamanın 20. gününde E (%0,1 yağlı kontrol) örneğinin sahip olduğu saptanmıştır.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.15. Ayranların yapı-kıvam puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.3.4. Genel kabul edilebilirlik

Ayranların genel kabul edilebilirlik puanları 6,05±0,05 ile 9,00±0,00 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 5. ve Şekil 4.16.). Yağ içeriği azaldıkça ayranların genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğü ve ayranların yağ içeriğinin genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisinin istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. *Plantago ovata* ilaveli yağı azaltılmış ayranların genel kabul edilebilirlik puanlarının yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı yağlı kontrol örneklerine yakın

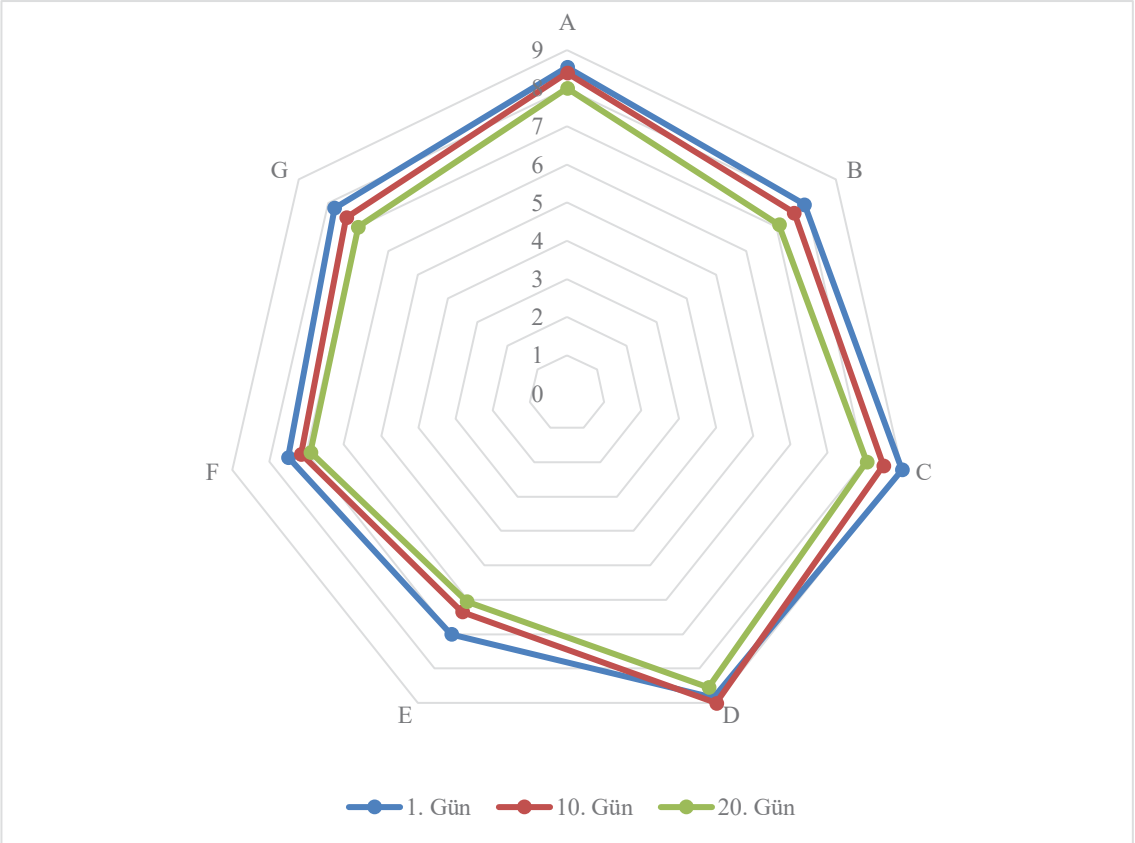
olduğu tespit edilmiş ve *Plantago ovata*'nın yağ ikamesi olarak beklentileri karşılayabileceği kanısına varılmıştır.

Plantago ovata ilaveli ayranların genel kabul edilebilirlik puanları ile jelatin ilaveli ayranların genel kabul edilebilirlik puanları arasında fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiş olup, bu sonuç *Plantago ovata*'nın rahatlıkla stabilizör olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Köksoy (2003), farklı oran ve farklı stabilizör ilavesiyle ürettiği ayranlarda en yüksek genel beğeni puanı ya da tüm ayranlarda izlenim puanlarını keçiboynuzu gamı ilaveli ayranların aldığını bunu kontrol ve guar gam ilaveli ayran örneklerinin izlediğini ifade etmiştir. Sonuç olarak %0.1 ilaveli keçiboynuzu gamı ve guar gamının ayran yapısal olarak tadı etkilemeden iyileştirilmesinde önemli rol üstlendiğini bildirmiştir.

Depolama süresi boyunca ayranların genel kabul edilebilirlik puanları düşüş göstermiştir. Anılan düşme/azalma değeri ise istatistiksel açıdan da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çubukçu (2022), hem *Psyllium husk* ilavesinin hem de depolama süresinin yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir ($p<0.05$).



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.16. Ayranların Genel kabul edilebilirlik puanlarında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.4. Ayranların Mikrobiyolojik Özellikleri

Ayranların mikrobiyolojik özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Ayranların mikrobiyolojik özelliklerinde depolama periyodu sırasında tespit edilen değişiklikler (n=2)**

Ayranlar	Depolama Periyodu (gün)	*S. thermophilus* (log kob mL^{-1})	*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (log kob mL^{-1})	Maya-Küf (log kob mL^{-1})
	1.	$7,08\pm0,00^{b2}$	$7,79\pm0,06^{a1}$	$0,00\pm0,00^{a1}$
A	10	$7,65\pm0,09^{a1}$	$7,41\pm0,11^{a2}$	$0,00\pm0,00^{a1}$
	20.	$6,57\pm0,11^{b3}$	$6,68\pm0,07^{b3}$	$1,18\pm1,18^{a2}$
	1.	$7,31\pm0,03^{aA2}$	$8,09\pm0,09^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
B	10	$7,78\pm0,02^{aA1}$	$7,39\pm0,09^{bA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$6,94\pm0,03^{bA3}$	$7,19\pm0,06^{bA3}$	$2,91\pm0,03^{aA2}$
	1.	$7,47\pm0,03^{aA2}$	$8,11\pm0,00^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
C	10	$7,92\pm0,04^{aA1}$	$7,50\pm0,04^{aA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$7,01\pm0,01^{bA3}$	$7,45\pm0,01^{aA3}$	$2,44\pm0,40^{aA2}$
	1.	$7,32\pm0,02^{aA2}$	$8,08\pm0,00^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
D	10	$7,82\pm0,03^{aA1}$	$7,61\pm0,05^{aA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$6,94\pm0,02^{aA3}$	$7,26\pm0,03^{bA3}$	$2,23\pm0,01^{aA2}$
	1.	$7,53\pm0,05^{aA2}$	$8,11\pm0,03^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
E	10	$7,77\pm0,07^{aA1}$	$7,59\pm0,02^{aA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$6,98\pm0,05^{bA3}$	$7,48\pm0,07^{aA3}$	$2,54\pm0,22^{aA2}$
	1.	$7,52\pm0,06^{aA2}$	$8,05\pm0,08^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
F	10	$7,75\pm0,05^{aA1}$	$7,73\pm0,01^{aA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$7,09\pm0,01^{aA3}$	$7,59\pm0,10^{aA3}$	$2,86\pm0,20^{aA2}$
	1.	$7,59\pm0,09^{aA2}$	$8,10\pm0,03^{aA1}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
G	10	$7,82\pm0,05^{aA1}$	$7,57\pm0,08^{aA2}$	$0,00\pm0,00^{aA1}$
	20.	$6,95\pm0,01^{bA3}$	$7,46\pm0,05^{aA3}$	$2,26\pm0,21^{aA2}$

*A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar ** Aynı sütundaki küçük harfler yağ içeriğine göre, büyük harfler stabilizör ilavesine göre, rakamlar ise depolama süresine göre ayranlar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.4.1. Ayranların Streptococcus thermophilus sayısı

Ayran örneklerinin *S.thermophilus* sayısı 6,6±0,11 ile 7,9±0,04 log kob mL^{-1} arasında değişiklik göstermiştir. (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.17.) Ayranların yağ içeriği azaldıkça *S. thermophilus* sayısı artmış ve yağ içeriğinin *S. thermophilus* sayısına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çalışmanın bu bulgusu yağsız sütte *S. thermophilus*'un daha iyi gelişmesi ile açıklanabilir (Ladjevardi ve ark., 2015). Nitekim starter kültür çoğaltılırken gelişme ortamı olarak yağsız rekonstitüe sütlerden yararlanılmaktadır.

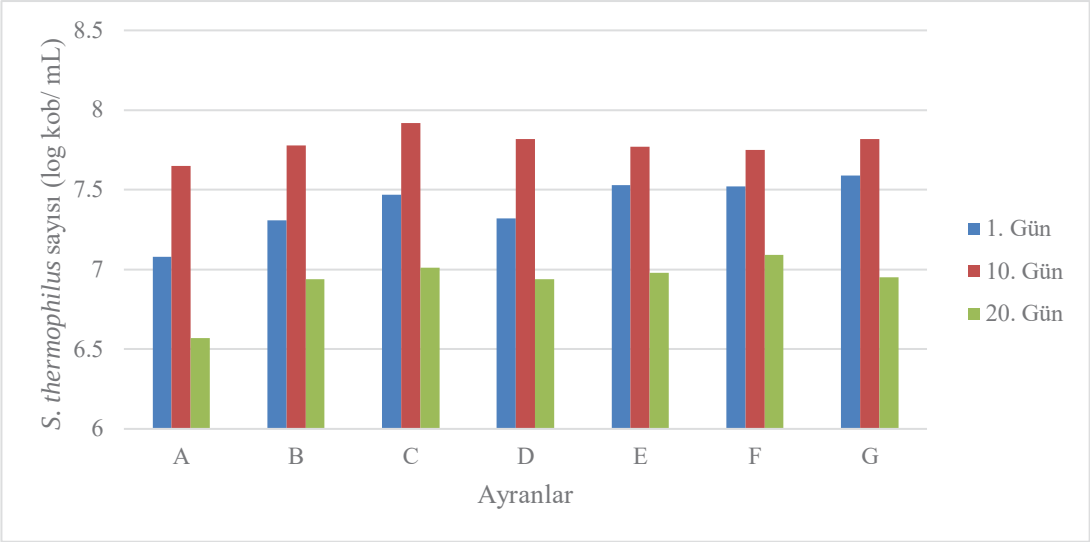
Plantago ovata ve jelatin ilavesinin ayranların *S. thermophilus* sayılarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiş ve farklı stabilizör ilavesinin *S. thermophilus* sayısına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Altun (2022), probiyotik ayran üretiminde *Boswellia carterii* sakızından prebiyotik ve stabilizör olarak yararlanma olanaklarını araştırdığı çalışmasında ayran örneklerinde belirlenen *Streptococcus thermophilus* sayıları 6.41 – 7.89 log kob mL^{-1} arasında değişmiştir. Farklı stabilizör ilavesinin ayranların *Streptococcus thermophilus* sayılarını etkilemediğini belirtmiştir.

Depolama süresi ayranların *S.thermophilus* sayısını önemli düzeyde etkilemiştir. Ayran örneklerinin *S.thermophilus* sayısı depolamanın 10. gününe kadar artmış daha sonra azalmıştır. Bu sonuç, ayranlardaki gelişim koşullarının 10. güne kadar *S. thermophilus*'un gelişimini teşvik ettiği, daha sonra artan asitlik ve metabolik ürünlere bağlı olarak gelişimini olumsuz yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

Altun (2022), da farklı stabilizörler ile ürettiği ayranlarda *S.thermophilus* sayısının 10. gününe kadar arttığını, sonrasında azalarak ilk gün değerlerin altına düştüğünü bildirmiştir.

Burucu (2008), farklı çeşit ve oranlarda peynir altı suyu ürünleri ile kappa karragenan kullanarak ürettiği ve 12 günlük süreyle depoladığı probiyotik ayranlarda *Streptococcus thermophilus* sayılarını 7.37- 8.89 log kob mL^{-1} arasında bulmuştur. Ayrıca depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* sayılarının düzenli bir azalış gösterdiğini ancak bu azalmaya rağmen sayının ilgili Tebliğdeki sayının altına düşmediği bildirilmiştir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

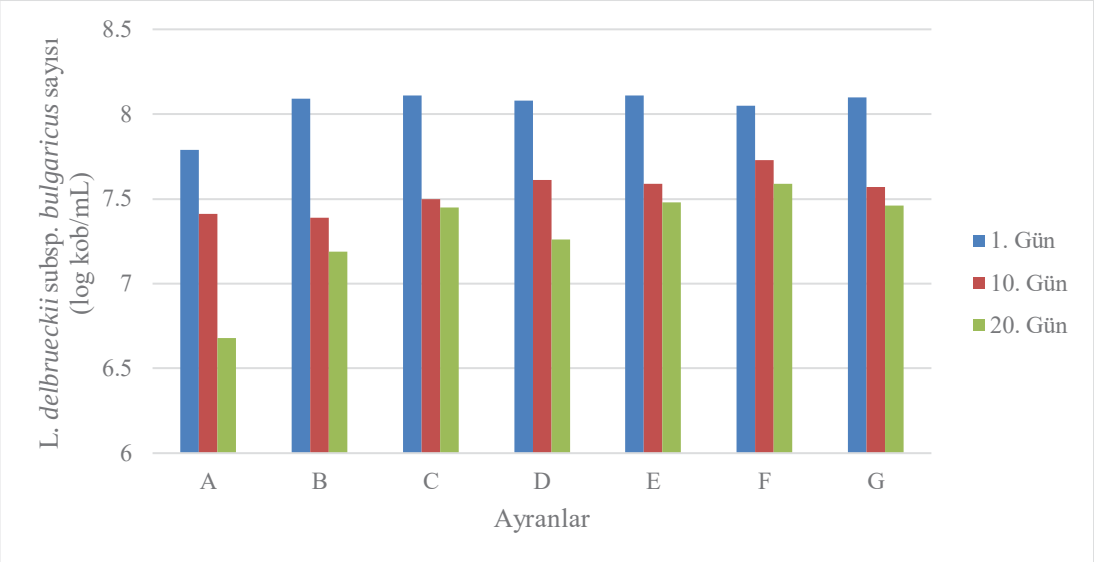
Şekil 4. 17. Ayranların *S.thermophilus* sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.4.2. Ayranların Lactabacillus delbrueckii bulgaricus subsp. sayısı

Ayran örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı 6,68±0,07 ile 8,11±0,03 log kob mL^{-1} arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.18.). Ayranların yağ içeriğinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına tesiri istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yağ içeriği azaldıkça ayranlardaki *L. bulgaricus* sayısının arttığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar yoğurt formülasyonundaki yağ içeriğinin arttırılmasının, LAB (Laktik asit bakterileri) büyümesi ve aktivitesi için substrat inhibisyonunu kolaylaştırdığını bildirmişlerdir (Aziznia ve ark., 2008; Bonczar ve ark., 2002; Lucey ve ark., 1998; Shaker ve ark., 2000). *Plantago ovata* ilaveli yağı azaltılmış ayranlardaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının kontrol örneklerine göre biraz daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, *Plantago ovata*'nın bileşiminde bulunan çok dallı arabino ksiloz ünitelerinin varlığı ile açıklanabilir. Arabinoksilaz ünitelerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından metabolize edilmiş olabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Soukoulis ve ark. (2007), tarafından da bildirilmiştir. Bununla birlikte *Plantago ovata* ilaveli yağı azaltılmış ayranlardaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının kontrol örnekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Ayranlarda stabilizör çeşidinin. *delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. *Plantago ovata* ve jelatin ilavesi ile üretilen ayranların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının birbirine çok yakın olduğu belirlenmiş olup, *Plantago ovata*'nın stabilizör olarak kullanılmasının mikrobiyolojik açıdan bir sorun oluşturmayacağı kanısına varılmıştır.

Depolama süresinin ayranların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısına etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresi boyunca tüm ayran örneklerinde LAB'nin laktozu metabolize etmesi sonucu oluşan asitlik gelişimine bağlı olarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında düzenli olarak azalma tespit edilmiştir(Güler ve Akın 2005).



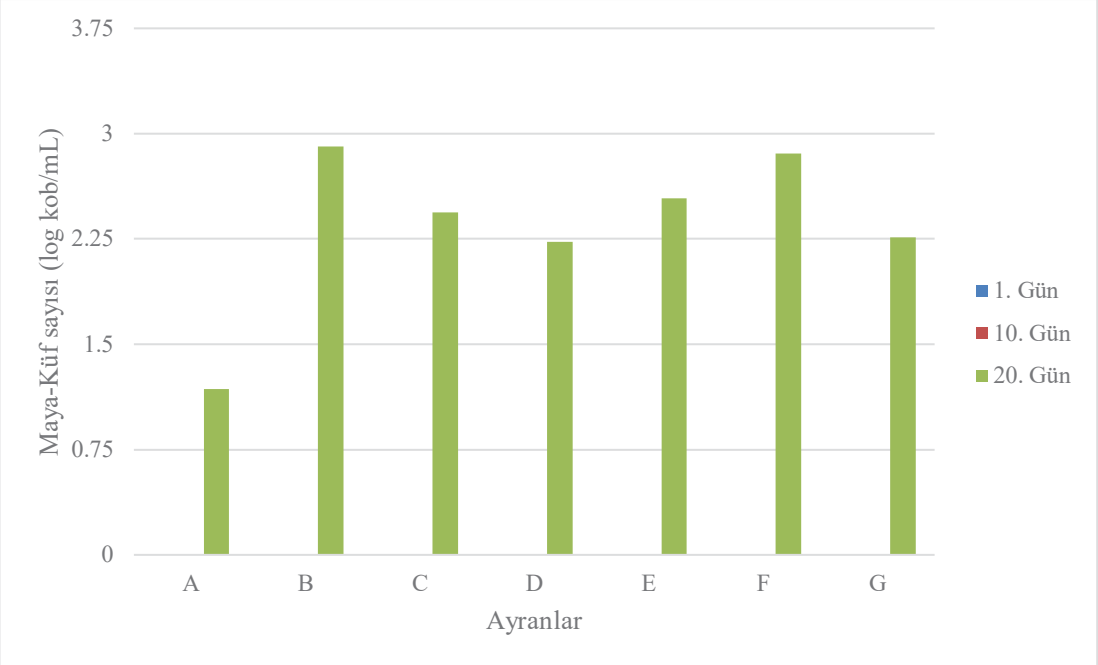
* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4.18. Ayranların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

4.4.3. Ayranların M*aya-Küf* sayısı

Ayran örneklerinin maya-küf sayısı 0,00±0,00 ile 2,91±0,03 log kob mL^{-1} arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.19.). Ayranların yağ içeriğinin ve katılan farklı stabilizörlerin maya-küf sayısına etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, depolama süresinin ayranların maya-küf sayısına olan etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Depolamanın ilk 10 günü ayranlarda maya-küfe

rastlanmazken, 20. günde tüm örneklerde maya-küf geliştiği saptanmıştr. Fermente Sütler Tebliğine göre ayranda olmasına izin verilen en fazla maya-küf değeri 10^2-10^3 log kob/mL arasını kabul edilebilir bulmakta olup aşılması durumunda kabul edilemez saymaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2009). Bu açıdan örneklerimizin hepsinin Tebliğ'e uygun olduğu görülmektedir.



* A: %2 yağlı kontrol, B: %1 yağlı kontrol, C: %1 yağlı *Plantago ovata*, D: %1 yağlı jelatin, E: %0.1 Yağlı kontrol, F: %0.1 yağlı *Plantago ovata*, G: %0.1 yağlı jelatin ilaveli ayranlar

Şekil 4. 19. Ayranların maya-küf sayısında depolama periyodu sırasında tespit edilen değişimler

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada ayran imalatında yağ ikamesi ve stabilizör olarak karnıyarık otu *(Plantago ovata*)'dan faydalanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla yedi farklı ayran üretilerek (A: %2, yağlı kontrol; B: %1, yağlı kontrol; C: %1 yağlı, Plantago ovata; D: %1 yağlı, jelatin; E: %0.1 yağlı kontrol; F:%0.1 yağlı Plantago ovata; G: %0.1 yağlı, jelatin) bunların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyusal ve tekstürel özellikleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Üretilen ayranlar 21 gün süresince +4°C' de depolanmış ve depolamanın 1., 10., ve 20. günlerindeki viskozite, pH, titrasyon asitliği, tat-aroma, su tutma kapasitesi, kıvam, serum ayrılması, genel kabul edilebilirlik ile *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayıları tespit edilmiştir.

Yağ içeriğinin ayranların serum ayrılması, titrasyon asitliği, viskozite, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, L*, a* ve b* renk dereceleriyle tekstürel özelliklerden sıkılık, sertlik, iç yapışkanlık değerlerini, renk ve görünüş, yapı ve kıvam, tat ve aroma ile genel kabul edilebilirlik puanlarını, *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayılarını istatistiksel bakımdan etkilerken ($p<0.05$), pH ve maya küf sayılarını etkilemediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Stabilizör çeşidi ise ayranların serum ayrılması, su aktivitesi, L* ve a* renk değerleri ile sertlik değerine, istatistiksel açıdan etki ederken ($p<0.05$), pH, titrasyon asitliği, viskozite, su tutma kapasitesi, b* renk değerini, sıkılık, iç yapışkanlık değerlerini, renk ve görünüş, tat-aroma, yapı ve kıvamla genel kabul edilebilirlik puanlarını, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus ve Streptococcus thermophilus* sayıları ile maya küf sayılarını etkilememiştir ($p>0.05$).

Depolama süresi de ayranların viskozite, pH, serum ayrılması, titrasyon asitliği, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, L*, a* ve b* renk değerleri ile tekstürel özelliklerden sertlik, sıkılık, iç yapışkanlık değerlerini, tat-aromayla genel kabul edilebilirlik puanlarını, *Streptococcus themophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

ve maya küf sayılarını istatistiksel açıdan etkilerken ($p<0.05$), yapı ve kıvam, renk ve görünüş puanlarını etkilemediği saptanmıştır ($p>0.05$).

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, yağ içeriğinin azaltılması ile ayranların fizikokimyasal, tekstürel, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiğini göstermiştir. Bununla birlikte yağı azaltılmış ayranlara stabilizör ilavesinin ayranların fizikokimyasal, tekstürel, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Plantago ovata tozundan yağ ikamesi ve stabilizör olarak yararlanma olanakları araştırdığımız bu çalışmada, *Plantago ovat*a tozu ilave edilen yağı azaltılmış ayranların fizikomkimyasal, tekstürel, duyusal ve mikrobiyolojik özelliklerinin yağlı kontrol örneklerine yakın olduğu, yağsız kontrol örneklerinden ise daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Plantago ovata ilaveli yağı azaltılmış ayranların fizikokimyasal, tekstürel, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri ise pozitif kontrol olarak kullandığımız jelatin ilaveli örneklere çok yakın bulunmuş olup, bu ayranlar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır.

Sonuç olarak, *Plantago ovata* tozunun yağı azaltılmış ayranlarda ortaya çıkan fiziksel, tekstürel ve duyusal kusurları düzeltebileceği ve ayran üretiminde yağ ikamesi ve stabilizör olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Bununla birlikte, ayranlara ilave edilecek *Plantago ovata* oranının optimizasyonuna yönelik çalışmaların yapılması ve diğer stabilizörlerle de karşılaştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

A.O.A.C., 1990. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis (15th ed.). Arlington: A. Press.

ABID, M., RENARD, C.M.G.C., WATRELOT, A.A., FENDRI, I., ATTIA, H. and AYADI, M.A., 2016. Yield and composition of pectin extracted from Tunisian pomegranate peel. Int J Biol Macromol, 93: 186–194,

ABOU ZEID, N.A., ZEDAN A.N., EL-SISI A.S. and ALI A.O.M., 2015. Effect of Replacing Skim Milk Powder (SMP) with Chickpea Flour on Ice Milk Quality. Minufiya Journal Agriculture, 40:1–14.

AÇIKGÖZOĞLU, A.B., 2008. Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 86s.

AKAL, H. C., 2017. Ayran üretiminde peyniraltı suyu tozu ve transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarının araştırılması.

AKÇAY, F., 2016. Acılı Ayran Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 68s.

AKGUN, A., YAZICI, F. and H. A. GULEC., 2016. Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt. LWT 74:521–527.

AKIN, M.S. and KIRMACI, Z.,2015. Influence of fat replacers on the chemical, textural and sensory properties of low-fat Beyaz pickled cheese produced from ewe's milk. International Journal of Dairy Technology. 68(1):127-34.

AKIN, M.B., AKIN, M.S., and KORKMAZ, A., 2009. Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yogurt, International. Journal of Dairy Technology, 62 (3):422-430.

AKIN, M. B., AVKAN, F. and AKIN M. S., 2021. A novel functional reduced fat ice cream produced with pea protein isolate instead of milk powder. Journal of Food Processing and Preservation, 1-11

ALMUSALLAM, I. A., MOHAMED AHMED, I. A., BABIKER, E. E., AL-JUHAIMI, F. Y., SALEH, A., QASEM, A. A., AL MAIMAN, S., OSMAN, M. A., GHAFOOR, K., HAJJI, H. A. and AL-SHAWAKER. A. S., 2021. Effect of date palm (Phoenix dactylifera L.) spikelets extract on the physicochemical and microbial properties of set-type yogurt during cold storage. Lebensm. Wiss. Technol. 148:111762.

ALTAY, F., KARBANCIOGLU-GULER, F., DASKAYA-DIKMEN, C. and HEPERKAN, D., 2013. A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. Int. J. Food Microbiol. 167:44–56.

ALTUN, F.,2022. Probiyotik Ayran Üretiminde *Boswellia Carterii* (Akgünlük) Sakızından Prebiyotik ve Stabilizör Olarak Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, s91.

ATAMER, M., GÜRSEL, A., TAMUÇAY, B., GENÇER, N., YILDIRIM, G., ODABAŞI, S., KARADEMİR, E., ŞENEL, E. ve KIRDAR, S., 1999.

Dayanıklı Ayran Üretiminde Pektin Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları 24(2):119-126.
ATAMER, M., GÜRSEL, A. ve YILDIRIM, G.,1995. Yoğurt yapımında kullanılan stabilizatörler. Yoğurt III. milli Süt ürünleri sempozyumu. Milli produkte merkezi yayın no :548, 95-100, Ankara.
ATASEVER, M., 2004. Yoğurt üretiminde bazı stabilizörlerin kullanımı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15(1); 1-4.
AZARIKIA, F., and ABBASI, S., 2010. On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocolloids, 24(4);358-363.
AZIZNIA, S., KHOSROWSHAHI, A., MADADLOU, A., and RAHIMI, J., 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: Chemical, physical, and microstructural properties. Journal of Dairy Science, 91, 2545–2552.
BABBAR, N., DEJONGHE, W., GATTI, M., SFORZA, S. and ELST, K. (2016). Pectic oligosaccharides from agricultural by-products: production, characterization, and health benefits. Crit Rev Biotechnol, 36: 594–606.
BAHMANI, M., MIRHOSSEINI, M., FASIHZADEH, S., KARIMIAN, P. and RAFIEIAN-KOPAEI, M., 2016. Plantago: A plant for internists. Der Pharma Chemica, 8(2), 84–91.
BALADURA, E., 2011. Süzme Yoğurtlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Arttırılmasında Bazı Diyet Liflerinin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 65s.
BALDINO, N., MILETI, O., LUPI, F.R. and GABRIELE, D., 2018. Rheological surface properties of commercial citrus pectins at different pH and concentration. LWT-Food Sci Technol, 93: 124–130, DOI: 10.1016/J.LWT.2018.03.037.
BALIAN G, BOWES J. H.,1977. The Structure and Properties of Collagen, In: The Science and Technology of Gelatin, Ward AG, Courts A (Ed). Academic Press, UK, pp. 1-27.
BALPETEK KULCU, D., E. B. KOŞGIN, O. F. ÇELIK, and TURABİ YOLACANER, E., 2021. Investigation of physicochemical, microbiological, textural, and sensory properties of set-type yogurt with Mentha pulegium L. (pennyroyal) powder. J. Food Process. Preserv. 45: e15549.
BARBOSA, M. L. S., DE ALENCAR, E. R., LEANDRO, E., DOS, S., BORGES, R. M., MENDONÇA, M. A., FERREIRA, W. F. and DE, S., 2020. Characterization of fermented beverages made with soybean and Brazil nut hydrosoluble extracts. International Journal of Gastronomy and Food Science, 21, Article 100228.
BARTOO, S.A. and BADRIE, N., 2005. Physicochemical, Nutritional and Sensory Quality of Stirred 'Dwarf' Golden Apple (Spondias Cytherea Sonn) Yoghurts. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 56(6): 445–454.
BARUZZI, F., QUINTIERI, L., CAPUTO, L., COCCONCELLI, P., BORCAKLI, M., OWCZAREK, L., JASIŃSKA, U. T., SKĄPSKA, S. and MOREA, M., 2016. Improvement of Ayran Quality by The Selection of Autochthonous Microbial Cultures. Food Microbiology, 60: 92-103.

BAYARRI, S., GONZALEZ–THOMAS, L. And COSTELL, E., 2009. Viscoelastic Properties of Aqueous and Milk Systems with Carboxymethyl Cellulose. Food Hydrocolloids, 23, 441–450.

BAYBAS, D. and ULUSOY, U., 2011. Polyacrylamide–clinoptilolite/Y-zeolite composites: Characterization and adsorptive features for terbium, Journal of Hazardous Materials, 187, 241-249.

BAYRAKTAROGLU, G. ve OBUZ, E., 2008. Farklı Yağ Oranlarındaki Ayranların Kalite ve Reolojik Özellikleri. Türkiye, 10, 825-828.

BAYRAKTAROĞLU, G., OBUZ, E., and MURADİYE, M., 2008. Farklı Yağ Oranlarındaki Ayranların Kalite ve Reolojik Özellikleri. Gıda Kongresi, 21-23.

BAZIWANE D, HE Q., 2003. Gelatin: The Paramount Food Additive. Food Rev Int, 19 (4), 423-435.

BEAULIEU, M., TURGEON, S.L. and DOUBLIER, J-L., 2001. Rheology, texture and microstructure of whey proteins/low methoxyl pectins mixed gels with added calcium, International Dairy Journal, 11, 961-967.

BEK, Y. ve EFE, E., (1995). Araştırma ve Deneme Metotları Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 200s.

BERNSTEIN, A. M., TITGEMEIER, B., KIRKPATRICK, K., GOLUBIC, M., and ROIZEN, M. F., 2013. Major cereal grain fibers and psyllium in relation to cardiovascular health. Nutrients,5(5), 1471–1487.

BISWAL, D.R. and SINGH, R.P., 2004. Characterisation of Carboxymethyl Cellulose and Polyacrylamide Graft Copolymer. Carbohydrate Polymers, 57, 379–387.

BODYFELT, F. W., 1988. The Sensory Evulation of Dairy Products. An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York,575s.

BONCZAR, G., WSZOLEK, M., and SIUTA, A., 2002. The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. Food Chemistry, 79, 85–91.

BORAN, G., MULVANEY, S.J. and REGENSTEIN, JM., 2010. Rheological Properties of Gelatin from Silver Carp Skin Compared to Commercially Available Gelatins from Different Sources. J Food Sci, 75 (8), E565- E571.

BORAN, G. and REGENSTEIN JM., 2010. Fish Gelatin, In: Advances in Food and Nutrition Research, Taylor SL (ed), Volume 60, Academic Press, UK, pp. 119-144.

BRASIL RESOLUÇÃO., 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil 03 nov. 1999.

BRENNAN, C. S. and TUDORICA, C. M., 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: Comparative study of the utilization of barley beta-glucan, guar gum and inulin. Int. J. Food Sci. Technol. 43:824–833.

BRENNAN, M. A., DERBYSHIRE, E. J., BRENNAN, C. S., and TIWARI, B. K., 2012. Impact of dietary fibre-enriched ready-to-eat extruded snacks on the postprandial glycaemic response of non-diabetic patients. Molecular Nutrition and Food Research, 56(5), 834–837.

BUENO, V.B., BENTINI, R., CATALANI, L.E., FREITAS, D. and PETRI, S., 2013. Synthesis and swelling behavior of xanthan-based hydrogels, Carbohydrate Polymers, 92,1091-1099.

BUKHSH, E., MALIK, S. A., and AHMAD, S. S.,2007. Estimation of nutritional value and trace elements content of Carthamus oxyacantha, Eruca sativa and Plantago ovata. Pakistan Journal of Botany, 39(4), 1181.

BURUCU, H., 2008. Peynir Altı Suyu Ürünleri ile Kappa Karragenan Kullanımının Duyusal Fiziko-Kimyasal ve Probiyotik Özellikler Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 77.s.

CAPPA, C., LUCISANO, M., and MARIOTTI, M., 2013. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. Carbohydrate Polymers, 98(2), 1657–1666.

CENITI, C., F. FROIIO, A. GAGLIARDI, D. BRITTI, D. PAOLINO, and COSTANZO. N., 2020. Observations on passive microrheology for monitoring the fermentation process in yoghurt. Int. Dairy J. 102:104604.

CHAN, S. W., MIRHOSSEINI, H., TAIP, F. S., LING, T. C., and TAN, C. P., 2013. Comparative study on the physicochemical properties of κ-carrageenan extracted from Kappaphycus alvarezii (doty) doty ex Silva in Tawau, Sabah, Malaysia and commercial κ-carrageenans. Food Hydrocolloids, 30(2), 581-588.

CHEOW C.S., NORIZAH M.S., KYAW Z.Y. and HOWELL N.K., 2007. Preparation and Characterization of Gelatins from the Skins of Sin Croaker (Johnius dussumieri) and Short Fin Scad (Decapterus macrosoma). Food Chem, 101, 386-391.

CHO, S. and DREHER, M., 2001. Handbook of dietary fibre. New York: CRC Press.comprehensive concept for prebiotics. Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol., 12(5):303-10.

CODINĂ, G. G., FRANCIUC, S. G., and MIRONEASA, S., 2016. Rheological characteristics and microstructure of milk yogurt as influenced by quinoa flour addition. Journal of Food Quality, 39(5), 559-566.

CRINI, G., 2005. Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. Progress in Polymer Science, 30;38–70.

CRINI, G., 2006. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. Bioresource technology, 97(9), 1061-1085.

CUEVA, O. and ARYANA, K. J., 2008. Quality Attributes of a Heart Healthy Yogurt LWT-Food Science and Technology, 41(3): 537-544.

CUMMINGS, J. H., and STEPHEN, A. M., 1980. The role of dietary fibre in the human colon. Canadian Medical Association Journal, 123, 1109–1114

ÇAYIR, M., 2007. Probiyotik kültür kullanılarak üretilen kayısı katkılı yoğurtların fizikokimyasal özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 67s.

ÇELİK, M., 2002. Batı Akdeniz Bölgesinde Süt ve Süt Ürünleri Sektörünün Stratejik Durum Analizi ve Gelişme Olanakları. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 4:43-83.

ÇELİKEL, A., 2012. Farklı Oranlarda Mikrobiyal Transglutaminaz ile İşlem Görmüş Sütlerden Üretilen Yarım Yağlı Ayranların Bazı Özellikleri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.72s.

ÇOMAK GÖÇER, E.M., ERGİN, F., AŞCI ARSLAN, A. ve KÜÇÜKÇETİN, A., 2016. Farklı inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi. Akademik Gıda, 14(4), 341-350.

ÇUBUKÇA, B., 2022. Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurt Üretiminde Psyllium Husk (Karnıyarık Otu Tohum Kabuğu Tozu)'Dan Yağ İkamesi ve Prebiyotik Olarak Yararlanma Olanakları. Yüksek lisans tezi, fen bilimleri Enstitüsü. 100s.

DAI, S., CORKE, H. and SHAH. N. P., 2016. Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. J. Dairy Sci. 99:7063–7074., Dairy Federation, Brussels, p81-114.

DE BOCK, M., DERRAIK, J. G. B., BRENNAN, C. M., BIGGS, J. B., SMITH, G. C. adn CAMERON-SMITH, D., 2012. Psyllium supplementation in adolescents improves fat distribution and lipid profile: A randomized, participant-blinded, placebo-controlled, crossover trial. PLoS One, 7(7), e41735.

DEMAN, J.M., 1999. Proteins: Animal Proteins. In: The Principles of Food Chemistry Aspen Publishers, USA, pp. 147-149.

DEMİR, S., 1983. Ankara piyasasındaki ayranların genel nitelikleri üzerine araştırma, Bitirme ödevi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojileri Bölümü.

DEMİRCİ, M., 1997. Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık, İstanbul, s. 37-89.

DEMİRTAŞ, Ö., 2007. Keçiboynuzu (Ceratonia siliqua) Çekirdeklerinden Gam Üretim Yollarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 48s.

DERVİŞOĞLU, M., HURŞİT, A.K. ve YAZICI, F., 2004. Yağsız Soya Ununun Vanilyalı Ayranların Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. Gıda 29 (6): 443-449.

DICKINSON, E., 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. Food Hydrocolloids 17(1): 25-39.

DJAGNY, K. B., WANG, Z. and XU S., 2001. Gelatin: A Valuable Protein for Food and Pharmaceutical Industries: Review. Crit Rev Food Sci, 41 (6), 481- 492.

DOĞAN, M., ŞİMŞEK, O. ve KURULTAY, Ş., 1996. Gıda Endüstrisinde Katkı Maddesi Olarak Stabilizatörler. Gıda Teknolojisi, 21, 251–259.

DÖNMEZ, M., CANKURTARAN, M., İLSEVEN, S., SANCAK, N., İPEKÇIOĞLU, P. ve TURAN, A.R., 2010. Diyet lifleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. MYO-OS 2010- Ulusal Meslek Yuksekokulları Öğrenci Sempozyumu, Düzce, 21-22 Ekim, 1-9s.

DRAGAN, E., and VDINU, M., 2015. Progress in polysaccharide/zeolites and polysaccharide hydrogel composite sorbents and their applications in removal of heavy metal ions and dyes. Current Green Chemistry, 2(4), 342-353.

DUMAN, Ü. S., 2019. Ayranın Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikleri Üzerine Transglutaminaz Enzimi ile Ultrasonikasyon İşleminin Birlikte Kullanımının Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 61s.

DUNSTAN, D.E., CHEN, Y., LIAO, M.L., SALVATORE, R., BOGER, D.V. and PRICA, M., 2001. Structure and Rheology of the kappa Carrageenan/Locust Bean Gum Gels. Food Hydrocolloids, 15, 475–484.

EASTOE, J.E. and LEACH, A. A., 1977. Chemical Constitution of Gelatin. In: The Science and Technology of Gelatin. Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 73-105.

EBRAHIMI PURE, A., DARAEI GARMAKHANY, A. and EBRAHIMI PURE, M., 2016. The miracle of herbs: Garlic, Biological properties of Allium sativum. 1st ed. Saarbrücken-Germany: Lambert Academic Publishing

EGLI, W., 1971. The Use of Stabilizers in the Manufacture of Fermented Milk Products. Dairy Sci. (Abst) Deutsche- Mokerel- Zeitung. 33.11.5476, 92(30).

ENGEL, J. and BACHINGER, H.P., 2005. Structure, Stability and Folding of the Collagen Triple Helix. In: Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly. Brinckmann J, Notbohm H, Muller PK (eds), Springer, USA, pp. 8-24.

ERGÜLLÜ, E. ve DEMİRYOL, İ., 1983. Yoğurda Değişik Oranlarda Su Katılarak Yapılan Ayranların Bazı Özellikleri Üzerine Araştırma. Gıda Dergisi 8(5);203-208.

ERKAYA, T. and ŞENGÜL, M., 2015. Bioactivity of water-soluble extracts and some characteristic of white cheese during the ripening period as effected by packaging type and adjunct cultures, Journal of Diary Research 82:47-55.

ERTAŞ, N. ve DOĞRUER, Y., 2010. Besinlerde Tekstür, Erciyes Üniv. Vet. Fak. Dergisi 7(1) 35-42s

EYRE, D.R. and WU J.J., 2005. Collagens Crosslinks. In: Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly. Brinckmann J, Notbohm H, Muller PK (Ed), Springer, USA, pp. 208-225.

FARZAM, M., 2017. "Deve Sütünden Ayran Üretimi ve Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul,57s.

FDA, C.F.R., 2012. Code of federal regulations. Title 21 http://www.accessdata.f-da.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=101.81 Accessed 21 de julho de 2017.

FELLOWS, P. J., 2017. Properties of food and principles of processing. Food Processing Technology, 3-200.

FIGUEROA, L. E., and GENOVESE, D. B., 2019. Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. Lebensmittel- Wissenschaft and Technologie, 111(May), 423–428.

FISZMAN, S. M. and SALVADOR, A., 1999. Jelatinin yoğurdun ve asit ısısıyla indüklenen süt jellerinin dokusuna etkisi. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 208 (2), 100-105.

FRADINHO, P., NUNES, M. C. and RAYMUNDO, A., 2015. Developing consumer acceptable biscuits enriched with Psyllium fibre. Journal of Food Science and Technology, 52(8), 4830–4840.

FRANCO, E. A. N., SANCHES-SILVA, A., RIBEIRO-SANTOS, R., and DE MELO, N. R., 2020. Psyllium (Plantago ovata Forsk): From evidence of health benefits to its food application. Trends in Food Science and Technology, 96, 166-175.

GHANI, A., AMEEN, O., IKRAM, M., HUSSAIN, M., AHMAD, I., KHAN, A. and ARSHAD, M., 2016. Proximate and elemental profile of Plantago ovata. International Researchers, 5(2), 3-9.

GHANI, A., AMEEN, O., IKRAM, M., HUSSAIN, M., AHMAD, I., KHAN, A. and ARSHAD, M., 2016. Proximate And Elemental Profile of Plantago Ovata. International Researchers, 5(2), 3-9.

GHANI, A., HAMEED, T., IKRAM, M., HUSSAIN, M., AHMAD, I., IMRAN M., IFTIKHAR, M., AMEEN, O., FAROOQ, M., MUHAMMAD, M., FATIMA, H. and ARSHAD, M., 2016. Proximate Composition of Guava Varieties Collected from Four Tehsils of District Bhakkar. International Journal of Innovative Research and Review. 4 (2) April-June, pp.1-4.

GILBERT, A. and TURGEON. S. L., 2021. Studying stirred yogurt microstructure and its correlation to physical properties: A review. Food Hydrocoll. 121:106970.

GOULD, A. W., 1977. Food Quality Assurance. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA, 314p.

GÖNCÜ, B., 2012. Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 76s.

GÖNÇ, S. ve GAHUN, Y., 1980. Hidrokolloidler ve bunların sütçülükte kullanılmaları. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 17(2): 49-67.

GRASSINO, A.N., HALAMBEK, J., DJAKOVIĆ, S., RIMAC BRNČIĆ, S., DENT, M. And GRABARİĆ, Z., 2016b. Utilization of tomato peel waste from canning factory as a potential source for pectin production and application as tin corrosion inhibitor. Food Hydrocoll, 52: 265–274,

GRASSINO, A.N., BARBA, F.J., BRNČİĆ, M., LORENZO, J.M., LUCINI, L. and BRNČİĆ, S.R., 2018. Analytical tools used for the identification and quantification of pectin extracted from plant food matrices, wastes and by-products: A review. Food Chem, 266: 47–55, DOI: 10.1016/J.FOODCHEM. 2018.05.105.

GUDMUNDSSON M. 2002. Rheological Properties of Fish Gelatins. J Food Sci, 67 (6), 2172-2176.

GUINEE, T.P., MULLINS, C.G., REVILLE, W.J. and COTTER, M.P., 1995. Farklı süt bileşenleri ile stabilize edilmiş karıştırılmış lor şekersiz yoğurtların fiziksel özellikleri. Milchwissenschaft, 50 (4), 196-200.

GUO, Q., CUI, S. W., WANG, Q., and CHRISTOPHER YOUNG, J., 2008. Fractionation and physicochemical characterization of psyllium gum. Carbohydrate Polymers, 73(1); 35–43.

GUPTA, C. S., MILIND, JEYARANI, T., and RAJIV, J., 2015. Rheology, fatty acid profile and quality characteristics of nutrient enriched pizza base. Journal of Food Science and Technology, 52(5), 2926–2933.

GÜLER-AKIN, M. B., 2005. Effects of Different Incubation Temperatures on the Acetaldehyde Content and Viable Bacteria Counts of Bio-yogurt Made from Ewe's Milk", Int. J. Dairy Technology 58 (3): 174-179.

GÜRSEL, A., 2001. Süt Esaslı Ürünler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No:554, Ankara, 196s.

GÜVEN, M., KARACA, O.B. and YAŞAR, K., 2010. Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Ayran Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Ayranların Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda, 35 (2): 97-104.

GÜVENTÜRK, U., 1989. Dayanıklı ayran yapımı üzerinde bir araştırma. İzmir İl Kontrol Labaratuvarı Müdürlüğü, Yayın no: 28, İzmir.

HAYATOĞLU, F., 2021. Probiyotik Bakteri İlavesi ile Üretilen Ayranların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon,157s.

HINTERWALDNER, R., 1977. Technology of Gelatin Manufacture. In: The Science and Technology of Gelatin, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 315-361.

HU, J.L., NIE, S., PLI, C. and XIE, M.Y., 2013. In vitro effects of a novel polysaccharide from the seeds of Plantago asiatica L. on intestinal function, Int. J. Biol. Macromol. 54:264–269.

HUANG, K., LIU, Y., ZHANG, Y., CAO, H., LUO, DK, YI, C. and GUAN, X., 2022. Soya fasulyesi ve kinoadan bitki bazlı yoğurdun formülasyonu ve fizikokimyasal, reolojik, duyusal ve fonksiyonel özelliklerinin değerlendirilmesi. Gıda Biyobilimi, 49, 101831.

HUYGHEBAERT, A., DEWETTINCK, K. and GREYT, W. D., 1996. Fat replacers. Federation Internationale de Laiterie-International Dairy Federation.

HYVONEN, L.; LINNA, M.; TUORILA, H. and DIJKSTERHUIS, G., 2003. Perception of Melting and Flavour Release of Ice Cream Containing Different Types and Contents of Fat. J. Dairy Sci. 86:1130-1138.

IDF., 1982. Determination of Titratable Acidity and Moisture, Standard. International

ISMAIL, E.A., AL-SALEH, A.A. and METWALLI, A.A.M., 2013. Effect of Inulin Supplementation on Rheological Properties of Low-Fat Ice Cream. Life Science Journal, 10(3): 1742-1746.

IZYDORCZYK, M., CUI, S.W. and WANG, Q., 2005. Polysaccharide Gums: Structures, Functional Properties, and Applications, CRC Press, Taylor and Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW. Suite 300 Boston, FL33487-2742.

JIANG, L.M., NIE, S.P., HUANG, D.F., FU, Z.H. and XIE, M.Y., 2018. Acetylation modification improves immunoregulatory effect of polysaccharide from seeds of Plantago asiatica L, J. Chem.

JOHNS, P. and COURTS, A., 1977. Relationship between Collagen and Gelatin. In: The Science and Technology of Gelatin, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 138-168.

JONES, NR., 1977. Uses of Gelatin in Edible Products. In: The Science and Technology of Gelatin, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 366-392.

KARIM, A. A. and BHAT, R. (2008). Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges, and prospects. Trends in food science and technology, 19(12), 644-656.

KAZEMI-TASKOOH, Z. and VARIDI, M., 2021. Designation and characterization of cold-set whey protein-gellan gum hydrogel for iron entrapment, Food Hydrocolloids, 111, 106205.

KEOGH, M.K., and O'KENNEDY, B.T., 1998. Eklenen süt yağı, protein ve hidrokolloidlerden etkilenen karıştırılmış yoğurdun reolojisi. Gıda bilimi dergisi, 63 (1), 108-112.

KIM, S. Y., HYEONBIN, O., LEE, P. and KIM, Y. S., 2020. The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. Journal of dairy science, 103(2), 1324-1336.

KIRDAR S.S., 2001, Gün İ. Burdur' da süzme yoğurt üretimi üzerine bir araştırma. Gıda 2001; 26(2): 99-107.

KIM, S. Y., HYEONBIN, O., LEE, P., and KIM, Y. S., 2020. The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. Journal of dairy science, 103(2); 1324-1336.

KLOSE, R. and GLICKSMAN, M., 1972. Gums, In: Handbook of Food Additives (Editör: Furia, T.E.). CRC Press, California, USA, s.295–359.
KOÇAK C, AVŞAR Y.A. ve TAMUÇAY B., 2006. Ayran üretim metotları üzerine karşılaştırmalı bir çalışma. GIDA, 31 (4): 225-231.
KOH, M.W.W., MERINO, L.M. ve DICKINSON, E., 2002. Rheology of acid-induced sodium caseinate gels containing added gelatine, Food Hydrocolloids, 16, 619-623
KOHNESHAHRI, S. H., 2013. Yoğurt ve Sütün Sulandırılması ile Üretilen Ayranların Özellikleri, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum. s109.
KOKSOY, A., and KILIC, M., 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food hydrocolloids, 18(4), 593-600.
KOKSOY, A. and M. KILIC., 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food Hydrocoll. 18:593–600.
KÖKSOY, A. and KILIÇ, M., 2003. Effects of Waterand Salt Level on Rheological Properties of Ayran, a TurkishYoghurt Drink. International Dairy Journal, 13(10): 835-839.
KRAVTCHENKO, T. P., PARKER, A., and TRESPOEY, A., 1995. Colloidal stability and sedimentation of pectin-stabilized acid milk drinks. In E. Dickinson, and D. Lorient (Eds.), Food macromolecules and colloids (pp. 349–355). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
KRUIF, C.G. and TUINIER, R., 2001. Polysaccharide protein interactions, Food Hydrocolloids, 15, 555-563.
KUTLU, B. H., 2018. Yağı Azaltılmış Dondurma Üretiminde Yağ İkamesi Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan (Mtg) Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 105s.
LADJEVARDI, Z. S., GHARIBZAHEDI, S. M. T., and MOUSAVI, M., 2015. Development of a stable low-fat yogurt gel using functionality of psyllium (Plantago ovata Forsk) husk gum. Carbohydrate Polymers, 125, 272–280.
LEAHU, A., GHINEA, C. and DAMIAN, C., 2018. The Influence Of Inulin And Psyllium Addition To Ice-Cream And Its Effects On The Sensorial Properties. Journal of Faculty of Food Engineering, Ştefan cel Mare University of Suceava, RomaniaVolume XVII, Issue 4 -2018 , pag. 363 - 371
LEDWARD, D.A., 2000. Handbook of hydrocolloids, Chapter-4, Edited by G. O. Philips and P. A. Williams. UK. Woodhead Publishing in Food Science and Technology, 450p.
LEE, W. J. and LUCEY, J. A., 2007. Rheological properties, whey separation, and microstructure in set-style yogurt: Effects of heating temperature and incubation temperature. Journal of Texture Studies, 34(5-6): 515-536.
LI, H., ZHANG, L., JIA, Y., YUAN, Y., LI, H., CUI, W. and YU, J., 2022. Az yağlı yoğurtta yağ ikame maddeleri olarak peynir altı suyu proteini emülsiyon jeli mikropartiküllerinin uygulanması: Bitkisel yağın yağ fazı olarak uygulanabilirliği. Süt Ürünleri Bilimi Dergisi, 105 (12), 9404-9416.
LIM, J., INGLETT, G. E. and LEE, S., 2010. Response to consumer demand for reduced fat foods; multi-functional fat replacers. Japan Journal of Food Engineering, 11(4), 147-152.

LIU, W., XIE, Z. H., ZHANG, B. C., WANG, Q., YAO, W. B. and GAO, X. D., 2010a. Effects of hydroxypropylation on the functional properties of psyllium. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(3), 1615–1621

LIU, W., ZHANG, B., WANG, Q., XIE, Z. H., YAO, W. B. and GAO, X. D. (2010b). Effects of sulfation on the physicochemical and functional properties of psyllium. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(1), 172–179.

LU, Y., L. MAO, ZHENG, H., CHEN, H. and Y. GAO., (2020). Characterization of β-carotene loaded emulsion gels containing denatured and native whey protein. Food Hydrocoll. 102:105600

LUCCA, P. A. and TEPPER, B. J., 1994. Fat replacers and the functionality of fat in foods. Trends in Food Science and Technology, 5(1), 12-19.

LUCEY, A. J., 2001. The Relationship Between Rheological Parameters and Whey Separation in Milk Gels. Food Hydrocolloids 15;603-608.

LUCEY, A.J., TAMEHANA, M., SINGH, H. and MUNRO, P.A., 1998. Effect of interactions between denatured whey proteins and caseins micelles on the formation and rheological properties of acid skim milk gels. Journal of Dairy Research 65, 555-567.

LUCEY, J. A., MUNRO, P. A., and SINGH, H.,1999. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. International Dairy Journal, 9(3-6), 275-279.

LUCEY, J. A., MUNRO, P. A. and SINGH, H., 1998. Rheological properties and microstructure of acid milk gels as affected by fat content and heat treatment. Journal of Food Science, 63, 660–664.

LUCEY, J. A., MUNRO, P. A. and H. SINGH., 1998. Whey separation in acid milk gels made with glucono-delta-lactone: Effects of heat treatment and gelation temperature. J. Texture Stud. 29:413–426.

LUCEY, J.A., 2001. The relationship between rheological parameters and wheyseparation in milk gels, Food Hydrocolloids, 15, 603-608.

LUCEY, J.A., 2002. ADSA foundation scholar award, Formation and physicalproperties of milk protein gels, Journal of Dairy Science, 85, 281-294.

MALIK, M. A. and SAINI, C. S., 2017. Polyphenol removal from sunflower seed and kernel: Effect on functional and rheological properties of protein isolates. Food Hydrocolloids, 63, 705–715.

MANTZOURIDOU, F. T., NAZIRI, E., KYRIAKIDOU, A., PARASKEVOPOULOU, A., TSIMIDOU, M. Z. and KIOSSEOGLOU, V., 2019. Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yogurt-like product formulation. LWT, 105, 48-56.

MARLETT, JA ve FISCHER, M.H., 2002. Psyllium tohum kabuğundan zayıf bir şekilde fermente edilmiş bir jel, sıçanlarda dışkı nemini ve safra asidi atılımını arttırır. Beslenme Dergisi, 132 (9), 2638-2643.

MASOOD, R. and MIRAFTAB, M., 2010. Psyllium: current and future applications. In Medical and Healthcare Textiles (pp. 244-253). Woodhead Publishing.

MATHUR, N., SINGH, J., BOHRA, S. and BOHRA, A., and VYAS, A. (2006). Increased nutrient uptake and productivity of Plantago ovata Forssk by AM fungi under field conditions. American-Eurasian Journal of Scientific Research, 1(1), 38-41.5

MAY, C.D., 1990. Industrial pectins: Sources, Production and Applications, Carbohydrate Polymers, 12:79–99pp.

MC CLEMENTS, D.J., 2021. Food hydrocolloids: Application as functional ingredients to control lipid digestion and bioavailability, Food Hydrocolloids, 111, 106404.

MCRORIE, J. W. and MCKEOWN, N. M., 2017. Understanding the physics of functional fibers in the gastrointestinal tract: An evidence-based approach to resolving enduring misconceptions about insoluble and soluble fiber. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 117(2), 251–264.

METİN, M., 2012. Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve işlenmesi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 802s.

METWALLY, A.M.M.E., 2007. Effect of Enzymatic Cross-Linking of Milk Proteins on Properties of Ice Cream With Different Composition. International Journal of Food Science and Technology 42: 939-947.

MIERCZYŃSKA, J., CYBULSKA, J. and ZDUNEK, A., 2017. Rheological and chemical properties of pectin enriched fractions from different sources extracted with citric acid. Carbohydr Polym, 156: 443–451.

MISHRA, S. and MISHRA, H. N., 2013. Effect of Synbiotic interaction of fructooligosaccharide and probiotics on the acidification profile, textural and rheological characteristics of fermented soy milk. Food and Bioprocess Technology, 6 (11), 3166–3176.

MORALES-CONTRERAS, B.E., ROSAS-FLORES, W., CONTRERAS-ESQUIVEL, J.C., WICKER, L. and MORALES-CASTRO, J., 2018. Pectin from Husk Tomato (Physalis ixocarpa Brot.): Rheological behavior at different extraction conditions. Carbohydr Polym, 179: 282–289,

MUDGIL, D. and BARAK, S., 2013. Composition, properties, and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. International journal of biological macromolecules, 61, 1-6.

MUDGIL, P., B. JUMAH, M. AHMAD, HAMED, F. and MAQSOOD, S., 2018. Rheological, micro-structural and sensorial properties of camel milk yogurt as influenced by gelatin. LWT 98:646–653.

MUNGURE, T.E., ROOHINEJAD, S., BEKHIT, A.E.-D., GREINER, R. and MALLIKARJUNAN, K., 2018. Potential application of pectin for the stabilization of nanoemulsions. Curr Opin Food Sci, 19: 72–76,

NALCHI, M., 2014. Rekonstitüe Yoğurdunun Özellikleri Üzerine Stabilizatör Kullanımının ve Depolama Süresinin Etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, 106s.

NIU, Y., XIE, Z., HAO, J., YAO, W., YUE, J., and YU, L., 2012. Preparation of succinylated derivatives of psyllium and their physicochemical and bile acid-binding properties. Food Chemistry, 132(2), 1025–1032.

NIE, Q., HU, J., GAO, H., FAN, L., CHEN, H. and NIE, S., 2019. Polysaccharide from Plantago asiatica L. attenuates hyperglycemia, hyperlipidemia and affects colon microbiota in type 2 diabetic rats, Food Hydrocoll. 86:34–42

OĞUZ I. (1991). Dayanıklı Ayran Yapım Tekniği. Trakya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya, s100.

OHMES, R. L., MARSHALL, R. T. and HEYMANN, H., 1998. Sensory and Physical Properties of Ice Creams Containing Milk Fat or Fat Replacers. J. Dairy Sci., 81(5):1222-1228.

OMAYMA, E. S. and YOUSSEF, M. M., 2007. Fat replacers and their applications in food products: A review. Journal Food Science and Technology, 4(1): 29-44.

OSHEBA, A. S., HUSSIEN, S. A. and EL-DASHLOUTY, A. A., 2013. Evaluation of some vegetal colloids on the quality attributes of beef sausage. Advance Journal of Food Science and Technology, 5(6), 743–751.

OYSUN, G., and GÖNÇ, S., 1996. Süt ve süt ürünlerinde analiz yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 522

ÖZDEMİR, U., and M. KILIC., 2004. Influence of fermentation conditions on rheological properties and serum separation of Ayran. J. Texture Stud. 35:415–428.

ÖZCAN, T. ve YILDIZ, E., 2016. Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(7):579-587.

ÖZER, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas, İzmir, 488s.

ÖZER, B., R.K., ROBINSON A.S., GRANDISON, A.E. and BELL., 1997. Comparison of techniques for measuring the rheological properties of labneh (concentrated yogurt). International Journal of Dairy Technology, 50: 129-133.

ÖZÜNLÜ, B. T., 2005, Ayran Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar, Ankara Üniversitesi, Ankara, 1.

PACHEKREPAPOL, U., KOKHUENKHAN, Y., and ONGSAWAT, J., 2021. Formulation of yogurt-like product from coconut milk and evaluation of physicochemical, rheological, and sensory properties. International Journal of Gastronomy and Food Science, 25.

PANDEY, A., KORURI, S. S., CHOWDHURY, R., and BHATTACHARYA, P., 2016. Prebiotic influence of plantago ovata on free and microencapsulated l. casei – growth kinetics. Antimicrobial Activity and Microcapsules Stability, 8(8).

PARKER, A., BOULENGUER, P. and KRAVTCHENKO, T. P., 1994. Effect of the addition of high methoxy pectin on the rheology and colloidal stability of acid milk drinks. In Food hydrocolloids p. 307-312. Springer, Boston, MA.

PASANDIDE, B., KHODAIYAN, F., MOUSAVI, Z.E. and HOSSEINI, S.S., 2017. Optimization of aqueous pectin extraction from Citrus medica peel. Carbohydr Polym, 178: 27–33, DOI: 10.1016/J.CARBPOL.2017.08.098.

PATEL, M.K., TANNA, B., MİSHRA, A. and JHA, B., 2018. Physicochemical characterization, antioxidant and anti-proliferative activities of a polysaccharide extracted from psyllium (Plantago ovata) leaves, Int. J. Biol. Macromol. 118: 976–987.

PATEL, M.K., TANNA, B., GUPTA, H., MISHRA, A. and JHA, B., 2019. Physicochemical, scavenging and anti-proliferative analyses of polysaccharides extracted from psyllium (Plantago ovata Forssk) husk and seeds, Int. J. Biol. Macromol. 133: 190–201.

PATIR, B., ÖKSÜZTEPE, G., ŞEKER, P. ve DİKİCİ, A., 2006. Elâzığ'da Tüketime Sunulan Açık Ayranlar ile Orijinal Ambalajlı Ayranların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 20(5), 357-363.

PAXIMADA, P., HOWARTH, M., and DUBEY, B. N., 2021. Double emulsions fortified with plant and milk proteins as fat replacers in cheese. Journal of Food Engineering, 288, 110229.

PRINDIVILLE, E.A., MARSHALL, R.T. and HEYMANN, H., 1999. Effect of Milk Fat on the Sensory Properties of Chocolate Ice Cream. Journal Dairy Science, 82:1425-1432.

PURE, A. E., SHOJAEI, M., and TADBIRI, S., 2016. Alyssum homolocarpum gum as stabilizer in yogurt drink (Doogh). In 3rd international conference on research in engineering, science and technology, Batumi, Georgia.

QAISRANI, T. B., BUTT, M. S., HUSSAIN, S., and IBRAHIM, M., 2014. Characterization and utilization of psyllium husk for the preparation of dietetic cookies. Int. J. Mod. Agric, 3(3), 81-91.

QAISRANI, T. B., BUTT, M. S., HUSSAIN, S. and IBRAHIM, M., 2014. Characterization and utilization of psyllium husk for the preparation of dietetic cookies. Int. J. Mod. Agric, 3(3), 81-91.

RAJI, Z., KHODAIYAN, F., REZAEI, K., KIANI, H. and HOSSEINI, S.S., 2017. Extraction Optimization and Physicochemical Properties of Pectin From Melon Peel, International Journal of Biological Macromolecules, 98:709-716pp.

RAMCHANDRAN, L., and N. P. SHAH., 2009. Effect of exopolysaccharides on the proteolytic and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activities and textural and rheological properties of low-fat yoğurt during refrigerated storage. J. Dairy Sci. 92:895–906.

RANHOTRA, G.S., GELROTH, J.A. and GLASER, B.K., 1993. Usable energy value of selected bulking agents. Journal Of Food Science. 58 (5), 1176-1178.

RAPAILLE, A. and VANHEMELERIJ, C. K, J., 1992. Milk Based Dessert, In: The Technology of Dairy Products (Editör: Early, R.). Blackie Academic and Professional, London, UK, s.221–246.

RASIC, J. L., and J. A. KURMANN., 1978. Yoghurt: Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark.

RAYMUNDO, A., FRADİNHO, P. P., and NUNES, M. C. 2014. Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 3(2), 96–105. https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2014. 03.001

RAYMUNDO, A., FRADINHO, P. P., and NUNES, M. C., 2014. Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 3(2); 96–105.

RESMÎ GAZETE, 2008. Türk Gıda Kodeksi. Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (2008/22). Tarım ve Köy işleri Bakanlığı. 22 Mayıs 2008 tarih ve 26883 sayılı Resmî Gazete, Ankara. Erişim Tarihi: 10.12.22

RIBAS, S. A., CUNHA, D. B., SICHIERI, R., CARLOS, L., and SANTANA DA SILVA, L. C., 2015. Effects of psyllium on LDL-cholesterol concentrations in Brazilian children and adolescents: A randomised, placebo-controlled, parallel clinical trial. British Journal of Nutrition, 113(1), 134–141.

ROLAND, A. M., PHILLIPS, L. G., and BOOR, K. J., 1999. Effect of Fat Content on the Sensory Properties, Melting, Colour and Hardness of Ice Cream. J. Dairy Sci., 82:32-38.

ROMERO-BARANZINI, A. L., RODRIGUEZ, O. G., YANEZ-FARIASBARRON-HOYOS, G. A., and DUARTE, R. P., 2006. Chemical, physicochemical, and

nutritional evaluation of Plantago (Plantago ovata Forsk). Cereal Chemistry, 83(4), 358–362. https://doi.org/10.1094/ CC-83-035.

ROMERO-BARANZINI, A. L., RODRIGUEZ, O. G., YANEZ-FARIASBARRON-HOYOS, G. A., and RAYASDUARTE, P., 2006. Chemical, physicochemical, and nutritional evaluation of Plantago (Plantago ovata Forsk). Cereal Chemistry, 83(4), 358–362.

SAHAN, N., YASAR, K. and A. HAYALOGLU, A., 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocoll. 22:1291– 1297

SALDAMLI, İ., 2005. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

SANDIKÇI, S., 2004. Yoğurt üretiminde stabilizatör maddelerin kullanılması ve bu maddelerin yoğurdun organoleptik ve bazı fiziksel, mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul ,93s.

SANLI, T., E. SEZGIN, E. SENEL, and M. BENLI., 2011. Effects of using transglutaminase on properties of ayran in traditional production of Ayran. Gida (Food) 36:217–224.

SARFRAZ, R. M., KHAN, H., MAHEEN, S., AFZAL, S., AKRAM, M. R., MAHMOOD, A., and YASMEENI, T., 2017. Plantago ovata: A comprehensive review on cultivation, biochemical, pharmaceutical and pharmacological aspects. Acta Pol Pharm, 74(3), 739-46.

SCHRIEBER, R. and GAREIS, H., 2007. Gelatin Handbook.Wiley-Vch Verlag Gmbh and Co, Weinheim, 331 P.

SEÇKİN, K., ÖZKILINÇ, Y., 2008. Süt Ürünlerinde Diyet Liflerin Kullanımı. Akademik Gıda, 6, 23–27.

SHAKER, R. R., JUMAH, R. Y., and ABU-JDAYIL, B.,2000. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: Impact of fat content and preheat treatment of milk. Journal of Food Engineering, 44, 175–180

SHI, X. N., WANG, W. B., and WANG, A. Q., 2011. Effect of surfactant on porosity and swelling behaviors of guar gum-g-poly (sodium acrylate-co styrene) /attapulgite superabsorbent hydrogels. Colloids and surfaces B: Biointerfaces, 88(1):279-286.

SHPIGELMAN, A., KYOMUGASHO, C., CHRISTIAENS, S., LOEY, A.M. and VAN HENDRICKX, M.E., 2015. The effect of high-pressure homogenization on pectin: Importance of pectin source and pH. Food Hydrocoll, 43: 189–198,

SOBTI, B., ALJNEIBI, A.H.A., SERAIDY, H.A.A., ALNAQBI, AAH., AL ZAIN, B. and RAMACHANDRAN, T., 2021. Short communication: The effect of pectin and sodium alginate on labans made from camel milk and bovine milk. Journal of Dairy Science.104(5):5279-84.

SOBTI, B., ALJNEIBI, A. H. A., SERAIDY, H. A. A., ALNAQBI, A. A. H., AL ZAIN, B., RAMACHANDRAN, T., and KAMAL-ELDIN, A., 2021. The effect of pectin and sodium alginate on labans made from camel milk and bovine milk. Journal of Dairy Science, 104(5), 5279-5284.

SODINI, I., REMEUF, F., HADDAD, S. and CORRIEU, G., 2004. The Relative Effect of Milk Base, Starter and Process on Yoghurt Texture: A Review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 44: 113–137.

STAINSBY, G., 1977. The Gelatin Gel and the Sol-Gel Transformation. In: The Science and Technology of Gelatin, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 179-206.
SZCZESNIAK, A. S., 1963. Objective measurements of food texture. J. Food Sci. 28:410–420.
ŞİMŞEK, O., 1995. Ayran Yapımında Farklı Stabilizatör Kullanımı ve Etkileri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi. Yayın No: 229, Araştırma No:89, Tekirdağ.
TAMIME, A.Y. and ROBINSON, R.K., 1999. Yoghurt: science and technology. 2nd. Edition, Woodhead, Cambridge.
TAMUCAY-OZUNLU, B., and C. KOCAK., 2010a. The effect of different heat treatments of milk on quality of Ayran. Gida (Food) 35:355–362.
TAMUÇAY ÖZÜNLÜ, B., (2005). "Ayran Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,127s.
TATAR, F., TUNÇ, M. T., DERVISOGLU, M., CEKMECELIOGLU, D., and KAHYAOGLU, T., 2014. Evaluation of Hemicellulose as a Coating Material with Gum Arabic for Food Microencapsulation. Food Research International, 57: 168-175.
TEMEN, Y., 2018. Kinoa Unu İlaveli Ayran Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Araştırılması. Pamukale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 79s.
TOWLER, C., 1984. Sedimentation in a cultured milk beverage. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology, 19(3):205–211.
TRAVAN, A., SCOGNAMIGLIO, F., BORGOGNA, M., MARSICH, E., DONATI, I., TARUSHA, L. and PAOLETTI, S., 2016. Hyaluronan delivery by polymer demixing in polysaccharide-based hydrogels and membranes for biomedical applications. Carbohydrate polymers,150, 408-418.
TUNICK, M. H.,2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. Journal of Dairy Science,83(8), 1892-1898.
TÜRK GIDA KODEKSİ, 2001. Fermente Sür Tebliği Türk Gıda Kodeksi, Ankara.
TÜRK GIDA KODEKSİ, 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği.2009/25
TÜRKMEN, N., AKAL, C. ve KOÇAK, C., 2017. Farklı Oranlarda Peyniraltı Suyu Kullanımı ile Üretilen Ayranların Bazı Özellikleri. Akademik Gıda. Cilt 15, Sayı 3, sy: 256- 260.
UMOREN, S.A. and EDUOK, U.M., 2016. Application of carbohydrate polymers as corrosion inhibitors for metal substrates in different media: A review. Carbohydr Polym, 140: 314–341.
VAN CRAEYVELD, V., Delcour, J. A. and Courtin, C. M., 2009. Extractability and chemical and enzymic degradation of psyllium (Plantago ovata Forsk) seed husk arabinoxylans. Food chemistry, 112(4), 812-819.
VERMA, A., and MOGRA, R., 2013. Psyllium (Plantago ovata) husk: a wonder food for good health. International Journal of Science and Research, 4(9), 1581-1585.
WARD, A. G. and COURTS, A., 1997. GELATIN, Academic Press, USA, pp. 366-392.

WANG, Q., ELLIS, P.R. and ROSS-MURPHY, S.B., 2000. The stability of guar gum in an aqueous system under acidic condition, Food Hydrocolloids, 14, 129-134.
WANG, Y., WANG, W., SHI, X. and WANG, A., 2013. Enhanced swelling and responsive properties of an alginate-based superabsorbent hydrogel by sodium p-styrenesulfonate and attapulgite nanorods. Polymer bulletin, 70(4):1181-1193.
WENDIN, K., SOLHEIM, R., ALLMERE, T. and JOHANSSON, L., 1997. Flavour and texturein sourmilk affected by thickeners and fat content, Food Quality andPreference, 8, 281-291.
WILLIAMS PA (ED). 2007. Handbook of Industrial Water Soluble Polymers. Wiley-Blackwell, USA, pp. 75-76.
YANG H, WANG Y, JIANG M, OH JH, HERRING J. and Zhou P., 2007. 2-Step Optimization of the Extraction and Subsequent Physical Properties of Channel Catfish (Ictalurus punctatus) Skin Gelatin. J Food Sci, 72 (4), C188-C195.
YASHINI, M., SUNIL, C. K., SAHANA, S., HEMANTH, S. D., CHIDANAND, D. V. and ASHISH R., (2021). Protein-based Fat Replacers – A Review of Recent Advances. Food Reviews International, 37(2):197-223.
YAYGIN, H. ve GAHUN, Y., 1983. Değişik Kaynaklı Yoğurtlardan Yapılan Ayranların Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3);83-90.
YILDIZ, F., 2009. Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products. CRC Press, Boca Raton, FL.
YU, L., LUTTERODT, H. and CHENG, Z., 2009. Beneficial health properties of psyllium and approachesto improve its functionalities. Advances in Food and Nutrition Research, 55,193–220.
YULIARTI, O., MEI, K. H., KAM XUE TING, Z. and YI, K. Y., 2019. Influence of combination carboxymethylcellulose and pectin on the stability of acidified milk drinks. Food Hydrocolloids, 89, 216–223.
ZANDONADI, R. P., BOTELHO, R. B. A. and ARAÚJO, W. M. C., 2009. Psyllium as a substitute for gluten in bread. Journal of the American Dietetic Association, 109(10), 1781–1784.
ZBIKOWSKA, A., KOWALSKA, M. and PIENIOWSKA, J., 2018. Assessment of shortcrust biscuits with reduced fat content of microcrystalline cellulose and psyllium as fat replacements. Journal of Food Processing and Preservation, 42(8), 1–10.
ZIEMICHÓD A, WÓJCIK M. and RÓŻYŁO R., 2019. Seeds of Plantago psyllium and Plantago ovata: Mineral composition, grinding, and use for gluten-free bread as substitutes for hydrocolloids. Journal of Food Process Engineering. 42(1):e12931.
ZORBA, M., 2009. Conceptualizing Greek cultural policy: the non-democratization of public culture. International journal of cultural policy, 15(3): 245-259.