



## PSYLLIUM, BEZELYE VE YULAF KAYNAKLI BESİNSEL LİF İLAVESİNİN AYRANDA AROMA GELİŞİMİ VE DUYUSAL KARAKTERİSTİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Halil Yalçın<sup>1\*</sup>, Ali Soyuçok<sup>2</sup>, İlhan Gün<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Burdur, Türkiye

<sup>2</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Burdur, Türkiye

### Anahtar KelimelerÖz

*Ayran, Diyet lifi, Fonksiyonel gıda, Duyusal özellikler.* Bu çalışmada, ayran üretiminde depolama sırasında aroma bileşiklerinin gelişimi ve duyu özellikleri üzerindeki değişik tür ve oranlardaki diyet lifi ilavesinin etkileri incelenmiştir. Bu amaç için psyllium, bezelye ve yulaf kaynaklı besinsel lif kullanılmıştır. Üretilen diyet lifi ilaveli ayranlar 21 gün boyunca +4 °C'de depolanmıştır. Bu süre içerisinde 1, 7, 14 ve 21. günlerinde örneklerin uçucu aroma bileşen kompozisyonu, renk ve duyu analizleri yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre, depolama sırasında asetaldehit, asetoin ve diasetil miktarlarının azaldığı, ancak örneklerin etanol içeriklerinin önemli ölçüde arttığı bulunmuştur. Bunun yanında ayranın parlak renginin, ilave edilen diyet lifinin tür ve oranına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Diyet lifi konsantrasyonundaki artış nedeniyle P (psyllium lifi içeren-%0.05 ve %0.1) ve B (bezelye lifi içeren-%0.5 ve %1) gruplarında L değerleri azalırken, Y (yulaf lifi içeren-%0.5 ve %1) gruplarda artmıştır. a\* ve b\* renk değerlerine göre, ürün rengi porselen beyazından daha sarımsı krem rengine dönüşmüştür. Araştırma bulguları, yulaf lifi ilavesinin, ürünün kıvamını ve koyulaşmasını artırmada diğer liflerin ilavesinden daha etkili olduğunu göstermiştir. Kruskal-Wallis analizine göre, gruplar arasında ve depolama süresi boyunca homojen yapı değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Depolama sonunda, K (Kontrol) ve P1 (%0.05 psyllium lifi içeren) grupları en yüksek genel memnuniyet puanlarını almıştır. Çalışmada, diyet lifi eklenmiş ayranın uzun süreli (21 gün) saklamaya kıyasla kısa süreli (7 gün) saklama için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, diyet lifi eklenmiş ayranın besin değeri açısından uygun bir içecek olduğu, tat ve aroma bakımından genel olarak kabul gördüğü de tespit edilmiştir.

## THE EFFECT OF ADDING DIETARY FIBER FROM PSYLLIUM, PEA, AND OAT SOURCES ON AROMA DEVELOPMENT AND SENSORY CHARACTERISTICS OF AYRAN

### Keywords

*Ayran, Dietary fiber, Functional food, Sensory properties.*

### Abstract

This study investigated the effects of different types and ratios of dietary fiber addition on the development of aroma compounds and sensory properties during storage in ayran (a yogurt-based drink) production. Psyllium, pea, and oat-derived dietary fibers were used for this purpose. The produced ayran samples with added dietary fiber were stored at +4 °C for 21 days. During this period, volatile aroma compound composition, color, and sensory analyses were performed on the 1st, 7th, 14th, and 21st days. According to the research findings, the amounts of acetaldehyde, acetoin, and diacetyl decreased during storage, while the ethanol content of the samples increased significantly. In addition, it was determined that the bright color of the ayran varied depending on the type and ratio of added dietary fiber. Due to the increase in dietary fiber concentration, L values decreased in groups P (containing psyllium fiber - 0.05% and 0.1%) and B (containing pea fiber - 0.5% and 1%), while they increased in group Y (containing oat fiber - 0.5% and 1%). According to the a\* and b\* color values, the product color changed from porcelain white to a more yellowish cream color. The research findings showed that the addition of oat fiber was more effective than the addition of other fibers in increasing the consistency and thickening of the product. According to Kruskal-Wallis analysis, significant differences were found in homogeneous structure values between the groups and throughout the storage period. At the end of storage, groups K (Control) and P1 (containing 0.05% psyllium fiber) received the highest overall satisfaction scores. The study concluded that buttermilk with added dietary fiber is more suitable for short-term (7 days) storage compared to long-term (21 days) storage. In addition, it was determined that buttermilk with added dietary fiber is a suitable beverage in terms of nutritional value and is generally accepted in terms of taste and aroma.

### Alıntı / Cite

Yalçın, H., Soyuçok, A., Gün, İ., (2026). Psyllium, Bezelye ve Yulaf Kaynaklı Besinsel Lif İlavesinin Ayranda Aroma Gelişimi ve Duyusal Karakteristikleri Üzerine Etkisi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 14(1), 203-213.

### Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

H. Yalçın, 0000-0003-2162-2418  
A. Soyuçok, 0000-0003-2626-5827  
İ. Gün, 0000-0003-0047-273X

### Makale Süreci / Article Process

<b>Başvuru Tarihi / Submission Date</b>	27.12.2025
<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b>	03.02.2026
<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b>	25.02.2026
<b>Yayın Tarihi / Published Date</b>	20.03.2026

\* İlgili Yazar / Corresponding author: hyalcin@mehmetakif.edu.tr, +90-507-506-3433

## EFFECTS OF THE NUTRITIONAL FIBER SUPPLEMENTATION FROM PSYLLIUM, PEA AND OAT ON AYRAN QUALITY CRITERIA

Halil YALÇIN<sup>1,†</sup>, Ali SOYUÇOK<sup>2</sup>, İlhan GÜN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Burdur, Türkiye

<sup>2</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur Food, Agriculture and Livestock Vocational School, Food Processing Department, Burdur, Türkiye

### Highlights

- Giving functional properties to ayran (a Turkish yogurt drink)
- Developing a new product that can be used in patients recommended to increase daily fiber intake and in athlete nutrition.
- The addition of psyllium and pea fiber is generally more suitable, while the use of oat fiber should be reduced.

### Graphical Abstract

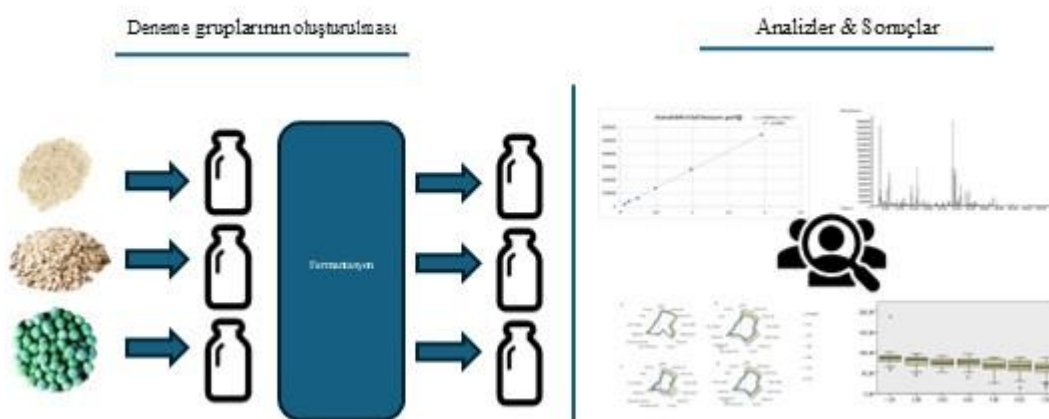


Figure. Research Process Diagram

### Purpose and Scope

The aim was to determine the effect of different dietary fiber additions on the aroma development and sensory qualities of Ayran.

### Design/methodology/approach

The aroma compounds of Ayran samples were determined by gas chromatography (GC-MS) and the color measurement was analyzed by Minolta CR-400, and sensory evaluation of the samples were carried out.

### Findings

Depending on the dietary fiber content, the color changed from bright porcelain white to a more matte hue, with the most significant changes observed in samples containing oat fiber. While the amounts of acetaldehyde, diacetyl, and acetoin decreased during storage, an increase in ethanol content was observed. The change in homogeneity in groups B2, Y1, and Y2 compared to the control sample is significant.

### Social Implications

Increasing the production of functional dairy products containing dietary fiber is predicted to make a substantial contribution to product diversity and economic input, as well as being an important component of a healthy diet.

### Originality

The use of dietary fiber, which is essential for health, in the production of ayran—a beverage that is easy to drink and can be consumed with almost every meal—has made the product more functional.

<sup>†</sup> Corresponding author: [hyalcin@mehmetakif.edu.tr](mailto:hyalcin@mehmetakif.edu.tr), +90-507-506-3433

## 1. Giriş (Introduction)

Göktürklerden bu yana Türk toplumlarının simgesi olmuş içeceklerden birisi olan ayran; yüksek besleyici değere sahip olması ve üretim kolaylığı nedeniyle her öğün sevilerek tüketilen milli bir içecek halini almıştır (Akçay, 2016). Ayran yoğurttan veya süte starter kültür ilavesi ile üretilmektedir (Akçay, 2016). TÜİK'e göre 2025 yılının ilk 8 ayında toplam ayran/kefir üretim miktarı bir önceki yıla göre %8.28 artarak 683.097 ton olmuştur (TÜİK, 2025). Ayrıca farklı probiyotikler, çeşitli aroma maddeleri, yağ ikameleri ve besinsel liflerin ilavesi ile fonksiyonel özellikleri artırılabilen bir üründür (Ferliarslan, 2013; Yeniçeri ve ark., 2021).

Psyllium, *Plantago psyllium* L. bitkisinin olgun tohumlarıdır. Bu tohumlar yüksek oranda lif (selüloz) ve müsilaj taşımaktadır. Bu müsilajın %22'si arabinoz, %74'ü ksilozdan geri kalan kısmı ise galaktoz, ramnoz, glukoz ve mannozdan oluşmaktadır (MEC, 2003). Psyllium tohumunun bitkisel lifi, kolondaki bakteriler tarafından parçalanabilir ve peristaltik hareketleri stimüle eder (ESCOP, 2003; Şener ve Başgöl, 1987). *Plantago psyllium*'un, çocuklarda ve yetişkinlerde total kolesterol ve LDL düzeylerini düşürücü, HDL seviyelerini arttırıcı ve kan şekeri seviyesini düzenleyici etkisi bildirilmiştir (Ziaia ve ark., 2005). Yapılan bir çalışmada elma kabuğu, psyllium tohumu ve kereviz lifi ile beslenen gruplarda hepatik lipid damlacıkları birikiminin yüksek yağlı diyet ile beslenen gruba kıyaslandığında azaldığı gözlenmiştir (Tourkostani ve ark., 2009).

Bezelye (*Pisum sativum* L.) dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak üretilen önemli bir baklagil türüdür (Anonim, 2016). Kuru bezelye tohumlarının %23-33 protein, %58.5 karbonhidrat, %1 yağ, %4.4 selüloz ve %3.3 kül içerdiği belirtilmiş, ayrıca içerik olarak %18-40 arasında nişasta bulundurabildiği vurgulanmıştır (Özdemir, 2002; Ratnayake ve ark., 2002). Diyet özellikli liflerin bir türü olan dirençli nişasta ince bağırsakta sindirilemez ancak kalın bağırsakta fermente olabilir (Türker ve Savlak, 2015). Pietrasik ve Janz (2010), tarafından yapılan bir çalışmada düşük oranda yağ içeren sosis üretiminde bezelye unu, bezelye nişastası ve bezelye lifi kullanıldığında; bezelye nişastası ve lifinin buğday unu kadar iyi sonuç verdiği ve tüketici tercihlerini olumsuz etkilemediği belirlenmiştir.

Yulaf, yüksek lif ve yüksek  $\beta$ -glukan içeren, kolestrolü ve kan şekerini düşüren değerli bir gıdadır (Akay ve ark., 2017). Yulaf son zamanlarda antioksidan etkisine sahip bileşikleri nedeniyle araştırmalarda ve ticari alanda dikkat çekmektedir (Gray ve ark., 2000; Wang ve ark., 2007). Yapılan klinik çalışmalar  $\beta$ -glukanın, kandaki glukoz ve insülin seviyesini düzenlediğini, serum kolesterol seviyesini düşürdüğünü, beyaz kan hücrelerinin aktivasyonunu arttırarak bağışıklık sistemini güçlendirdiğini, tümör oluşumunu ve kalp krizi gibi ciddi rahatsızlıkları engellediğini kanıtlamaktadır (DeVries, 2001; Lyly ve ark., 2003; Behall ve ark., 2004; Vasanthan ve Temelli, 2008).  $\beta$ -glukan, stabilize edici etkisinin yanı sıra probiyotik ürünlerde kullanıldığında prebiyotik etki de göstermektedir (Stack ve ark., 2010). Rosburg ve ark., (2010) yoğurttaki  $\beta$ -glukan varlığının, *Bifidobacterium* türleri üzerinde koruyucu etkilere sahip olduğunu ve probiyotik mikroorganizma sayısının beklenen terapötik etkiyi sağlayacak sayıda kaldığını göstermişlerdir. Ayrıca, yulafın bulunduğu ortamda mikrobiyel dengenin gelişimi sayesinde gastrointestinal sistem açısından daha uygun koşulların sağlandığını, özellikle de laktik asit bakterilerinin ve *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türlerinin gelişiminin desteklendiği birçok çalışmada ifade edilmektedir (Ryhänen ve ark., 1996; Jaskari ve ark., 1998; Angelov ve ark., 2006).

Farklı besinsel lif kullanımının süt ürünleri üzerindeki etkisi, ürün çeşidine, üretim teknolojisine veya fermantasyon gibi farklı üretim aşamalarına göre değişebilmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların çoğu, besinsel liflerin bileşim ve ürün yapısı üzerine yoğunlaşmış, aroma oluşumu ve duyuşal değerlendirmelerin birlikte etkisi incelenmemiştir. Bu çalışma ile ayran psyllium, bezelye ve yulaf lifleri ilavesi yapılarak tüketicinin günlük lif alımına katkı sağlanması ve kolonda fermantasyona uğraması nedeniyle bağırsak sağlığını koruyacak bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada üretilen ayranların depolama süresince (4 °C/21 gün) uçucu aroma bileşenleri, renk ve duyuşal özelliklere etkisi araştırılmış ve belirtilen kriterlerin ürün niteliklerine etkisi değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

### 2.1. Materyal (Material)

Ayran üretiminde kullanılan süt Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezinden temin edilmiştir. Üretimde kullanılan kültürler Danisco (Fransa) firmasından, besinsel lifler ise Psyllium (İngro, Türkiye), bezelye lifi (Alfasol, Türkiye) ve yulaf lifi (değirmenci başı, Türkiye) ulusal firmalardan temin edilmiştir. Yerel marketten temin edilen ince granüllü kaya tuzu üretimde kullanılmıştır.

## 2.2. Yöntem (Method)

### 2.2.1. Ayran Üretimi (Ayran Production)

Ayran üretiminde kullanılan sütün yağsız kuru maddesi %7'ye içme suyu ile ayarlanmıştır (TSE, 2003). Daha sonra süt, 85 °C'de 15 dk pastörize edilerek belirlenen deneme grupları (K: besinsel lif içermeyen kontrol grubu; P1: %0.05 psyllium lifi içeren deneme grubu; P2: % 0.1 psyllium lifi içeren deneme grubu; B1: %0.5 bezelye lifi içeren deneme grubu; B2: %1 bezelye lifi içeren deneme grubu; Y1: % 0.5 yulaf lifi içeren deneme grubu ve Y2: %1 yulaf lifi içeren deneme grubu) oluşturularak liyofilize ayran kültürden (Danisco/YO-MIX 885 LYO 50 DCU, Fransa) %3 oranında ilave edilmiştir. Örneklerin inkübasyon sonunda pH'sı 4.2'ye geldiğinde pıhtısı kırılarak, %0,5 oranında tuz ilavesi yapıldıktan sonra 15 dakika karıştırma işlemi uygulanmış ve +4 °C'ye kadar soğutulmuş ve 21 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresinin 1, 7, 14 ve 21. günlerinde örneklerin uçucu aroma bileşen kompozisyonu, renk ve duyu analizleri yapılmıştır.

### 2.2.2. Uçucu Aroma Bileşeni Kompozisyonunun Belirlenmesi (Determination of Volatile Aroma Component Composition)

Bu analizler Yılmaz ve Seçilmiş'in (2006) belirttiği yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Fermente süt ürünlerinde en önemli aroma bileşenleri olan asetaldehit, diasetil, aseton ve etanol içeriklerinin analizlerinde cihaz konfigürasyonu şu şekilde uygulanmıştır: Ayran örneklerinden 4 g numune tartılmış ve vialler Agilent 7697A Headspace; Agilent 7890A GC 5975C MS'in kullanıldığı cihaza (Agilent Technologies, Kaliforniya, ABD) yerleştirilmiştir. Cihazın kolon sıcaklık programında 35 °C'de 5 dakika bekledikten sonra dakikada 5 °C'lik artışla 150 °C'ye ulaşarak bu sıcaklıkta 5 dakika daha bekletilmiştir. Dedektör ve enjektör sıcaklığı: 200 °C ve 180 °C olarak kullanılmış, akış hızı 25 psi (He), needle 90 °C, transfer line 120 °C, vial oven: 85 °C, termostat süresi 5 dakika, pressurize süresi 0.5 dakika, injeksiyon süresi 0,08 dakika, withdraw süresi 0.5 dakika olarak seçilmiştir.

### 2.2.3. Renk Tayini (Color Determination)

Renk ölçümleri, analiz günlerinde depolama şartlarından (4 °C) çıkarılan örneklerde üç paraleli olarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümlerinde Konika Minolta/Chroma Meter Cr-400 (Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak, CIE L \* a \* b \* değerleri tespit edilmiştir. Renk analizi 8 mm diyafram açıklığında ve 2°'lik açı ile gerçekleştirilmiştir. Cihaz siyah ve beyaz kalibrasyon plakaları kullanılarak kalibre edilmiştir. CIE sistemine göre renk koordinatlarının tanımlanmasında parlaklık (L\*), yeşil-kırmızı koordinatı (a\*) ve mavi-sarı koordinatı (b\*) değerleri okunmuştur (Cemeroğlu, 2010).

### 2.2.4. Diyet Lifi İlaveli Ayranın Yapılan Duyusal Analizler (Sensory Analyses Performed on Ayran with Added Dietary Fiber)

Ayran örnekleri duyu analiz açısından Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir (Ertekin ve Guzel-Seydim, 2010). Örnekler panelistlere muhafazanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde su ve kraker ile soğuk olarak sunulmuştur.

### 2.2.5. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Ayran örneklerinden elde edilen duyu değerlendirme verilerinin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics software version 25 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu madde ve renk analiz verilerinin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandıktan sonra, gruplar ve depolama günlerindeki farklılıklar ikili karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmış ve *p* değerleri ≤0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Duyusal analiz verilerinin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandıktan sonra, gruplar ve depolama günlerindeki farklılıklar ikili karşılaştırmalar Kruskal Wallis Testi kullanılarak yapılmış ve *p* değerleri ≤0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Deneme üretimleri 3 tekrür olarak yapılmış ve her bir örnekten 2 paralel analiz gerçekleştirilmiştir.

## 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma (Research Findings and Discussion)

### 3.1. Uçucu Aroma Bileşenleri (Volatile Aroma Components)

Bu çalışmada farklı oranlarda kullanılan besinsel liflerin ayranın asetaldehit oluşumuna etkisi ve depolama süresince ürünlerdeki değişimi Tablo 1'de verilmiştir. Örneklerin asetaldehit miktarı değerlendirildiğinde, en yüksek değerin kontrol örneğinde olduğu görülmüştür (*P* <0.05). Kontrol örneğinde 15.86 mg/kg olan asetaldehit miktarının, depolama süresince düzenli bir şekilde azaldığı ve 21. günde 9.13 mg/kg seviyesine düştüğü

belirlenmiştir. Besinsel lif içeren örneklerde oluşan asetaldehit miktarlarının hem lif kaynağından hem de kullanım oranından önemli derecede etkilendiği görülmektedir. Lif miktarı artıkça asetaldehit miktarının azaldığı ve değişimin 21 günlük depolama süresince azalma eğiliminde olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Elde edilen bulgulara göre, depolama süresince azalan asetaldehit miktarının kontrol örneği ile kıyaslandığında, psyllium lifi içeren örneğe göre 2, bezelye lifine göre 2.5, yulaf lifine göre ise 3 kat daha fazla olduğu görülmüştür. Depolama sırasında asetaldehitin oksidasyona uğraması nedeniyle, böyle bir azalmanın meydana gelme olasılığı muhtemeldir. Okside olan asetaldehit ise kolaylıkla asetata dönüşebilmekte, dolayısıyla miktarı azalabilmektedir (Özer, 2006; Konak Göktepe ve Akın, 2020). Ayrıca, kullanılan kültürler alkol dehidrojenaz enzimi üretme yeteneğinde de olabilir. Böylece asetaldehitin alkole parçalanması da muhtemeldir (Akai ve ark., 2022). Yulaf ilave edilen ve edilmeyen sinbiyotik içilebilir yoğurtların asetaldehit miktarı, çalışma verilerine benzer şekilde depolama süresince azalma göstermiş, kontrol örneğinde 12.12 ppm'den 8.60 ppm'e azalan asetaldehit miktarı yulaf içeren örnekte 14.61 ppm'den 10.65 ppm'e düşmüştür (El-Alfy ve ark., 2021). Bu çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde ayran örneği olarak asetaldehit ve asetoin düzeyinin, aroma kalitesi için uygun olduğu görülmektedir. Akai (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, 15 gün süren depolama sırasında kontrol grubuna ait ayran örneklerinin asetaldehit, diasetil ve asetoin içerikleri sırasıyla 10.05-14.39 mg/kg, 9.55-11.40 mg/kg ve 14.84-21.71 mg/kg arasında tespit edilmiş ve asetaldehit ile asetoin miktarlarının oranı 0.67-0.97 arasında saptanmıştır.

Deneme gruplarının üretimde kullanılan termofilik kültür, üründe hızlı aroma üretme yeteneğinde, kremamsı yapı ve aroma verme özelliği taşımaktadır. Bu nedenle, örneklerde yüksek düzeyde diasetil belirlenmiştir (Tablo 1). Birçok araştırma, diasetil oluşumunun süttaki sitrat ve kullanılan starter kültürle ilişkisinden söz etmektedir. Ayrıca suş farklılıklarının diasetil miktarı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu da gözlenmektedir (Yazdıç ve ark., 2020). Ayran örneklerinin depolama süresince diasetil içeriklerinde meydana gelen değişim incelendiğinde, depolamanın birinci gününden itibaren tüm örneklerde diasetil miktarı önemli derecede azalma göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Diasetil içeriği açısından kontrol grubuna en yakın ürün yulaf lifi içeren örnekler olmuştur. Peyniraltı suyu tozu ve transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen ayranlarda diasetil miktarının 15 günlük depolama süresince en az 9.6 mg/kg, en fazla 19.5 mg/kg düzeyinde olduğu tespit edilmiştir (Akai ve ark., 2022). Farklı meyvelerle ve starter kültürlerle üretilmiş yulaf ilaveli içilebilir yoğurt örneklerinde ise kontrol örneğinde 10.23-12.25; yulaf içeren kontrol örneğinde ise 12.64-15.29 mg/kg düzeyinde diasetil belirlenmiştir. Çalışmada kontrol örneğine göre diğer tüm örneklerin diasetil içeriklerinin yaklaşık 4-12 mg daha fazla olduğu ifade edilmiştir (İsmail ve ark., 2020).

Yağ içeriği azaltılmış ve inülin ile ticari kültür ilavesi elde edilmiş ayran örneklerinin aroma bileşenlerini belirleyen Kök Taş ve Güzel-Seydim (2010), kontrol örneğinde asetaldehit miktarını 6.78 mg/kg, asetoin miktarını 4.37 mg/kg, asetaldehit ve asetoin oranını 1.55 olarak tespit etmişlerdir. İnülin içeren örneklerde bu oranlar sırasıyla 8.42 mg/kg, 4.31 mg/kg ve 1.95 olarak belirlenirken, ticari kültür katkılı ayran örneklerinde ise sırasıyla 17.17 mg/kg, 5.64 mg/kg ve 3.04 olarak ölçmüşlerdir.

Laktik asit bakterilerinin ileri pirüvat katabolizması sonucu oluşan asetoin, fermente süt ürünlerinin önemli aroma bileşenlerinden biridir. Farklı çeşit ve oranda lif içeren ayran gruplarının asetoin içerikleri incelendiğinde (Tablo 1), 21 gün depolanan örneklerden kontrol grubunda asetoin miktarının önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Lif içeren örnekler arasında kıyaslama yapıldığında, 1. günde en yüksek değerler Y1 ve Y2 örneklerinde belirlenirken, depolamanın son gününde P1 ve P2 grubuna ait örneklerde ölçülmüştür ( $P < 0.05$ ). Depolamanın 7 ve 14. günlerindeki değişim incelendiğinde, tüm örneklerin asetoin içeriklerinde düzenli bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada üretilen ayran örneklerinin etanol içerikleri Tablo 1'te verilmiştir. Depolama süresince örneklerin etanol içerikleri düzensiz bir şekilde artma ve azalma göstermiştir. Farklı depolama günlerinde belirlenen etanol içeriklerinin, besinsel lif çeşidi ve miktarına bağlı olarak etkilendiği ve bu değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Kontrol örneği depolamanın ilk gününde 12.14 mg/kg etanol içeriği ile en yüksek değere sahip olurken, depolama sonunda 4.64 mg/kg seviyesine kadar azalma göstermiştir. Bununla birlikte lif içeren diğer örneklerde önemli derecede etanol miktarının artış gösterdiği ve lif çeşidinin bu değişimde temel etken olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Özellikle P1 ve B2 örneklerinin etanol içerikleri oldukça yüksek düzeyde tespit edilmiştir. P1 ve P2 örneklerinin etanol içerikleri depolamanın 14. gününde hızlı bir artış göstermiş ve depolama sonunda yüksek olan miktarını korumuştur ( $P < 0.05$ ). Bezelye lifi içeren her iki örnekte etanol içeriği düzenli bir artış göstermiş, başlangıçta düşük seviyede olan B2 örneğinin etanol seviyesi, tüm grup ve örnekler içerisinde 21. günde en yüksek değeri göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Benzer eğilim, Y1 ve Y2 örneklerinde de gözlenmiş, etanol oluşumu üzerine lif miktarının etkisi önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Yapılan çalışmalar, besinsel liflerde bulunan bazı oligosakkaritlerin içinde monomerik şekerlerin de bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle de bazı laktik asit bakterilerinin de içerisinde yer aldığı bazı probiyotik bakterilerin gelişimini destekleyerek aktivitesini

artırdığı ve diasetil, etanol gibi aroma bileşenlerin miktarını artırabildiği görülmektedir (Jaskari ve ark., 1998; He ve ark., 2022).

**Tablo 1.** Farklı lif içeren ayran örneklerine ait bazı uçucu aroma bileşenleri (ppm)  
(Some volatile aroma components (ppm) of ayran samples with different fiber content)

GRUPLAR		1. GÜN	7. GÜN	14. GÜN	21. GÜN
K	Asetaldehit	15,86±0,01 <sup>aA</sup>	12,36±0,03 <sup>aB</sup>	10,13±0,01 <sup>aC</sup>	9,13±0,00 <sup>aD</sup>
P1		9,00±0,00 <sup>bA</sup>	6,12±0,02 <sup>bB</sup>	5,13±0,02 <sup>bC</sup>	4,12±0,01 <sup>bD</sup>
P2		8,10±0,01 <sup>cA</sup>	6,02±0,00 <sup>bB</sup>	5,01±0,02 <sup>fC</sup>	4,07±0,02 <sup>cD</sup>
B1		5,41±0,00 <sup>dA</sup>	5,07±0,08 <sup>cB</sup>	4,91±0,01 <sup>cC</sup>	4,17±0,02 <sup>bD</sup>
B2		5,01±0,02 <sup>eA</sup>	4,52±0,01 <sup>dB</sup>	4,16±0,00 <sup>dC</sup>	4,01±0,01 <sup>cD</sup>
Y1		5,20±0,02 <sup>deA</sup>	4,85±0,01 <sup>dB</sup>	4,03±0,01 <sup>eC</sup>	3,88±0,01 <sup>cD</sup>
Y2		4,01±0,01 <sup>fA</sup>	3,71±0,02 <sup>eB</sup>	3,63±0,01 <sup>eC</sup>	3,41±0,02 <sup>cD</sup>
K		Diasetil	68,55±0,01 <sup>aA</sup>	22,03±0,03 <sup>aB</sup>	16,12±0,01 <sup>aC</sup>
P1	53,66±0,02 <sup>bA</sup>		14,02±0,01 <sup>fB</sup>	12,59±0,02 <sup>dC</sup>	9,83±0,02 <sup>dD</sup>
P2	42,77±0,01 <sup>dA</sup>		15,05±0,02 <sup>dB</sup>	14,14±0,01 <sup>bC</sup>	8,49±0,01 <sup>fD</sup>
B1	33,65±0,02 <sup>fA</sup>		13,01±0,01 <sup>gB</sup>	10,01±0,02 <sup>gC</sup>	9,81±0,02 <sup>eD</sup>
B2	30,15±0,03 <sup>gA</sup>		14,38±0,02 <sup>eB</sup>	12,92±0,02 <sup>cC</sup>	12,94±0,01 <sup>bC</sup>
Y1	50,47±0,02 <sup>cA</sup>		16,33±0,01 <sup>cB</sup>	10,77±0,01 <sup>fD</sup>	12,06±0,03 <sup>cC</sup>
Y2	38,38±0,01 <sup>eA</sup>		17,96±0,01 <sup>bB</sup>	12,12±0,02 <sup>eD</sup>	14,23±0,01 <sup>aC</sup>
K	Asetoin		38,44±0,01 <sup>aA</sup>	26,35±0,02 <sup>aB</sup>	16,53±0,11 <sup>aC</sup>
P1		12,41±0,02 <sup>gC</sup>	22,84±0,01 <sup>bA</sup>	12,37±0,01 <sup>bC</sup>	17,27±0,01 <sup>aB</sup>
P2		17,57±0,01 <sup>eA</sup>	14,34±0,02 <sup>eB</sup>	9,34±0,01 <sup>cC</sup>	7,42±0,02 <sup>cD</sup>
B1		14,66±0,03 <sup>fB</sup>	15,16±0,01 <sup>dA</sup>	7,41±0,01 <sup>dC</sup>	5,36±0,01 <sup>eD</sup>
B2		19,53±0,01 <sup>dA</sup>	7,79±0,02 <sup>gB</sup>	4,05±0,01 <sup>fD</sup>	6,29±0,02 <sup>dC</sup>
Y1		22,97±0,02 <sup>cA</sup>	16,48±0,01 <sup>cB</sup>	5,26±0,01 <sup>eC</sup>	4,23±0,01 <sup>fD</sup>
Y2		28,50±0,01 <sup>bA</sup>	13,65±0,02 <sup>fB</sup>	9,69±0,01 <sup>cC</sup>	4,28±0,03 <sup>fD</sup>
K		Etanol	12,14±0,03 <sup>aA</sup>	5,49±0,01 <sup>eC</sup>	9,82±0,01 <sup>eB</sup>
P1	5,00±0,02 <sup>bD</sup>		25,89±0,01 <sup>aC</sup>	120,29±0,12 <sup>aA</sup>	105,22±0,20 <sup>bB</sup>
P2	3,19±0,02 <sup>cD</sup>		5,95±0,02 <sup>dC</sup>	99,44±0,10 <sup>bA</sup>	84,14±0,14 <sup>dB</sup>
B1	1,30±0,01 <sup>dD</sup>		2,73±0,07 <sup>gC</sup>	18,56±0,05 <sup>dB</sup>	48,23±0,02 <sup>eA</sup>
B2	0,68±0,02 <sup>gD</sup>		6,19±0,02 <sup>cC</sup>	7,20±0,03 <sup>gB</sup>	123,17±0,21 <sup>aA</sup>
Y1	1,28±0,01 <sup>eD</sup>		3,15±0,01 <sup>fC</sup>	7,23±0,02 <sup>fB</sup>	13,58±0,03 <sup>fA</sup>
Y2	0,76±0,01 <sup>fD</sup>		11,57±0,03 <sup>bC</sup>	34,14±0,08 <sup>cB</sup>	87,26±0,07 <sup>aA</sup>

a-c (↓): Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

A-B (→): Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde, yoğurt ve ayran en önemli aroma bileşenlerinin asetaldehit, diasetil, asetoin, aseton, 2-butanon olduğu, diğer bileşenler aromanın dengelenmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir (Özer, 2006). Bununla birlikte, yoğurt, ayran ve kefir gibi fermente süt ürünlerinde meyve veya aroma maddesi ilavesi ya da değişik kaynaklardan elde edilen besinsel lifler farklı aroma gelişimlerine neden olabilmektedir.

### 3.2. Renk Bulguları (Color Findings)

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, renk değerleri ayrana ilave edilen lif kaynağı ve bunların kullanım oranlarından etkilenmektedir. Depolamanın 1. gününde en düşük L\* değerleri yulaf içeren gruplarda belirlenmiştir (p<0.05). Depolama süresince psyllium içeren gruplardaki veriler incelendiğinde P1 grubundaki L değerleri P2 grubundaki L değerlerinden genellikle daha yüksektir, ancak 7. günde P2 grubunun P1 grubundan daha yüksek L değerine sahip olduğu bulunmuştur (p<0.05). Bezelye içeren deneme gruplarının sonuçları incelendiğinde depolama boyunca B1 grubunda tespit edilen L değerleri B2 grubunda tespit edilen L değerlerinden daha yüksektir (p<0.05). Yulaf içeren gruplarda ise depolamanın 1, 7 ve 21. günlerinde Y2 grubunda tespit edilen L değerlerinin Y1 grubunda tespit edilen L değerlerinden daha yüksek olduğu ancak 14. günde Y1

grubunda tespit edilen L değerinin Y2 grubunda tespit edilen L değerinden daha yüksek olduğu ( $p<0.05$ ) tespit edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Farklı besinsel lif içeren ayranların L\*, a\* ve b\* renk değerleri  
(L\*, a\* and b\* color values of ayran containing different dietary fibers)

GRUPLAR		1. GÜN	7. GÜN	14. GÜN	21. GÜN
K	L*	87.47±0.44 <sup>cA</sup>	85.42±0.27 <sup>bB</sup>	71.47±0.27 <sup>bC</sup>	88.05±0.35 <sup>dA</sup>
P1		89.96±0.29 <sup>bA</sup>	78.76±0.29 <sup>cC</sup>	82.62±0.29 <sup>dB</sup>	89.74±0.34 <sup>abA</sup>
P2		84.91±0.28 <sup>cC</sup>	87.97±0.36 <sup>aB</sup>	73.22±0.32 <sup>dD</sup>	89.22±0.33 <sup>cA</sup>
B1		90.92±0.33 <sup>aA</sup>	84.91±0.32 <sup>cD</sup>	86.96±0.30 <sup>aB</sup>	85.51±0.34 <sup>cC</sup>
B2		86.00±0.31 <sup>dA</sup>	80.75±0.30 <sup>dD</sup>	84.93±0.30 <sup>cB</sup>	83.53±0.33 <sup>cC</sup>
Y1		78.56±0.27 <sup>bC</sup>	72.09±0.26 <sup>dD</sup>	86.48±0.31 <sup>bB</sup>	89.36±0.35 <sup>bcA</sup>
Y2		82.49±0.25 <sup>bB</sup>	80.81±0.30 <sup>dC</sup>	77.93±0.30 <sup>eD</sup>	90.04±0.35 <sup>aA</sup>
K		a*	-2.52±0.01 <sup>dA</sup>	-2.87±0.02 <sup>bC</sup>	-2.67±0.01 <sup>bB</sup>
P1	-2.34±0.03 <sup>bA</sup>		-2.54±0.01 <sup>aBC</sup>	-2.79±0.02 <sup>cD</sup>	-2.51±0.03 <sup>bB</sup>
P2	-2.52±0.01 <sup>dB</sup>		-2.52±0.02 <sup>aB</sup>	-2.22±0.01 <sup>aA</sup>	-2.52±0.02 <sup>bB</sup>
B1	-2.54±0.02 <sup>dA</sup>		-3.11±0.01 <sup>cB</sup>	-3.46±0.02 <sup>cC</sup>	-3.47±0.01 <sup>cC</sup>
B2	-2.91±0.01 <sup>eB</sup>		-3.60±0.03 <sup>dD</sup>	-2.70±0.01 <sup>cA</sup>	-3.04±0.02 <sup>cC</sup>
Y1	-2.07±0.02 <sup>aA</sup>		-3.05±0.02 <sup>bC</sup>	-3.39±0.03 <sup>eD</sup>	-2.81±0.01 <sup>cB</sup>
Y2	-2.47±0.01 <sup>cB</sup>		-3.90±0.01 <sup>eD</sup>	-3.01±0.02 <sup>dC</sup>	-2.19±0.02 <sup>aA</sup>
K	b*		2.83±0.01 <sup>bC</sup>	2.83±0.01 <sup>bC</sup>	3.59±0.04 <sup>bB</sup>
P1		4.92±0.01 <sup>cC</sup>	3.95±0.01 <sup>dD</sup>	7.77±0.03 <sup>dA</sup>	4.97±0.01 <sup>eB</sup>
P2		4.46±0.01 <sup>dD</sup>	6.31±0.02 <sup>dC</sup>	10.75±0.03 <sup>aA</sup>	6.88±0.02 <sup>cB</sup>
B1		5.06±0.02 <sup>bC</sup>	5.25±0.03 <sup>eB</sup>	4.35±0.01 <sup>eD</sup>	9.42±0.03 <sup>aA</sup>
B2		9.20±0.04 <sup>aA</sup>	9.19±0.03 <sup>aA</sup>	8.66±0.03 <sup>cC</sup>	9.11±0.03 <sup>bB</sup>
Y1		3.42±0.01 <sup>dD</sup>	9.05±0.02 <sup>bA</sup>	8.96±0.03 <sup>bB</sup>	6.83±0.02 <sup>dC</sup>
Y2		3.59±0.01 <sup>eD</sup>	6.61±0.02 <sup>cB</sup>	3.87±0.01 <sup>cC</sup>	6.85±0.02 <sup>dA</sup>

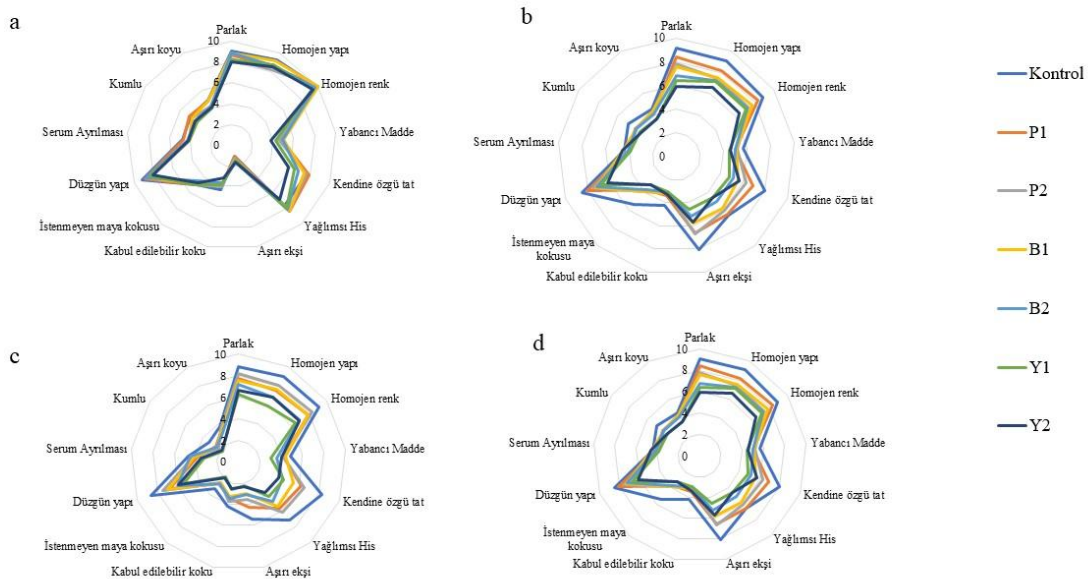
Farklı besinsel lif içeren ayran örneklerinin L\* değerlerine göre daha mat bir bölgeye doğru kaydığı, dolayısıyla ürünün az da olsa parlaklığını kaybettiği; a\* ve b\* değerlerine bakıldığında ise rengin porselen beyazından daha sarımsı krem bir renge doğru değişim gösterdiği gözlenmiştir. Besinsel lif kaynağına ve kullanım oranına göre ayran örneklerinin b\* değerlerinde önemli farklıklar gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Bu farklılık en fazla bezelye lifi içeren örneklerde gözlenmiştir. Farklı yöntemlerle üretilen bezelye liflerinde, ürün b\* renk değerlerinin 9.28–11.08 arasında değiştiği (Yang ve ark., 2024), bu nedenle katım oranına bağlı olarak ürün rengini daha sarımsı krem rengine dönüştürdüğü söylenebilir. Elde edilen veriler, üründe meydana gelen bu renk değişimini net bir şekilde göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, besinsel lif ilavesinin sadece su bağlama, kıvam artırma, protein veya lif kaynağı olmasının yanı sıra, renk üzerinde de etkili olduğu görülmektedir. Örneğin deve sütü yoğurdu üretiminde kullanılan portakal ve hurma lifinin ürün üzerine etkisi incelendiğinde, %4,5 portakal lifiyle zenginleştirilmiş yoğurtların hurma lifiyle zenginleştirilmiş yoğurtlara göre daha yüksek L\* ve b\*, daha düşük a\* değerlerine sahip olduğu saptanmıştır (İbrahim ve Khalifa, 2015). Ayrana farklı konsantrasyonlarda kinoa unu ilave edilen bir çalışmada, kinoa unu miktarı arttıkça ayranın L\* ve a\* değerlerinde düşüş olduğunu ifade edilmiştir (Temen, 2018). Alslibi (2019), yapmış olduğu çalışmada *Spirulina platensis*'i ayrana ilave etmiş ve 21 gün boyunca depolamıştır. Aynı çalışmada depolama boyunca *Spirulina platensis* ilave edilmiş ayranların L\* değerlerinde depolamanın 14. ve 21. günlerinde bir azalma olduğu belirtilmiştir. Bir başka ifade ile, su tutma kapasitesine sahip olan besinsel liflerin depolama süresince ürün rengini matlaştırdığı görülmektedir.

### 3.3. Duyusal Değerlendirme (Sensory Assessment)

Ürün geliştirmede en etkin değerlendirme şekillerinden birisi olan duyusal analiz, ürün kalitesini ortaya koyan önemli parametreler sunmaktadır. Tanımlayıcı analiz parametrelerden biri olan görünüş açısından değerlendirildiğinde, besinsel lif çeşidinin ve kullanım oranının etkisi önemli bulunmuştur. Görünüm açısından ayran örneklerinin parlak renginin kontrol örneğine göre azalması nedeniyle daha düşük puanla değerlendirilmiştir. Özellikle tüm örneklerin depolamanın 1. gününde (Şekil 1) parlak görünüm üzerinden verilen değerleri birbirine yakın iken (8.0-9.0 puan aralığında), depolama sonunda psyllium ve yulaf lifi içeren örneklerin değerlerinde önemli derecede azalma görülmüştür (Şekil 1). Bulgulara göre, bezelye ve yulaf lifi içeren örneklerdeki değişimin fazla olması değerlendirme puanlarının düşüşüne neden olmuştur. Kontrol örneğinde 8.90 puan olan parlaklık değeri, bezelye lifi içeren örnekte 7.20 (B2), yulaf içeren örneklerde ise 7.60 (Y1) ve 6.20 puan (Y2) olarak değerlendirilmiştir. Parlaklık değerleri dikkate alındığında Kruskal-Wallis analizine göre, gruplar ve depolama süreleri arasında önemli farklar bulunmuştur. En yüksek parlaklık değerleri ise K ve P1 gruplarında tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

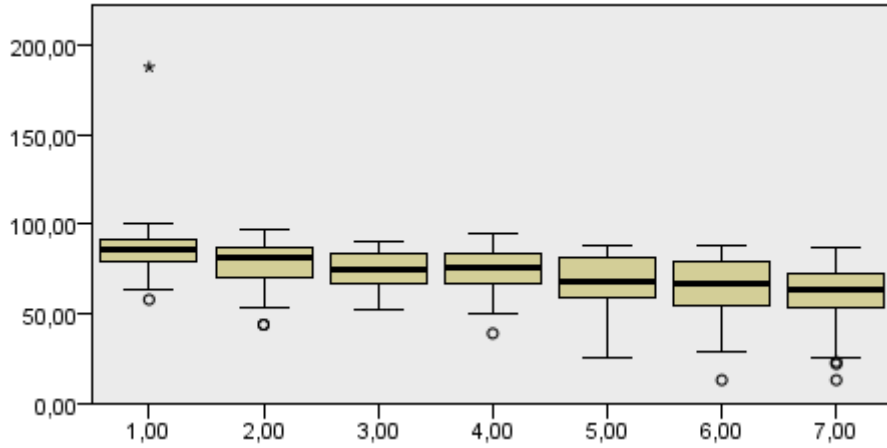
Kruskal-Wallis analizine göre, homojen yapı değerlerinde gruplar ve depolama süresi boyunca önemli farklar bulunmuştur. En yüksek parlaklık değerleri ise K grubunda tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Araştırmada K ile B2, Y1 ve Y2 gruplarındaki örneklerden elde edilen değerleri arasında farkın önemli olduğu ( $p<0.05$ ), diğer gruplar arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Depolama boyunca homojen yapı değerinde 7. günden (Şekil 1) itibaren bir düşüş meydana geldiği ( $p<0.05$ ) ve depolamanın sonuna kadar sabit kaldığı bulunmuştur (Şekil 1). Lif katkısının önemli derecede etkilediği homojen yapı değerlerine göre, kontrol (8.90-9.2 puan) ve psyllium (7.5-9.0 puan) içeren örneklerde depolama süresince birbirine yakın puan aralıklarında olduğu, bezelye lifi (7.4-8.5 puan) içeren örnekler ile yulaf lifi içeren örneklerde (5.8-8.7 puan) düşük puanlama ile değerlendirildiği saptanmıştır. Yüksek oranda yulaf lifi içeren örnek dışında (5.5 puan), diğer örneklerin depolama süresinde homojen renk değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu (7.1-10.0) belirlenmiştir. Ayranın karakteristik tat özelliğinden olan hafif ekşimsi fermente tadın depolama süresince kontrol örneğinde korunduğu ve diğer örneklerle göre yüksek puan aldığı tespit edilmiştir. Lif çeşidi ve oranının etkisi ise özellikle bezelye ve yulaf lifi içeren örneklerde baskın olması nedeniyle ekşimsi tadı azaltarak sırasıyla 4.40-7.1 puan ve 4.0-6.4 puan aldığı ( $P<0.05$ ); kontrol ve psyllium içeren örneklerin ise sırasıyla 6.2-8.40 puan ve 7.7-8.9 puan olarak ayran örneklerinin tadının birbirine benzer olduğu saptanmıştır. K grubunun kendine özgü tat değerinin bezelye ve yulaf içeren gruplara kıyasla daha yüksek olduğu ve P1 grubunun ise B2, Y1 ve Y2'den yüksek olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolama boyunca kendine özgü tat değerlerinin genel olarak düştüğü ( $p<0.05$ ) ve depolama sonunda 1. gün değerlerine benzer düzeyde olduğu bulunmuştur. Ürünler, istenmeyen koku değerleri açısından değerlendirildiğinde, K grubu ile B2, Y1 ve Y2 grupları arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ayrıca, panelistler yulaf içeren deneme grupları ve B2 grubunda istenmeyen kokunun baskın olduğunu tespit etmiştir.

Duyusal değerlendirme açısından ayranın kıvamı ve ağızda bıraktığı dolgunluk önemli parametrelerdendir. Lif ilavesi, su tutma kapasitesi nedeniyle kıvamı etkilemektedir. Ayrıca kullanılan lif çeşidi ve oranına bağlı olarak da değişen bu özellik, depolama sırasında ürünü farklı düzeylerde etkileyebilmektedir. Araştırma bulguları, kıvam artışı ve ürün koyulaşmasında yulaf lifi ilavesinin diğerlerine kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Depolama başlangıcında ayran kıvamı üzerinden yapılan değerlendirmeye göre, tüm örneklerin puanları 4.0 ile 4.5 arasında değişmiştir. Depolamanın tamamlandığı 21. günde ise Y2 örneği 3.30 puan, Y1 örneği ise 3.90 puan olarak daha koyu kıvam göstermiş, diğer örneklerin kıvamı ise 4.0 ile 4.5 puan arasında kalarak önemli bir değişim göstermemiştir (Şekil 1). Ayrıca depolama sonunda Y1 ve Y2 örneklerinde kumlu yapının da oluştuğu gözlenmiştir. Ayranın duyusal ve tekstürel özellikleri sütün pastörizasyon sıcaklığı, yağ miktarı, starter kültür tipi, asit miktarı ve inkübasyon süresi gibi birçok parametreden etkilenmektedir (Lucey, 2004). Yapılan bir çalışmada ise mercimek unu ilave edilmiş yoğurtlarda mercimek unu miktarı arttıkça yoğurt örneklerinin genel beğeni puanlarının düştüğü ifade edilmiştir (Zare ve ark. 2011). Benzer çalışmada ise jabuticaba ununun farklı oranlarda yoğurt üretiminde kullanıldığı bir çalışmada yoğurtların duyusal özelliklerinin 6 ile 7 puan arasında (renk ve görünüm haricinde) değiştiği ifade edilmiştir (Alves ve ark. 2013).



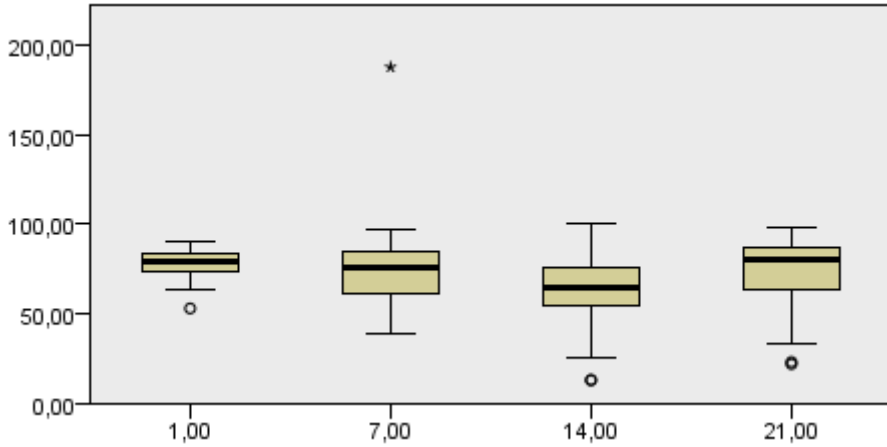
**Şekil 1.** Örneklerin duyusal analiz sonuçları (a: 1. gün, b: 7. gün, c: 14. gün, d: 21. gün)  
(Sensory analysis results of the samples (a: Day 1, b: Day 7, c: Day 14, d: Day 21))

Yağlımsı hissi değerleri bakımından K grubu ile B2, Y1 ve Y2 gruplarına arasındaki fark ile Y2 grubu ile psyllium içeren gruplar arasında fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolama boyunca ise yağlılık hissi değerlerinde 7. günde bir azalma meydana geldiği ( $p<0.05$ ) ve depolama sonuna kadar benzer düzeyde kaldığı bulunmuştur. Genel beğenilirlik sonuçları aşağıdaki grafikte (Şekil 2 ve Şekil 3) verilmiştir. Duyusal analiz sonucunda K ve P1 gruplarının benzer olduğu, ancak K ile diğer deneme grupları arasında farklılığın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yulaf içeren gruplara kıyasla en fazla genel beğenilirlik değerinin P1 grubunda bulunduğu ayrıca P2 grubu ile Y2 grubu kıyaslandığında psyllium içeren grubun daha çok beğenildiği belirlenmiştir.



**Şekil 2.** Deneme gruplarına ait genel beğenilirlik sonuçları (1: K, 2: PY1, 3: PY2, 4: B1, 5: B2, 6: Y1 ve 7: Y2)  
(Overall likeability results for the experimental groups (1: K, 2: PY1, 3: PY2, 4: B1, 5: B2, 6: Y1 and 7: Y2))

Depolama boyunca deneme gruplarının genel beğenilirlik değerleri incelendiğinde depolamanın 14. gününde bir düşüş meydana geldiği ( $p<0.05$ ) ancak depolamanın sonunda 1. güne benzer düzeyde olduğu bulunmuştur.



**Şekil 3.** Depolama günlerine ait genel beğenilirlik sonuçları  
(Overall satisfaction results for storage days)

#### 4. Sonuçlar (Results)

Araştırma kapsamında, ayranın genel özellikleri üzerine farklı besinsel lif kullanımının ve oranlarındaki değişimin etkisi önemli bulunmuştur. Besinsel lifler içerisinde en çok beğeni alan grup %0.05 psyllium lifi içeren örnek olmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, lif ilavesinin ayran aromasını, rengini ve duyusal özelliklerini etkilese de bu tür değişimlerin ilave edilen madde besinsel lif çeşidi ve ilave edilen miktara göre farklı olması beklenen sonuçlardandır. Ancak bu değişimin ürün kalitesine nasıl etkilediği ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup olmadığı önemlidir. Çalışmada elde edilen bulgular özellikle psyllium ve bezelye lifi ilavesinin genel değerlendirmelerde daha uygun olduğunu, yulaf lifi kullanım oranının azaltılması gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, düşük lif kullanımının bile günlük alınması gereken lif düzeyinde önemli etkiler oluşturacağı ve sağlığı olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir. Elde edilen bulgular neticesinde literatürde bu konu ile ilgili eksikliklerin giderilmesine katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Genel beğeni düzeyi yüksek olan ürünlerin içerisinde yulaf ilaveli gruplarda oluşan olumsuz koku, uygun aromalar ile baskılanıp çocukların tüketimi

sağlanabilir. Bunun yanında diğer liflerin olumsuz etkisi meyve aromaları ile zenginleştirilerek ürün geliştirmeye katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

### Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 0647-MP-20.

### Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

### Kaynaklar (References)

- Akal, C., Koçak, C., Kanca, N., Özer, B., 2022. Utilization of reconstituted whey powder and microbial transglutaminase in Ayran (drinking yogurt) Production. *Food Technology and Biotechnology*, 60(2), 253-265.
- Akal, H.C., 2017. Ayran üretiminde peyniraltı suyu tozu ve transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarının araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi ABD., Doktora Tezi, 162 s., Ankara.
- Akay, H., Mut, Z., Erbaş, Ö.D., 2017. Farklı Yulaf (*Avena sativa* L.) Çeşitlerinin Kimyasal Kalite Özellikleri *Yyü. Tar. Bil. Derg.*, 27(3), 347-356.
- Akçay, F., 2016. Acılı Ayran Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, 68 s.
- Alslibi, Z.A., 2019. Influence of spirulina and whey protein hydrolysate on growth rate and activity of some probiotic bacteria in ayran. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Alves, A.P., Correa, A.D., Pinheiro, A.C.M., Oliveira, F.C., 2013. Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yoğurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 48 (10), 2007-2013.
- Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R., Hristozova, T., 2006. Development of a new oat based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*, 112 (1), 75-80.
- Anonim., 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri.
- Behall, K.M., Scholfield, D.J., Hallrisch, J., 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80 (5), 1185-1193.
- Cemeroğlu, B., 2010. General methods in food analysis: Food analysis. Food Technology Association Publications.
- Cheng, H., 2010. Volatile flavor compounds in yogurt: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 50, 938-950.
- Dan, T., Wang, D., Wu, S., Jin, R., Ren, W., Sun, T., 2017. Profiles of volatile flavor compounds in milk fermented with different proportional combinations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Molecules*, 22(10), 1633.
- DeVries, J.W., 2001. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 46 (3), 112-126.
- El-Alfy, B.M., Shenana, M.E., Essawy, E.A., Abd El-Halim, S.E., Ismail, E.A., 2021. Production of synbiotic-drinkable yoghurt fortified with different probiotic strains and oat. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 59(5), 411-420.
- Ertekin, B., Guzel-Seydim, Z.B., 2010. Effect of fat replacers on kefir quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(4), 543-548.
- European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP), 2003. The scientific foundation for herbal medicinal products.2. Stuttgart.
- Ferliarslan, İ., 2013. Farklı oranlarda  $\beta$ -glukon ve inilün ilavesinin kayıslı probiyotik fermente süt içeceğinin bazı özelliklerine etkileri, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 96 s.
- Gray, D.A., Auerbach, R.H., Hill, S., Wang, R., Campbell, G.M., Webb, C., et al., 2000. Enrichment of oat antioxidant activity by dry milling and sieving, *Journal of Cereal Science*, 32(1), 89-98.
- He, Z., Zhang, H., Wang, T., Wang, R., Luo, X., 2022. Effects of five different lactic acid bacteria on bioactive components and volatile compounds of oat. *Foods*, 11(20), 3230.
- Ibrahim, A.H., Khalifa, S.A., 2015. Improve sensory quality and textural properties of fermented camel's milk by fortified with dietary fiber. *Journal of American Science*, 11(3), 42-54.
- Ismail, E., Shenana, M., Elalfy, M., Essawy, E., Abdelhahim, S., 2020. Novel probiotic adjunct cultures for the production of fruit-flavoured drinkable yoghurt. *Egyptian Journal of Food Science*, 48(2), 213-228.
- Jaskari, J., Kontula, P., Siitonen, A., 1998. Oat beta-glucan and xylan hydrolysates as selective substrates for *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 49(2), 175-181.
- Kangaloğlu, Ö., 1999. İstanbul piyasasında tüketime sunulan ayranların fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75 s. İstanbul.
- Kırdar, S.S., 2019. Süt ve Ürünlerinde Laboratuvar Uygulamaları ve Analiz Yöntemleri, Sidas Yayıncılık, 2019.

- Kocabaş, H., Laktoz içeriği azaltılmış ayran üretimi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 92 s., Antalya, 2019
- Konak Göktepe, Ç., Akın, N., 2020. Determination of aroma and volatile flavor compounds and sensory properties of set-type yoghurts enriched with immature wheat grain, *Ukrainian Journal of Food Science*, 8(1), 22-35.
- Kök Taş, T., Güzel-Seydim, Z., 2010. Çeşitli Yağ İkame Maddeleri ve Probiyotik Kullanımının Ayran Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, *Gıda*, 36 (4): 217-224.
- Lucey, J.A., 2004. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology* 57, 77-84.
- Lyly, M., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K., Poutanen, K., Lahteenmaki, L., 2003. Influence of oat  $\beta$ -glucan preparations on the perception of mouthfeel and on rheological properties in beverage prototypes. *Cereal Chemistry*, 80 (5), 536-541.
- Medical Economics Company (MEC), 2003. PDR for herbal medicines. Montvale: Medical Economics Company.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik Baklagiller, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Std. İzmir, 488 s.
- Pietrasik, Z., Janz, J.A.M., 2010. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat Bologna. *Food Research International*, 43(2), 602-608.
- Ramya, I., Tomar, S.K., Uma, M.T., Rameshwar, S., 2010. Streptococcus thermophilus strains: Multifunctional lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.*, 20, 133-141.
- Ratnayake, W.S., Hoover, R., Warkentin, T., 2002. Pea Starch: Composition, Structure and Properties-A review. *Starch/Starke*, 54(6), 217-234.
- Rosburg, V., Boylston, T., White, P., 2010. Viability of *Bifidobacteria* strains in yogurt with added Oat Beta-Glucan and corn starch during cold storage. *Journal of Food Science*, 75 (5), 439- 444.
- Ryhänen, E.L., Mantere-Alhonen, S., Salovaara, H., 1996. Effects of oat bran and rye bran diet on intestinal Lactobacillus and Bifidobacterium flora on Wistar rats: Dietary Fiber and Fermentation in the Colon. 55-57 p. Ed: Y. Mälkki, J.H. Cummings. Office for Official Publications of European Communities, Luxembourg.
- Stack, H.M., Kearney, N., Stanton, C., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P., 2010. Association of BetaGlucan endogenous production with increased stress tolerance of intestinal Lactobacilli. *Applied and Environmental Microbiology*, 76 (2), 500-507.
- Şener, B., Başgöl, M., 1987. Laksatif olarak kullanılabilir bitkisel asıllı droglar: Sezik E, Yeşilada E, editörler. V. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı.1. Gazi Üniversitesi, Ankara, s:75.
- Tamuçay Özünlü, B., Koçak, C., 2010. Farklı inkübasyon sonu asitliğinin ayran kalitesine etkisi. *Gıda*, 35, 2, 113-119.
- Temen, Y., 2018. Kinoa unu ilaveli ayran üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Tourkostani, R., Al Balouni, I., Said Moselhy, S., Kumosani, A.T, et al., 2009. A Diet Rich Fiber Improves Lipid Profile in Rats Fed on High Fat Diet. *Tur.k J. Biochem.*, 34(2), 105-111.
- TÜİK., 2025. TÜİK 2025 yılı süt ve süt ürünleri üretim raporu-2025. <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/uretimler/>
- Türk Standardları Enstitüsü (TSE), 2003. Ayran - Kısa Ömürlü. TS 3810, Ankara.
- Türker, B., Savlak, N.Y., 2015. Dirençli Nişasta: Tipleri, Kaynakları, Fizyolojik Etkileri ve Fonksiyonel Özellikleri. *Akademik Gıda*, 13(4), 354-359.
- Vasanthan, T., Temelli, F., 2008. Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration. *Food Research International*, 41 (9), 876-881.
- Wang, R., Koutinas, A.A., Campbell, G.M., 2007. Dry processing of oats- Application of dry milling, *Journal of Food Engineering*, 82, 559-567.
- Yang, R., Ye, Y., Liu, W., Liang, B., He, H., Li, X., Ji, C., Sun, C., 2024. Modification of pea dietary fibre by superfine grinding assisted enzymatic modification: Structural, physicochemical, and functional properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 267, 131408.
- Yazdıç, F., Akyol, İ., Yazdıç, F.C., 2020. Geleneksel Yoğurtlardan İzole Edilen *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* İzolatlarının Bazı Aroma Metabolitlerinin HPLC İle Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(2), 479-492.
- Yeniçeri, Ş.A., Göçer, E.M.Ç., Küçükçetin, A., 2021. Probiyotik bakteri içeren ayranın fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Gıda*, 19(4), 414-423.
- Yılmaz, M., Seçilmiş, H., 2006. Gaz Kromatografisi Headspace Sistemi İle Süt Ürünlerinde Bazı Aroma Bileşenlerinin Analizi; Türkiye 9. Gıda Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, 24-26 Mayıs/2006.
- Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C., Simpson, B.K. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International*, 44 (8), 2482-2488.
- Ziaia, S.A., Larijanib, B., Akhoondzadeha, S., Fakhrzadehb, H., Dastpaka, A., Bandarianb, F., Rezaia, A., Badic, H.N., Emamid, T., et al., 2005. Psyllium decreased serum glucose and glycosylated hemoglobin significantly in diabetic outpatients. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(2), 202-207.