



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KENEVİR (CANNABİS SATİVA) TOHUMU PRES KEKİ UNUNUN SÜT
TOZUNA İKAME OLARAK KULLANILMASININ KARIŞTIRILMIŞ TİP
YOĞURTLARIN FİZİKSEL, KİMYASAL VE FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

KÜBRA DELLAL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

**Şanlıurfa
2026**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KENEVİR (CANNABİS SATİVA) TOHUMU PRES KEKİ UNUNUN SÜT
TOZUNA İKAME OLARAK KULLANILMASININ KARIŞTIRILMIŞ TİP
YOĞURTLARIN FİZİKSEL, KİMYASAL VE FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

KÜBRA DELLAL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR

**Şanlıurfa
2026**

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında, değerli fikirleri ile bana ışık olan, anlayışını, yardımını hiç, eksik etmeyen kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Çağım AKBULUT ÇAKIR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezin deneysel ve yazma aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen AİLEM'e teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. GEREÇ VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Yoğurt üretimi	12
3.2.2. Kimyasal analizler	13
3.2.2.1. pH Tayini	13
3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini	14
3.2.2.3. Nem miktarı	14
3.2.2.4. Yağ tayini	14
3.2.2.5. Toplam fenolik madde analizi	14
3.2.2.6. Antioksidan aktivite	14
3.2.3. Fiziksel Analizler	16
3.2.3.1. Viskozite	16
3.2.3.2. Su tutma kapasitesi	16
3.2.3.3. Serum ayrılması sonuçları	16
3.2.4. İstatistik analizler	16
4. BULGULAR	17
4.1. Hammadde olarak kenevir tohumu pres keki unu kimyasal bileşimi	17
4.2. Sütün kimyasal bileşimi	18
4.3. Yoğurt analiz sonuçları	18
4.3.1. pH sonuçları	18
4.3.2. Titrasyon asitliği sonuçları	19
4.3.3. Kurumadde Sonuçları	20
4.3.4. Yağ Sonuçları	21
4.3.5. Viskozite Sonuçları	21
4.3.6. Serum ayrılması sonuçları	22
4.3.7. Su tutma kapasitesi sonuçları	24
4.3.8. Toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriği sonuçları	25
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇLAR	33
7. ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	40

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KENEVİR (CANNABIS SATİVA) TOHUMU PRES KEKİ UNUNUN SÜT TOZUNA İKAME OLARAK KULLANILMASININ KARIŞTIRILMIŞ TİP YOĞURTLARIN FİZİKSEL, KİMYASAL VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

KÜBRA DELLAL

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışman: Dr. Öğr. Üyesi ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR
Yıl: 2026, Sayfa : 40

Bu çalışmada, fonksiyonel özellikleriyle dikkat çeken *Cannabis sativa* (kenevir) tohumu pres keki ununun yoğurt üretiminde kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, farklı oranlarda ilave edilen kenevir tohumu pres keki ununun yoğurdun fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini incelemektir.

Araştırmada, kontrol örneği ve belirlenen düzeylerde kenevir tohumu pres keki unu eklenmiş yoğurt örnekleri üretilmiş, ardından pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ayrıca toplam fenolik madde, antioksidan aktivite gibi fonksiyonel özellikler de değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, kenevir tohumu pres keki unu ilavesi yoğurdun besinsel değerini artırmış, özellikle fonksiyonel özelliklerde belirgin iyileşmeler sağlamıştır. Bununla birlikte, yüksek ilave oranlarında yoğurdun tekstürel özelliklerinde bazı olumsuz değişiklikler gözlenmiştir.

Sonuç olarak, kenevir (*C. sativa*) tohumu pres keki unu, yoğurt üretiminde fonksiyonel bir katkı bileşeni olarak değerlendirilebilmekte; uygun oranlarda kullanıldığında ürünün besinsel ve fonksiyonel değerini artırırken kabul edilebilir fiziksel ve duyuşal özellikler sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Yoğurt, Cannabis Sativa, Fonksiyonel Gıda

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECT OF USING HEMP (CANNABIS SATIVA) SEED PRESS CAKE FLOUR AS A MILK POWDER SUBSTITUTE ON THE PHYSICAL, CHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF STIRRED YOGURTS

KÜBRA DELLAL

**HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION
FOOD ENGINEERING**

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. ÇAĞIM AKBULUT ÇAKIR

Year: 2026, Page : 40

In this study, the potential utilization of *Cannabis sativa* (hemp) seed press cake flour, distinguished by its functional attributes, in yogurt production was investigated. The primary objective of the research was to evaluate the effects of hemp seed press cake flour incorporated at varying concentrations on the physical, chemical, and functional properties of yogurt.

Control and experimental yogurt samples containing different levels of hemp seed press cake flour were produced. Subsequently, a series of physicochemical analyses, including measurements of pH, titratable acidity, serum separation, water-holding capacity were conducted. Furthermore, functional characteristics such as total phenolic content and antioxidant activity were also assessed.

The results indicated that the incorporation of hemp seed press cake flour enhanced the nutritional composition of yogurt and significantly improved its functional attributes. However, at higher supplementation levels, certain adverse effects on the textural properties were observed.

In conclusion, *C. sativa* seed press cake flour may be regarded as a promising functional ingredient for yogurt production. When utilized at appropriate concentrations, it contributes to the enhancement of the product's nutritional and functional quality while maintaining acceptable physicochemical and sensory characteristics.

KEYWORDS: Yoghurt, Cannabis Sativa, Functional Food

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Yoğurt Üretimi Akış Şeması	13
Şekil 3.2.	Yoğurt Örnekleri	13

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Örneklerin formülasyonu	12
Çizelge 4.1. Kenevir tohumu pres keki unu kimyasal kompozisyonu	18
Çizelge 4.2. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Sütün Kimyasal Özellikleri	18
Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince pH değerleri	19
Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince asitlik değerleri	20
Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri	20
Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin yağ değerleri	21
Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince viskozite değerleri	22
Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince serum ayrılması değerleri	24
Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince su tutma kapasitesi değerleri	25
Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin ve kenevir ununun antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı değerleri	26

SİMGELER

%	Yüzde
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
g	Gram
mL	Mililitre
°C	Santigrat derece

KISALTMALAR

DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
g	gram
KM	Kuru Madde
mL	Mililitre
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (2022/44) yoğurt, fermentasyon-da spesifik starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un birlikte kullanıldığı, inkübasyon sonrasında pıhtısı karıştırılarak kırılmamış (set) ya da kırılmış (stirred) formda elde edilen ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürününü olarak ifade edilmektedir. (Anonim, 2022).

Besinsel açıdan değerlendirildiğinde yoğurt; yüksek kaliteli protein ve süt yağı içeriğinin yanı sıra kalsiyum, potasyum, fosfor, magnezyum ve çinko gibi mineraller ile B grubu vitaminler bakımından zengin bir gıda olarak kabul edilmektedir (Kızılarıslan ve Solak, 2016).

Yoğurt, Avrupa ve Amerika'da 20. yüzyılın başlarından itibaren bilinmesine karşın, besleyici değeri ile sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin anlaşılması sonrasında araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Bu doğrultuda, yoğurdun koruyucu ve fonksiyonel özelliklerinin toplum sağlığı açısından önem taşıdığı görüşü benimsenmiş ve ürünün farklı tüketici gruplarına ulaştırılabilmesi amacıyla çeşitli üretim ve sunum yaklaşımları geliştirilmiştir. Yoğurdun farklı tüketici beklentilerine uyarlanabilmesi amacıyla asidofiluslu süt ve bioyoğurt gibi fermente ürünlerin yanı sıra; aromalı ve meyveli yoğurtlar, aroma ilaveli meyveli yoğurt çeşitleri, kahvaltılık yoğurtlar ile meyve aromalı, tatlandırılmış sade ve karbonatlı yoğurt içecekleri gibi çok sayıda ürün geliştirilmiş ve tüketime sunulmuştur (Çakmakçı vd., 1997).

Yoğurdun geniş bir tüketici kitlesi tarafından tercih edilmesinde, sahip olduğu besin değeri ile sütün yoğurda fermentasyonu sürecinde görev alan laktik asit bakterilerinin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri önemli rol oynamaktadır. Bu bakterilerin, kolesterol seviyelerinin düşürülmesine katkı sağladığı (hipokolesterolemik etki) ve bazı çalışmalarda tümör oluşumunun baskılanmasıyla ilişkilendirildiği (antitümör etki) bildirilmektedir (Hamann ve Marth, 1984; Mc Gregor ve White, 1987). Yoğurdun antitümör etki potansiyelinin, laktik asit bakterilerinin hücre duvarı bileşenleri ile ilişkili olduğu ve bu etkinin ısıl işlem sonrasında da devam edebildiği bildirilmektedir (Gilliland, 1991). Öte yandan fermentasyon sürecinde, sütte bulunan protein, yağ ve laktoz fraksiyonlarının kısmen hidrolize olması, yoğurdun sindirilebilirliğini artıran önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Çağlar ve Çakmakçı, 1994). Bu biyokimyasal dönüşümlerin gerçekleşmesinde ise yoğurt bünyesinde yer alan mikroorganizmaların belirleyici rol oynadığı çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır (Gilliland ve Kim, 1984; Savana vd.,

1984).

Yoğurtta ürün kalitesinin değerlendirilmesinde aroma özellikleri belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Birden fazla bileşiğin etkileşimi sonucu ortaya çıkan aroma profili, yoğurdun duyuşsal algılanışını doğrudan etkileyerek tüketici kabulü açısından önemli bir kalite göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Erkaya ve Şengül, 2008). Yoğurda özgül tat ve aroma özelliklerinin oluşumunda, fermentasyon sürecinde *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen çeşitli metabolitler etkili olmaktadır. Bu kapsamda, başta laktik asit olmak üzere pirüvik, oksalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler ile asetaldehit, aseton ve diasetil gibi karbonil bileşiklerinin aroma profilinin şekillenmesinde rol oynadığı bildirilmektedir (Özer, 2006).

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde insan sağlığına fayda sağlayan ve hastalıkların önlenmesine katkıda bulunan ürünler olarak giderek önem kazanmaktadır. Süt ürünleri, yüksek besin değeri ve biyoyararlanımı sayesinde fonksiyonel gıda geliştirilmesine en uygun gruplardan biridir. Bu kapsamda yoğurt, probiyotik yapısı ve yaygın tüketimiyle öne çıkmakta; son yıllarda besin değerini artırmak amacıyla bitkisel kaynaklı bileşenlerin kullanımı dikkat çekmektedir. Kenevir (*Cannabis sativa*) tohumundan yağ üretimi sonrası arta kalan pres keki unu, yüksek protein, lif ve biyoaktif bileşik içeriğiyle süt ürünlerinde değerlendirilebilecek potansiyel bir katkı maddesidir.

Kenevir (*Cannabis*) bitkisinin alt türlerinden en yaygın bilinenleri *C. sativa* ve *Cannabis indica*'dır. Ekonomik açıdan en fazla değere sahip olan tür *C. sativa* olup çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Buna karşın, narkotik özellikleri nedeniyle tehdit oluşturan *C. indica* birçok ülkede yasaklanmıştır. Ayrıca, yetiştiriciliği sınırlı olan ve merkezi ile kuzey Asya kökenli *Cannabis ruderalis* türü ise düşük tetrahidrokannabinol (THC) içeriğiyle yabani ke-nevir grubuna dâhil edilmekte ve ekonomik faydası oldukça sınırlı kalmaktadır (Taslıgil ve Şahin, 2019).

Endüstriyel kenevirden farklı olarak, uyuşturucu üretiminde kullanılan kenevir türlerin-de psikoaktif özellik gösteren delta9-tetrahidrokannabinol (THC) oranı oldukça yüksektir. Buna karşılık, endüstriyel amaçlarla yetiştirilen kenevirlerde THC içeriğinin %0,2 (w/v) değerinin altında tutulması esas alınmakta olup, bu durum söz konusu türlerin psikoaktif özellik taşımasını sağlamaktadır (Nissen vd., 2010). Bu nedenle ilaç tipi kenevirin üretimi birçok ülkede yasaklanırken, düşük THC içeriğine sahip endüstriyel lif tipi kenevirin yetiştirilmesine izin verilmektedir

(Pellegrini vd., 2005).

Kenevir (kendir) bitkisinin kökenine ilişkin farklı görüşler bulunmakla birlikte, genel olarak anavatanının Batı Asya olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte bazı kaynaklarda, kenevirin çıkış noktası olarak Çin'in Yunnan (Yünnan) Eyaleti doğrudan işaret edilmektedir (Boulloc, 2013; Small, 2015). Bunun yanı sıra, bazı araştırmacılar kenevir bitkisinin anavatanı olarak Sibirya, Çin ve Himalayalar arasında yer alan bölgeyi ile Hazar Denizi'nin kuzey kesimini öne çıkarmaktadır. Ancak bu konuda yürütülen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, farklı coğrafi alanlar işaret edilse dahi kenevirin kökeninin Asya kıtasına dayandığı görüşü araştırmacılar arasında ortak bir kabul görmektedir (Taslıgil ve Şahin, 2019)

Kenevir, sürdürülebilir üretim ve çevre dostu yaklaşımlar çerçevesinde sıfır atık prensiplerine uyum sağlayan önemli bir bitkidir. Hızlı büyüme kapasitesi sayesinde kısa sürede gelişim gösterir ve yılda birden fazla kez hasat edilebilir. Bu özelliği, karbon emilimini artırarak çevresel açıdan kayda değer faydalar sunmaktadır.

Kenevirin, diğer bitki türlerine kıyasla daha yüksek düzeyde karbondioksit absorbe etmesi ve önemli miktarda oksijen salınımı gerçekleştirmesi, onun negatif karbon ayak izi ile sanayi sektöründe stratejik bir konum kazanmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca hem tarım hem de sanayi alanlarında geniş bir kullanım potansiyeline sahip olan kenevir, çeşitli ürünlere dönüştürülerek atık oluşumunu en aza indirmekte ve döngüsel ekonomi modeline kayda değer katkılar sunmaktadır (Enarevba vd., 2024)

Cannabaceae ailesine ait olan kenevir, yağ asitleri, vitaminler ve yüksek protein oranı (%20-25) sayesinde insan beslenmesinde giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Kenevir tohumunda yer alan başlıca protein fraksiyonlarını, yaklaşık %65 oranında bulunan edestin ile %35 oranındaki albumin oluşturmaktadır. Bu proteinlerin insan kanındaki protein yapılarıyla benzerlik göstermesi, kenevir tohumunun sindirilebilirliğinin yüksek olmasında etkili bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, esansiyel amino asitler bakımından zengin bir bileşime sahip olması ve özellikle arginin içeriğinin yüksek düzeyde bulunması nedeniyle kenevir tohumu günümüzde fonksiyonel gıda ve hayvan yemi olarak yaygın biçimde incelenmekte ve değerlendirilmektedir (Evren vd., 2020).

Kenevir tohumlarının besin öğeleri bakımından zengin bir bileşime sahip olması, bu hammaddenin gıda sanayinde daha yaygın ve yoğun şekilde

kullanılmasına yönelik çalışmaları gündeme getirmiştir (Hansen 2009'dan aktaran; Piluzza vd., 2013). Kenevir tohumlarının yaklaşık %30–35 oranında yağ içermesi ve özellikle omega-3 bakımından zengin bir profile sahip olması, bu bitkinin besinsel değerini artıran önemli özellikler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte tohumların %25–30 düzeyindeki protein içeriği, keneviri bitkisel protein kaynakları arasında değerli bir hammadde konumuna getirmektedir (Small, 2015). Kenevir tohumlarının değirmenlerde öğütülmesiyle elde edilen kenevir tohumu unu (tozu), unlu mamuller, makarna ve dondurma gibi çeşitli gıdalarda kullanılmasının yanı sıra çeşni amacıyla da değerlendirilerek farklı şekillerde gıda maddesi olarak tüketime sunulmaktadır.

Gıda endüstrisinde kenevir tohumunun kullanımında, içerdiği primer ve sekonder metabolitlerin etkisi özellikle dikkat çekmektedir (Doğan ve Doğan, 2021). Kenevirin kimyasal bileşimi; kullanılan tohum çeşidine, ekolojik koşullara, yetiştirme yöntemlerine, hasat zamanına ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Keller vd., 2001). Bu nedenle amaca ve ihtiyaca uygun kenevir tohumu çeşidinin seçilmesi, elde edilecek ürünün randımanı açısından büyük önem taşımaktadır. Bitkisel bileşikler arasında amino asitler, yağ asitleri, steroidler, diyet lifleri ve vitaminler primer metabolitler kapsamında değerlendirilirken; kannabinoidler, flavonoidler, stilbenoidler, terpenoidler, lignanlar ve alkaloidler sekonder metabolitler grubunda yer almaktadır (Callaway, 2004; Flores vd., 2008).

Kenevir tohumlarının bileşimi incelendiğinde, ortalama olarak %35,5 oranında yağ, %24,8 düzeyinde protein ve yaklaşık %27,6 oranında diyet lifi içerdiği görülmektedir. Diyet lifinin %5,4'ü sindirilebilir, %22,2'si ise sindirilemeyen formdadır. Tohumların nem ve kül içeriklerinin sırasıyla ortalama %6,5 ve %5,6 olduğu belirlenmiştir (Callaway, 2004). Kenevir tohumları, A, C, E, B1 ve B2 vitaminlerinin yanı sıra fosfor, magnezyum, potasyum, kalsiyum, demir ve sodyum gibi mineraller bakımından zengin bir içeriğe sahip olmasıyla besinsel açıdan önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yüksek β -karoten düzeyiyle de besinsel açıdan önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Callaway, 2004).

Yüksek besin değeri ve işlevselliği dolayısıyla, kenevir tohumlarından elde edilen ke-nevir proteini ile üretilen ticari gıda ürünleri, kenevir içeceği, fırınlanmış ve ekstrüde atıştırılabilirlikler ile diyet takviyeleri gibi çok sayıda gıda maddesi geliştirilmiştir. Çok yönlü bir bitki olarak kabul edilen kenevir, besin ve tedavi amaçlı olarak ekilen en eski bitkilerden biridir. Kenevir tohumu, çiğ, pişirilmiş ya da preslenmiş olsun, yüksek besin değeri taşıyan bir lif, protein ve yağ kaynağı olarak

kaydedilmiştir (Onay vd., 2021).

Kenevir, yüzyıllardır Avrupa’da besleyici bir gıda kaynağı olarak tüketilmektedir. Günümüzde gıda sektöründe kenevir esaslı pek çok ürün bulunmaktadır. Kenevir tohumu, kenevir unu ve kenevir yağı özellikle unlu mamuller grubunda farklı formülasyonlar kapsamında çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Kenevirden elde edilen un ve yağın, ürünlerin duyuusal özelliklerini farklılaştırdığı ve besin değerini artırmaya katkı sağladığı; bu durumun ise söz konusu ürünlerin benzer ürünlere kıyasla tercih edilebilirliğini artırdığı bildirilmektedir. Bu ürünlere; ekmek, bisküvi, kek, makarna ve çeşitli pasta çeşitleri örnek olarak verilebilir. Ke-nevir tohumları, yüksek kaliteli proteinler ve benzersiz bir esansiyel yağ asidi profili açısından zengin olmalarının yanı sıra, yüksek besinsel lif içeriği sayesinde çerez formunda ya da öğütülerek farklı şekillerde tüketilebilmektedir (Yılmaz ve Yazıcı, 2022).

Kenevir tohumlarının Anadolu’da uzun yıllardır “çedene” adıyla çerez olarak tüketildiği bilinmekte olup, bu durum bitkinin geleneksel beslenme kültüründeki yerini ortaya koymaktadır. Kenevir yağının yaklaşık %90’ı doymamış yağ asitlerinden oluşurken, doymuş yağ asitleri %9-10 oranındadır. Doymamış yağ asitleri içerisinde özellikle %15-20 civarında bulunan linolenik asit büyük önem arz etmektedir. Bunun yanında, yağ bileşiminin yaklaşık %10’unu oleik asit, %55-60’ını ise linoleik asit oluşturmaktadır. Bu kompozisyon, kenevir yağını pek çok bitkisel sıvı yağa kıyasla daha değerli kılmaktadır (Yılmaz ve Yazıcı, 2022).

Kenevirin kullanım alanları yalnızca tohum ve yağ ile sınırlı kalmamaktadır. Son yıllarda dünyada kenevir yapraklarından elde edilen ekstraktların soğuk içeceklerde kullanımına yönelik uygulamalar yaygınlaşmıştır. Bu ekstraktların içeceklere ilave edilmesiyle ürünlerin besin değerinin artırılması ve fonksiyonel özellik kazandırılması hedeflenmektedir. Ayrıca kenevir, yerel ve organik olarak yetiştirilmeye elverişli olması sayesinde sürdürülebilir bitkisel protein kaynakları arasında önemli bir potansiyel taşımaktadır (Yılmaz ve Yazıcı, 2022).

Bu tez çalışmasında, farklı oranlarda ilave edilen C. sativa tohumu pres keki ununun yoğurdun fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında yoğurt örneklerinin kalite ve fonksiyonel parametreleri incelendi; elde edilen bulgular, kenevir tohumu pres keki ununun yoğurt üretiminde kullanılabirliği ve fonksiyonel süt ürünleri geliştirilmesine katkı sağlayabilirliği araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yirmi yıl içerisinde, endüstriyel kenevir tohumu ve bu tohumdan elde edilen nutrasötik ürünlerin; gıda ve içecekler, fonksiyonel gıda bileşenleri, alternatif protein kaynakları ile yağ ve kannabidiol içeren ürünlerin üretiminde uluslararası düzeyde belirgin bir artış gösterdiği bildirilmektedir (Andre vd., 2016).

Son yıllarda kannabidiol (CBD) içeren gıda ürünlerine yönelik ilginin artmasında, kenevir kullanımına ilişkin yasal kısıtlamaların bilimsel gelişmeler doğrultusunda gevşetilmesinin etkili olduğu görülmektedir. CBD'nin sıvı formülasyonlara infüzyonu yoluyla geliştirilen ürünlerin başında; süt bazlı içecekler, çay ve kahve türleri, narenciye bazlı içecekler ile aromalı ve mineralli sular, maden suları ve enerji içecekleri gelmektedir. Farklı ülkelerin yasal düzenlemeleri çerçevesinde ise, kenevir ekstraktı ile zenginleştirilmiş sütler, arpa bazlı gazlı içecekler, ballar, güçlendirilmiş sporcu ürünleri ve günlük tüketimde yaygın olarak tercih edilen çay, kahve, pizza, şekerleme, kahvaltılık gevrek, sakız, çikolata, kurabiye ve kek gibi ürünler giderek artan şekilde ticari pazarda yer bulmaya başlamıştır (King, 2019).

Kenevirin insan beslenmesindeki kullanımına yönelik ilginin artmasında, sağlıklı yağ asidi profili ile vitamin içeriğinin yanı sıra yaklaşık %20–25 düzeyindeki protein oranının etkili olduğu görülmektedir (Werza vd., 2014). Kenevir tohumunda bulunan başlıca proteinler, yaklaşık %65 oranında edestin ve %35 oranında albumin olup, bu proteinlerin kandaki protein yapılarıyla benzerlik göstermesi, kenevir proteinlerinin sindirilebilirliğinin yüksek olmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Günümüzde kenevirin fonksiyonel gıda üretiminde ve hayvan yemi formülasyonlarında değerlendirilmesinde, içerdiği esansiyel amino asitler ile özellikle yüksek arginin düzeyinin etkili olduğu görülmektedir. (Norajit vd., 2011).

Kenevir tohumunun yaklaşık %35'i yağlardan oluşmakta olup, söz konusu yağ fraksiyonunun yaklaşık %80'inin çoklu doymamış yağ asitlerinden oluştuğu ifade edilmektedir. (Werza vd., 2014). Doymamış yağ asitlerinin %50–70'ini linolenik asit ve %15–25'ini linoleik asit oluşturmaktadır (Hayıt ve Gül, 2020). İçerdiği linolenik asit ve stearidonik asit sayesinde kenevir yağı, önemli bir bitkisel yağ kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu yağ asidi profili nedeniyle, kenevir tohumu ürünlerinin kronik iltihaplanma ve atopik dermatit gibi sağlık sorunlarında olumlu etkiler gösterdiği ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltıcı potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Werza vd., 2014).

Kenevir tohumundan elde edilen kavuzsuz kenevir taneleri, kenevir yağı, kenevir unu, protein tozu, kenevir sütü, tofu ve bira, limonata, likör gibi çeşitli içecekler de dâhil olmak üzere birçok ürün bulunmaktadır (Pellegrini vd., 2005; Werza vd., 2014).

Kenevir tohumundan elde edilen kenevir sütü, besin değeri yüksek bir ürün olup, tüketimi sonucunda serum triaçilgliserol, kolesterol ve tiroid hormon düzeylerinde düşüş sağladığına dair çalışmalar mevcuttur. Kenevir sütü, hayvansal sütler ile soya ve kuruyemiş bazlı içeceklere alternatif bir seçenek olarak öne çıkmakta olup, bu durum laktoz içermemesi ve düşük allerjenite özelliği ile ilişkilendirilmektedir (Wang vd., 2018).

Kenevir proteininin yüksek besleyici değeri ve uygulandığı gıdalarda sağladığı uygun duyuşal özellikler dikkate alındığında, farklı teknolojiler kullanılarak elde edilen kenevir tozu, konsantreleri, pres kekleri ve izolatlar; unlu mamuller, atıştırmalık ürünler, içecekler, süt ürünleri, işlenmiş et ürünleri ve daha birçok alanda değerlendirilmiştir. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan kazein, peynir altı suyu tozu ve soya proteininin aksine, yapılan araştırmalar kenevir proteini kullanılarak üretilen ürünlerin besin değerinin daha yüksek olduğunu ve buna ek olarak bazı teknolojik avantajlar sağladığını ortaya koymuştur (Apostol vd., 2015; Dabija vd., 2018). Kenevir kullanımının en yoğun biçimde araştırıldığı alanların başında fırıncılık ürünleri gelmektedir. Bu kapsamda, formülasyona %40'a varan oranlarda kenevir keki ilavesiyle üretilen glutensiz krakerlerin, kahverengi pirinç unu bazlı örneklerle kıyasla daha yüksek protein, diyet lifi, mineral ve esansiyel yağ asidi (Ω -3, Ω -6) içerdiği; buna karşılık karbonhidrat düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, incelenen tüm kraker örneklerinde Ω -6- Ω -3 yağ asidi oranının 1,7–1,83 aralığında bulunması, dengeli bir yağ asidi profiline işaret etmektedir. Kenevir keki oranının artmasıyla birlikte krakerlerin tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) düzeylerinde artış gözlenmiş; benzer şekilde Ca, Fe, Mn, Mg ve Zn gibi minerallerin miktarlarında da yükselme kaydedilmiştir. Mineral içerik açısından en yüksek katkının ise potasyum (K) tarafından sağlandığı belirtilmektedir (Radočaj vd., 2014).

Buğday unu esaslı ekmek formülasyonlarına farklı oranlarda (%0, 5, 10 ve 20) kenevir keki ilavesinin; su emilimi, hamur gelişim süresi, ekmek hacmi, renk ve yapısal-dokusal özellikler üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Kenevir keki ile zenginleştirilen ekmeklerde protein içeriği ile makro ve mikro element düzeylerinin arttığı, özellikle demir içeriğindeki yükselmenin besin değerine önemli katkı

sağladığı belirtilmektedir. Buna karşılık, kenevir keki ilavesiyle gluten miktarında azalma gözlemlenirken, %20'nin üzerindeki ilave oranlarının hamurun reolojik özellikleri üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı ifade edilmektedir. Çalışma bulgularına göre, %20 oranında kenevir keki ile zenginleştirilmiş 300 g ağırlığındaki bir ekmeğin, teorik olarak günlük önerilen demir ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğu rapor edilmiştir (Pojić vd., 2015).

Apostol vd., (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kenevir keki ununun ekmek formülasyonlarına dahil edilmesiyle, ürünlerin besinsel kompozisyonunda belirgin değişimler meydana geldiği rapor edilmektedir. Bu değişimler, protein ve diyet lifi başta olmak üzere doymamış yağ asitleri ve mineral içeriklerinde artış şeklinde ortaya çıkarken, toplam karbonhidrat düzeylerinde azalma ile sonuçlanmaktadır. Yapılan değerlendirmelerde, %10 oranında kenevir keki unu kullanımının ekmeğin besin değerini olumlu yönde etkilediği, buna karşın teknolojik ve duysal özellikler bakımından kontrol örnekleriyle benzerlik gösterdiği belirtilmektedir. Öte yandan, buğday ve arpa unu karışımlarıyla hazırlanan kurabiyelerde kenevir unu kullanımının da ürünlerin protein ve diyet lifi içeriğini artırdığı bildirilmektedir (Hruškova ve Švec, 2015).

Glutensiz ekmek formülasyonlarında %10 ve %20 düzeylerinde kenevir proteini kullanımının, kenevir unu içermeyen örneklerle göre ürünlerin protein içeriğinde belirgin bir artış sağladığı ve bu artışın yaklaşık iki kat düzeyine ulaştığı, %20 kenevir proteini eklenen ekmeklerde ise protein oranının kontrol grubuna göre dört kat, diyet lif içeriğinin ise yaklaşık iki kat arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca kenevir ürünü eklenen ekmeklerde hacim artışı da gözlemlenmiştir (Karus vd., 2017). Bu etkinin, kenevir proteinlerinin su tutma kapasitesi ile köpük oluşturma özelliklerinin yanı sıra, kısmen jelatinize olmuş nişasta ile etkileşime girerek ekmeğin yapısının oluşumuna katkı sağlamasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir (Ziobra vd., 2013).

Kenevir tohumunun öğütülmesiyle elde edilen un, besinsel açıdan dikkat çekici bir bileşim profiline sahiptir. Lif içeriği çavdar ununa kıyasla yaklaşık 30 kat, protein düzeyi ise 2,6 kat daha yüksek bulunurken; buğday ununa oranla yaklaşık iki kat daha fazla protein içermektedir. Ekmek formülasyonlarına %10 düzeyinde kenevir unu ilavesinin, buğday ve çavdar unundan üretilen kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında; asitlik değerleri ile mayalanma, pişirme süresi ve pişirme sıcaklığı gibi proses parametrelerinde azalmaya yol açtığı bildirilmektedir. Ayrıca söz konusu ekmeklerde, protein oranında %27,4 , diyet lifi içeriğinde %497,2 ,

kalsiyumda %148,9 , fosforda %101,5 ve magnezyumda %87,1 düzeyinde artış belirlenmiştir. Demir içeriğinin, ürünün 100 g'ı esas alındığında 3,9 mg düzeyinden 8,1 mg seviyesine çıktığı belirlenmiştir (Lukin ve Bitiutskikh, 2017).

Pirinç unu esaslı ekstrüde enerji barlarının formülasyonunda, işlem görmemiş kenevir tohumu ve kenevir keki oranının %20–40 aralığında eklenmesi, su emme indeksi değerlerinin kontrol örneklerine göre daha düşük seviyelerde gerçekleştiği; buna karşın toplam fenolik bileşik, flavonoid ve antioksidan kapasite açısından daha yüksek değerler sergilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, kenevir tohumu ilavesiyle üretilen diyet barların biyoaktif özellikleri, kenevir keki ilavesiyle üretilenlere kıyasla daha yüksek bulunmuş; %20 oranında kenevir tohumu içeren formülasyonların ise tat, renk ve duyuşal özellikler bakımından kabul edilebilir nitelikte olduğu rapor edilmiştir (Norajit vd., 2011)

Süperkritik CO₂ ekstraksiyonu sonrası yağ fraksiyonu uzaklaştırılmış kenevir kekinin, ekstrüde mısır bazlı atıştırmalık ürünlerin besinsel açıdan zenginleştirilmesinde kullanılabildiği gösterilmiştir (Jozinović ve Aćkar, 2017). Kenevir proteininin, üzüm ve lahana suyu bazlı içeceklerde alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılmasıyla, proinflatuar gen ekspresyonunun anlamlı düzeyde baskılandığı rapor edilmiştir. Meyve suyu formülasyonlarında soya proteini izolatu yerine kenevir proteini izolatu kullanıldığında, ürünlerin kül ve diyet lifi içeriklerinin daha yüksek düzeylere ulaştığı rapor edilmektedir (Grace vd., 2014).

Düşük THC içeriğine sahip ve insan besleniminde kullanılabilen kenevirin antimikrobiyal aktivitesine ilişkin araştırmalar son yıllarda ilgi çekici bulgular ortaya koymaktadır. Endüstriyel kenevirde bulunan yüksek polifenol düzeyinin, özellikle kaffeoil tiramin ve kannabisin gibi bileşikler aracılığıyla mikrobiyal gelişimi baskıladığı; bu baskılayıcı etkinin hem Gram pozitif hem de Gram negatif patojenlere karşı gözlemlendiği rapor edilmektedir. Dolayısıyla kenevir, mikrobiyal gelişimin kontrolünde antibiyotikler ve antimikrobiyel bileşenlere alternatif bir seçenek olarak değerlendirilebilmektedir (Evren vd., 2020).

Kenevir yağının, başta *Clostridium* spp. ve *Enterococcus* spp. olmak üzere fırsatçı ve patojen Gram pozitif bakterilerin gelişimini baskılayabildiği bildirilmektedir (Nissen vd., 2010). Başka bir çalışmada ise (Frassinetti vd., 2020), kenevir tohumu yağının *Staphylococcus aureus* üzerinde antimikrobiyel etki gösterdiği, bununla birlikte probiyotik türler (*Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*) üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca kenevir yağının *S.*

aureus'un biofilm oluşumunu da inhibe ettiği gözlemlenmiştir.

Yoğurt üretiminde pastörizasyon öncesi çiğ süte kenevir proteini eklenmesiyle elde edilen örneklerin, kabak çekirdeği unu, soya proteini izolatu, bezelye proteini izolatu ve buğday gluteni içeren formülasyonlara kıyasla daha düşük sineresiz değerleri sergilediği; aynı zamanda daha yüksek viskozite ve protein içeriğiyle karakterize edildiği rapor edilmektedir. Ayrıca kenevir proteini ilavesiyle üretilen yoğurtların duyuasal açıdan da kabul edilebilir bulunduğu rapor edilmiştir (Dabija vd., 2018).

Son yıllarda kenevir tohumu ve kenevir tohumu yağının sahip olduğu besinsel ve fonksiyonel faydalar nedeniyle birçok sertifikalı organik gıda ürününün formülasyonuna dâhil edildiği bildirilmektedir (Vonaportis vd., 2014).

Carmagnola, Fibranova ve Futura olmak üzere üç farklı yasal kenevir çeşidinden elde edilen yağların, bakteri ve maya gruplarını kapsayan geniş bir mikroorganizma spektrumuna karşı inhibitör etki ortaya koyduğu bildirilmektedir. Bu etkinin, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin yanı sıra sekiz farklı maya türü üzerinde gözlemlendiği belirtilmektedir (Nissen ve Zatta, 2009). Mikrobiyal gelişimin baskılanma düzeyinin, kenevir çeşidi ve ekim süresine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Et, elma, domates, patates ve peynir gibi çeşitli gıdaların yüzey kaplamasında, kenevir yağı ve adaçayı yağı içeren yenilebilir jelatin bazlı filmlerin kullanıldığı bildirilmektedir. Kenevir yağının tek başına *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria innocua*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Penicillium expansum* üzerinde sırasıyla $1,9 \pm 0,12$, $4,3 \pm 0,23$, $5,2 \pm 0,27$, $2,3 \pm 0,14$ ve $1,3 \pm 0,11$ mm inhibisyon zonu çapı oluşturduğu; kenevir yağı ve adaçayı yağı (1,5:0,5) karışımı ile hazırlanan filmlerin ise aynı mikroorganizmalar üzerinde sırasıyla $3,6 \pm 0,21$, $7,5 \pm 0,38$, $8,1 \pm 0,26$, $4,8 \pm 0,11$ ve $8,5 \pm 0,41$ mm inhibisyon zonu çapı sergilediği tespit edilmiştir.

Kenevir yağı içeren jelatin bazlı filmlerin, çözünürlük ve kalınlık değerleri açısından diğer formülasyonlara kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu rapor edilmektedir. Bu bulgular doğrultusunda, kenevir yağının gıdaların yüzey kaplamasında kullanılabilecek film formülasyonlarında umut vadeden bir bileşen olduğu sonucuna varılmıştır (Cozmuta vd., 2015).

Nanoemülsiyon sistemleri, sahip oldukları potansiyeller dikkate alındığında gıda teknolojisi alanında önemli potansiyel taşımaktadır. Kenevir tohumu yağının %5 düzeyinde kullanıldığı emülsiyon sistemlerinin, kontrol formülasyonlarına

kıyasla daha yüksek stabilite sergilediği rapor edilmektedir (Jarzębski ve Smulek, 2021). Kenevir tohumu yağının emülsiyon bazlı sistemlere entegre edilmesinin, farklı gıda formülasyonlarında besinsel değer ile teknolojik performansın birlikte iyileştirilmesine katkı sunduğu bildirilmektedir.

İşlenmiş et ürünlerinin formülasyonuna %5 oranında kenevir tohumu, kabuğu soyulmuş kenevir tohumu, kenevir unu veya kenevir proteini dahil edilmesinin, ürünlerin besinsel değerini iyileştirdiği ve oksidatif süreçleri sınırlandırdığı bildirilmektedir (Zajac ve Guzik, 2019).

Kenevir ununun ekmek üretiminde kullanımına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu alanda elde edilen bulgular, uygulamaların olumlu sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. Glütensiz ürünlerin formülasyonlarında, kenevir yağının elde edilmesi sürecinde ortaya çıkan posanın değerlendirilmesiyle ürünlerin besin değerinin yükseltilmesi mümkün görünmektedir (Hayıt ve Gül, 2020).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada hammadde olarak; yoğurt üretiminde ticari olarak satılan %3 yağ içeren UHT inek sütü (Dost Süt, Ak Gıda A.Ş., Sakarya) kullanılmıştır. Çalışmada ilave materyal olarak piyasadan temin edilen kenevir tohumu pres keki unu (Tazemiz, Mersin) kullanılmıştır. Kuru madde standardizasyonunda yağsız süt tozu (Pınar A.Ş., İzmir) kullanılmıştır. Starter kültür olarak Chr. Hansen (İstanbul) firmasına ait ticari yoğurt kültürü YOFLEX tercih edilmiştir.

3.2. Yöntem

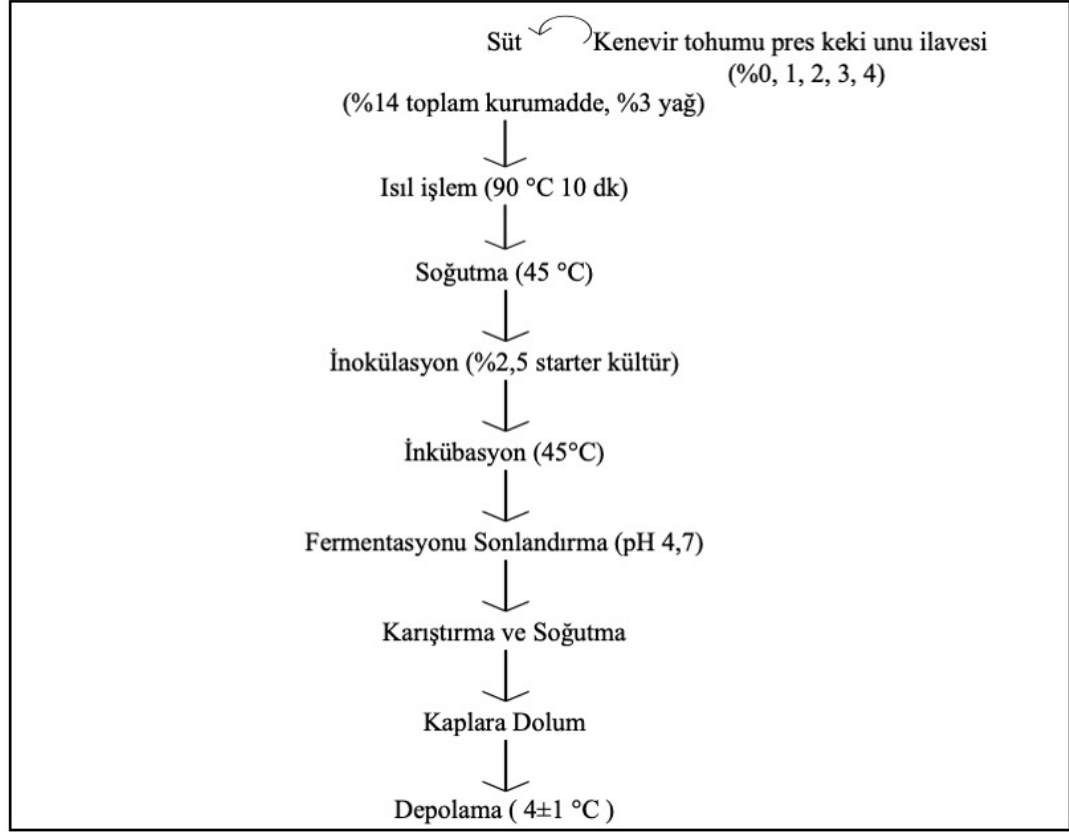
3.2.1. Yoğurt üretimi

Üretim akım şeması Şekil 3.1’de verilmiştir. Karıştırılmış tip yoğurt örneklerinin üretiminde kuru madde ve yağ oranı standardize edilen süte piyasadan temin edilen kenevir tohumu pres keki unu 4 farklı oranda (%1, 2, 3, 4) ilave edildi, kenevir içermeyen bir kontrol grubu da oluşturularak toplam 5 grup süt elde edildi. Kuru madde standardizasyonu Çizelge 1.1’de görüldüğü gibi ilave edilen kenevir unu miktarına bağlı olarak gereken miktarlarda yağsız süttozu ilavesiyle sağlanmış, örneklerin toplam kuru maddesi %14’e ayarlanmıştır. Hazırlanan yoğurt sütleri 90 oC’ de 10 dakika süreyle pastörize edilmiş, ardından 47oC’ye soğutulmuştur. Örnekler %2,5 oranında işletme kültürü ile inoküle edilmiş ve inkübatörde 45 oC sıcaklıkta pH 4,8 değerine ulaşana kadar fermente edilmiştir (yaklaşık 3 saat). Fermentasyon sonunda örnekler homojen şekilde karıştırılmış ve kapaklı plastik kaselere aktararak +4 °C’de 14 gün depolanmıştır (Şekil 3.2).

Çizelge 3.1. Örneklerin formülasyonu

	Örnekler				
	0	1	2	3	4
Kenevir pres keki unu (%)	0	1	2	3	4
Süt tozu (%)	4	3	2	1	0
Süt (%)	96	96	96	96	96

Örneklere ait genel kompozisyon analizleri ve duyu analizi üretim sonrası 1. hafta içinde tamamlanırken, pH, asitlik, viskozite, serum ayrılması ve su tutma kapasitesi 1., 7. ve 14. günlerde analiz edilerek takip edilmiştir.



Şekil 3.1. Yoğurt Üretimi Akış Şeması



Şekil 3.2. Yoğurt Örnekleri

3.2.2. Kimyasal analizler

3.2.2.1. pH Tayini

Süt ve yoğurt örneklerin pH değerleri Ohaus (WTW, Germany) marka pH metre kullanılarak ve pH metrenin probu örneğe direkt daldırılarak ölçülmüştür.

3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Süt ve yoğurt örneklerinde asitlik, titrimetrik yöntemle belirlenmiş, alkali olarak ayarlı 0.1 N NaOH kullanılmıştır. Sonuçlar % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2012).

3.2.2.3. Nem miktarı

Tüm örneklerde nem miktarı, gravimetrik yöntemle yoğurt örneklerin etüvde 105 °C’de 4 saat kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir (AOAC, 2012).

3.2.2.4. Yağ tayini

Süt ve yoğurt örneklerinde yağ oranı ise süt bütirometresi ile Gerber yöntemine göre (%) olarak belirlenmiştir. Santrifüj olarak termostatlı Gerber santrifüjü kullanılmıştır (AOAC, 2012). Kenevir tohumu örneklerinde yağ tayini soxhelet ekstraksiyon yöntemiyle yapılmıştır.

3.2.2.5. Toplam fenolik madde analizi

Kenevir ve yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemiyle (Singleton and Rossi, 1965), tespit edildi, örnekler fenolik madde analizine Vonapartis vd. (2015) tarafından bildirilen yöntemle hazırlanmıştır. 0,1 mL alınan ekstraktların üzerine sırasıyla 2,37 mL dH₂O ve 0,15 mL FCR ayracı eklenmiştir. Yaklaşık 8 dk sonra karışımlara, doymuş Na₂CO₃ (0,45 mL) ilave edilip karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler oda sıcaklığında 30 dk bekletilen örneklerin absorbansı bir spektrofotometre ile 515 nm dalga boyunda okunarak ve toplam fenolik konsantrasyonu (mg/100g) gallik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

3.2.2.6. Antioksidan aktivite

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi, DPPH yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle DPPH çözeltisi hazırlanmıştır. DPPH çözeltisinin hazırlanması için belirli miktarda DPPH tartılmış ve metanol içerisinde çözündürülerek son hacim metanol ile tamamlanmıştır. DPPH çözeltisinin hazırlanmasında metanol yavaş yavaş ilave edilmiştir.

Analiz aşamasında, 0,1 mL numune ekstraktı alınmış ve üzerine 3,9 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. Karışım vortekslenmiş ve karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans değeri 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. Ölçümden önce cihaz metanol ile sıfırlanmış,

ardından kör (blank) değeri okunarak kaydedilmiş ve daha sonra örnek absorbansları ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerlerine göre örneklerin DPPH radikal süpürme aktivitesi belirlenmiştir.

ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)) radikal süpürme aktivitesi, laboratuvar koşullarında hazırlanan ABTS radikal çözeltisi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle 12,25 mM potasyum persülfat ($K_2S_2O_8$) çözeltisi hazırlanmıştır. Potasyum persülfat çözeltisi için 1 L çözelti hazırlanacaksa 3,31 g, 250 mL çözelti hazırlanacaksa 0,83 g potasyum persülfat tartılmış ve saf su ile hacim 250 ml'ye tamamlanmıştır.

ABTS radikal çözeltisinin hazırlanmasında, 96 mg ABTS tartılarak 25 mL'lik balonjojeye aktarılmıştır. ABTS, 5–10 mL saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 5 mL potasyum persülfat çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım saf su ile 25 mL'ye tamamlanmış ve ABTS⁺ radikalinin oluşması için 12–16 saat süreyle karanlık ortamda bekletilmiştir. Elde edilen ABTS radikal çözeltisi analizlerde kullanılmış olup çözeltinin kullanım süresinin 2–3 gün olduğu dikkate alınmıştır.

Analizlerde kullanılmak üzere 0,1 M sodyum fosfat tampon çözeltisi (PBS, pH 7,4) hazırlanmıştır. Bunun için Na_2HPO_4 çözeltisi 28,4 g/L olacak şekilde hazırlanmış ve bu çözeltiden 81 mL alınmıştır. NaH_2PO_4 çözeltisi ise 24 g/L olacak şekilde hazırlanmış ve bu çözeltiden 19 mL alınmıştır. Her iki çözelti karıştırıldıktan sonra üzerine 500 mL saf su ve 8,77 g NaCl ilave edilmiştir. Çözeltinin pH değeri 7,4'e ayarlanmış ve saf su ile hacim 1 L'ye tamamlanmıştır.

ABTS radikal çözeltisi, PBS ile seyreltilerek 734 nm'de absorbans değeri 0,68–0,72 aralığında olacak şekilde ayarlanmıştır. Absorbans değeri yüksek olduğunda PBS ilavesi yapılmış, düşük olduğunda ise ABTS çözeltisi damla damla eklenerek ayarlama gerçekleştirilmiştir.

Numune ekstraktları PBS ile seyreltilmiştir. Küvetlere her numune için ayrı olacak şekilde 20, 40, 60 ve 80 μ L örnek eklenmiş ve üzerlerine 2 mL ABTS+PBS çözeltisi ilave edilmiştir. Karışımlar karanlık ortamda 6 dakika bekletilmiş ve süre sonunda absorbans değerleri 734 nm'de spektrofotometrede ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerlerine göre örneklerin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

3.2.3. Fiziksel Analizler

3.2.3.1. Viskozite

Viskozite ölçümü, yoğurt örneklerinde viskozimetre (Brookfield, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm 4 numaralı mille beş paralelli olarak 10 saniye dönmeden sonra yapıp, sonuçlar Centipoise (cP) cinsinden verilir. Ölçümler üretimin 1., 7. ve 14. günlerinde yapılmıştır.

3.2.3.2. Su tutma kapasitesi

Yoğurt örneklerin su tutma kapasitesi, 4000×g hızda santrifüj edildiğinde ayrılan serum miktarı dikkate alınarak belirlenmiştir (Akalin vd., 2012). Ölçümler, üretimin 1., 7. ve 14. günlerinde yapılmıştır.

3.2.3.3. Serum ayrılması sonuçları

Serum ayrılması, yoğurt örneklerinde filtre kâğıdı üzerine tartılan 25 g yoğurt örneğinden 2 saat içerisinde kaba filtre kâğıdından geçerek ayrılan serum miktarının toplam örnek miktarına oranlanmasıyla belirlenmiştir (Konar, 1980). Ölçümler, üretimin 1., 7. ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. İstatistik analizler

İstatistiksel analizler, SPSS versiyon 16.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmaların sonuçları, ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. P değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Gruplar arasındaki farkların önemlilik düzeyi ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi ile belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Hammadde olarak kenevir tohumu pres keki unu kimyasal bileşimi

Çizelge 4.1.'de araştırmada kullanılan kenevir ununun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler ve standart sapmalar verilmiştir. Kenevir ununun kurumadde oranı $92,9 \pm 0,2$ olarak belirlenmiş olup, bu değer hammaddenin düşük nem içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Düşük nem içeriği, ürünün depolama stabilitesi ve mikrobiyolojik açıdan güvenilirliği bakımından önemli bir özellik olarak değerlendirilmektedir.

Protein içeriği $30,4 \pm 0,5$ düzeyinde tespit edilen kenevir ununun, bitkisel kaynaklı protein açısından zengin bir hammadde olduğu görülmektedir. Bu yüksek protein oranı, kenevir ununun farklı gıda uygulamalarında besleyici değer artırıcı bir bileşen olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Yağ içeriği $7,07 \pm 0,03$ olarak belirlenmiş olup, kenevir tohumunun doğal olarak yağca zengin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitkisel yağ içeriğinin, ürünün enerji değerine ve bazı fiziksel özelliklerine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Kül içeriğinin $7,18 \pm 0,13$ düzeyinde olması, kenevir ununun mineral madde bakımından zengin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, kenevir ununun besinsel açıdan değerli bir hammadde olduğunu desteklemektedir.

Antioksidan özellikler açısından değerlendirildiğinde, kenevir ununun DPPH radikal süpürme aktivitesi $100,67 \mu\text{mol/g}$, ABTS aktivitesi $255,77 \mu\text{mol/g}$ ve toplam fenolik madde içeriği $121,02 \text{ mg GAE/100g}$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kenevir ununun önemli düzeyde fenolik bileşikler içerdiğini ve buna bağlı olarak belirgin bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Kenevir tohumu pres keki unu kimyasal kompozisyonu

	Ortalama	Standart Sapma
Kurumadde (%)	92,9	±0,2
Protein (%)	30,4	±0,5
Yağ (%)	7,07	±0,03
Kül (%)	7,18	±0,13
DPPH (μmol/g)	100,67	±0,25
ABTS (μmol/g)	255,77	±1,99
TPC(mg GAE/100g)	121,02	±0,4

4.2. Sütün kimyasal bileşimi

Üretimde kullanılan sütün bileşimi Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Sütün Kimyasal Özellikleri

	Ortalama	Standart Sapma
pH	6,62	±0,00
Yağ (%)	3,1	±0,28
Asitlik (%)	0,18	±0,01
Kurumadde (%)	11,84	±0,02

4.3. Yoğurt analiz sonuçları**4.3.1. pH sonuçları**

Yoğurt örneklerinin farklı kenevir oranlarında (%0, %1, %2, %3, %4) 14 günlük depolama süresince pH değerleri incelendiğinde, tüm örneklerde zamanla pH değerlerinde düşüş meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Depolamanın 1. gününde pH değerleri 4,64–4,80 aralığında bulunmuş, istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. 7. gün ölçümlerinde tüm gruplarda pH değerlerinde belirgin bir düşüş (4,26–4,48 aralığı) görülmüştür. Bu düşüş, laktik asit bakterilerinin depolama süresince devam eden fermentatif aktiviteleri sonucu organik asit oluşumunun artmasıyla açıklanabilir.

Depolama süresi 14 güne ulaştığında pH değerleri 4,34–4,47 aralığında ölçülmüş ve düşüş eğiliminin sürdüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte, kenevir oranı arttıkça pH değerlerinin diğer gruplara kıyasla bir miktar daha yüksek kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, yüksek kenevir ilavesinin fermentasyon sürecini kısmen

yavaşlattığını veya oluşan asitleri tamponlayarak ortamın asitliğini azalttığını göstermektedir. İstatistiksel analiz sonuçları, hem depolama süresinin hem de kenevir oranının pH değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. ($p<0.05$). Ayrıca 14. gün sonunda ölçülen pH değerlerinin 4,3–4,5 aralığında kalması, ürünlerin hâlen mikrobiyolojik açıdan güvenli ve duyuşal olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince pH değerleri

pH												
Kenevir												
oranı %	1. Gün			7. Gün			14. Gün					
0	4,64	±	0,01	aA	4,44	±	0,04	abB	4,34	±	0,03	bB
1	4,64	±	0,00	aA	4,26	±	0,03	bB	4,34	±	0,03	bB
2	4,70	±	0,03	aA	4,52	±	0,02	aB	4,38	±	0,00	abC
3	4,71	±	0,00	aA	4,56	±	0,04	aB	4,40	±	0,01	abC
4	4,80	±	0,05	aA	4,48	±	0,04	aB	4,47	±	0,02	aB

a,b,c Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0.05$).

A,B,C Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0.05$).

4.3.2. Titrasyon asitliği sonuçları

Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince titrasyon asitliği (% L.A.) değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde asitlik değerleri %0,74 ile %0,83 arasında değişmiş; en yüksek değer kontrol grubunda ($0,83 \pm 0,01$) ve %1 kenevir ilaveli örnekte ($0,83 \pm 0,01$) gözlenirken, en düşük değer %4 kenevir içeren örnekte ($0,74 \pm 0,01$) belirlenmiştir. Bu sonuç, kenevir ilavesi oranı arttıkça başlangıç asitliğinin azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

Depolama süresi boyunca tüm örneklerde asitlik değerleri artış göstermiştir. 7. gün itibarıyla asitlik %0,76–%1,02 aralığına yükselmiş ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). 14. günde ise değerler %1,01–%1,03 aralığında seyretmiştir ve farklı kenevir oranına sahip örnekler arasında fark bulunmamıştır.

Genel olarak, asitlik değerlerindeki artışın temel belirleyicisinin depolama süresi olduğu; kenevir ilavesinin ise başlangıç asitliğini düşürüp, depolama sonunda sınırlı bir etki oluşturduğu söylenebilir. Bu bulgular, yoğurtlarda depolama süresi boyunca laktik asit birikiminin devam ettiğini ve fermantasyonun 14. güne kadar sürdüğünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince asitlik değerleri

Kenevir oranı %	Titrasyon asitliği (%l.a.)											
	1. Gün				7. Gün				14. Gün			
0	0,83	± 0,01	aB		1,02	± 0,01	aA		1,01	± 0,00	aA	
1	0,83	± 0,00	aB		0,96	± 0,04	abA		1,02	± 0,01	aA	
2	0,82	± 0,01	aC		0,92	± 0,01	bB		1,03	± 0,00	aA	
3	0,80	± 0,01	aB		0,81	± 0,01	cB		1,01	± 0,01	aA	
4	0,74	± 0,00	bA		0,76	± 0,01	cA		1,01	± 0,00	bB	

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05).

^{A,B,C} Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05)

4.3.3. Kurumadde Sonuçları

Yoğurt örneklerinin kuru madde ve yağ oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Bu sonuç, üretim sırasında yağsız süt tozu ile yapılan kurumadde standardizasyonu ile sağlanmıştır.

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri

Kenevir oranı %	Kuru madde %			
0	14,24	a	±	0,12
1	14,35	a	±	0,34
2	14,31	a	±	0,02
3	14,36	a	±	0,08
4	14,46	a	±	0,06

^{a,b,c} Farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05).

4.3.4. Yağ Sonuçları

Yağ oranları incelendiğinde tüm örneklerde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.6.). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlar, kenevir ilavesinin yoğurtların yağ oranı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin yağ değerleri

Kenevir Oranı %	Yağ %			
0	3,01	±	0,05	a
1	3,15	±	0,15	a
2	3,15	±	0,15	a
3	3,10	±	0,15	a
4	3,15	±	0,05	a

^{a,b,c} Farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0.05$).

4.3.5. Viskozite Sonuçları

Bir sıvının iç sürtünme direnci olarak tanımlanan viskozite, fermente süt ürünlerinin yapısal ve duyu kalitesini belirleyen temel parametrelerden biridir (Renner, 1991).

Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresi boyunca ölçülen viskozite değerleri Çizelge 4.7.'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kenevir tohumu pres keki unu ilavesi yoğurtların viskozite değerleri üzerinde anlamlı bir etki göstermiştir ($p<0.05$). Depolamanın 1. gününde kenevir ilavesinin örneklerin viskozitesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır.

Depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm örneklerde viskozite değerlerinde artış gözlenmiştir. Depolamanın 7. gününde kontrol örneğinin viskozitesi 10600 cP'ye yükselmiş, kenevir ilaveli örneklerde ise bu artış daha belirgin olmuştur. Özellikle %4 kenevir unu içeren yoğurt örneği 13055 cP ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu artış, depolama süresince yoğurt pıhtı yapısının olgunlaşması, suyun protein matrisi içerisinde daha etkin tutulması ve kenevir unundaki liflerin su bağlama kapasitesiyle ilişkili olabilir.

Depolamanın 14. gününde viskozite değerleri genel olarak maksimum seviyelerine ulaşmıştır. En yüksek viskozite değeri %4 oranında kenevir unu içeren yoğurt örneğinde 14635 cP olarak ölçülmüştür. Buna karşılık kontrol grubunda bu değer 10010 cP olarak kalmıştır. Bu sonuç, depolama süresi ilerledikçe kenevir unu ilavesinin yoğurt yapısının dayanıklılığını artırdığını ve su salınımını (sinerizis) azalttığını göstermektedir.

Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince viskozite değerleri

Kenevir oranı %	Viskozite (cP)								
	1. Gün			7. Gün			14. Gün		
0	9140	± 60	aB	10600	± 30	bA	10010	± 330	dAB
1	9950	± 170	aB	12105	± 305	abA	11950	± 700	cdA
2	8045	± 745	aB	10820	± 380	bAB	12455	± 245	bcA
3	8005	± 405	aC	11215	± 435	bB	14090	± 90	abA
4	8520	± 310	aC	13055	± 45	aB	14635	± 35	aA

a,b,c Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05).

4.3.6. Serum ayrılması sonuçları

Serum ayrılması, süt ürünlerinde özellikle yoğurdun pıhtı stabilitesini ortaya koyan ve tekstürel özelliklerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir parametredir.

Serum ayrılması, set tipi yoğurtlarda dışsal bir etki olmaksızın jel yapısı içerisinde tutulan sıvı fazın serbest hale geçmesi veya yüzeyde birikmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Lucey, 2002)

Üreticiler, yoğurtlarda istenmeyen serum ayrılmasını azaltmak ve pıhtı stabilitesini artırmak amacıyla çeşitli uygulamalara başvurmaktadır. Bu kapsamda yoğurt üretiminde sütün kuru madde oranının artırılması, uygun stabilizatörlerin kullanılması veya sütün yüksek sıcaklıkta ısıl işleme tabi tutulması gibi yöntemlerle su tutma kapasitesi yükseltilmeye çalışılmaktadır (Lucey, 2002; Özcan ve Yıldız, 2016).

Serum ayrılması, yoğurdun reolojik özelliklerini yansıtan önemli parametrelerden biridir. Yoğurt yüzeyinde ya da jel yapısının mekanik olarak bozulması sonucu ortaya çıkan sıvı faz, serum ayrılması olarak tanımlanmaktadır.

Sinerezis olarak da adlandırılan bu olgu, jel ağ yapısının yeniden düzenlenmesiyle birlikte partiküller arası bağların artmasına, bunun sonucunda da ağ yapının büzülerek sıvı fazın ayrılmasına yol açmaktadır. Sinerezis oluşumu, yoğurdun bileşim ve proses koşullarıyla yakından ilişkili olup; düşük kuru madde ve protein içeriği, yüksek inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sıcaklığı ve depolama sürecinde ortaya çıkan fiziksel etkiler bu duruma yol açan başlıca faktörler arasında yer almaktadır. (Walstra vd., 1999).

Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince serum ayrılma oranlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler, hem kenevir tohumu pres keki unu ilavesinin hem de depolama süresinin serum ayrılması üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$).

Depolamanın 1. gününde örnekler arasında serum ayrılması bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Depolamanın 7. gününde, kontrol örneğinde serum ayrılması %19,32 olarak belirlenirken, kenevir unu içeren örneklerde bu değer %19,75 ile %34,48 arasında değişmiştir. Depolama süresine bağlı olarak yoğurt jel yapısında meydana gelen zayıflama ve protein-polisakkarit etkileşimlerinin azalması, bu artışın temel nedeni olarak değerlendirilmektedir.

14. gün sonunda, tüm örneklerde serum ayrılmasının arttığı ve depolama süresinin uzamasına paralel olarak yoğurtların yapısal stabilitesinin azaldığı görülmüştür. Kontrol grubunda serum ayrılması %30,29 olarak ölçülürken, kenevir unu ilavesi yapılan örneklerde değerler %25,09–%36,33 aralığında değişmiştir. Özellikle %1 ve %2 oranında kenevir unu içeren örneklerde serum ayrılmasının kontrol grubuna kıyasla daha düşük gerçekleşmesi, bu oranlarda kenevir ununun yoğurdun jel yapısını destekleyici bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Ancak %4 oranındaki ilavede örneklerde serum ayrılması artmıştır. Demirkol (2021), posa ilaveli yoğurtlarda serum ayrılmasının kontrol örneğe kıyasla arttığını, bu artışın meyve posalarının yoğurt jel yapısının sürekliliğini bozabilen yüksek miktarda çözünmeyen diyet lifi içermesi nedeniyle sineresizin artmasına yol açabildiğini bildirmiştir; buna karşılık posada bulunan çözünür bileşenlerin suyu bağlayarak ve jelin sürekli fazının viskozitesini artırarak sineresizi azaltıcı etki gösterebildiği ifade edilmektedir. Bu bağlamda, posa konsantrasyonunun %1 düzeyine yükseltilmesi, su bağlama kapasitesi ve viskozitede artış sağlamasına karşın, artan çözünmeyen

partikül miktarı nedeniyle jel yapısını olumsuz etkileyebilmekte ve sineresizin artmasına yol açabilmektedir (Wang vd., 2019).

Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince serum ayrılması değerleri

Kenevir oranı %	Serum Ayrılması %								
	1. Gün			7. Gün			14. Gün		
0	29,18	± 0,09	aA	19,32	± 0,39	cA	30,29	± 4,74	abA
1	27,44	± 0,71	aA	19,75	± 0,58	bcA	25,09	± 2,85	abA
2	28,54	± 2,14	aAB	34,66	± 2,20	aA	21,33	± 0,17	bB
3	28,91	± 0,15	aA	32,94	± 3,42	abA	37,36	± 1,13	aA
4	26,26	± 0,22	aA	34,48	± 3,30	aA	36,33	± 0,28	aA

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05).

^{A,B,C} Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır (p<0.05)

Depolama süreci boyunca serum ayrılması değerlerinin %20,42–%28,70 aralığında seyrettiği yoğurt örneklerinde, turunç ekstresi ve peynir altı suyu tozu (PAST) içeren formülasyonların daha düşük serum ayrılması eğilimi gösterdiği rapor edilmektedir. Bu azalmanın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmüştür (Çevik, 2013) (p<0.01).

4.3.7. Su tutma kapasitesi sonuçları

Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince su tutma kapasitesi (WHC) değerleri Çizelge 4.9.'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre hem depolama süresi hem de kenevir tohumu pres keki unu ilavesi, örneklerin su tutma kapasitesini farklı düzeylerde etkilemiştir.

Depolamanın 1. gününde, yoğurtların su tutma kapasitesi değerleri %45,72 ile %57,02 arasında değişmiştir. En yüksek WHC değeri %2 kenevir ilaveli örnekte belirlenirken, en düşük değer %1 kenevirli örnekte görülmüştür. Kenevir oranı arttıkça su tutma kapasitesinde genel bir artış eğilimi gözlenmiştir. Kontrol örneği (%0) ile %2 ve %4 kenevir içeren örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Depolamanın 7. gününde, tüm örneklerin su tutma kapasitesi değerlerinde

küçük azalmalar görülmüştür. Bu dönemde gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Ortalama değerler 46,10–47,96 aralığında değişmiş, en yüksek değer %4 kenevir ilaveli örnekte saptanmıştır.

Depolamanın 14. gününde WHC değerlerinde azalma eğilimi devam etmiştir. En yüksek değer %4 kenevirli yoğurtta (%48,50), en düşük değer ise kontrol grubunda (%46,62) ölçülmüştür. Ancak depolamanın ilerleyen günlerinde kenevir ilavesi gruplar arasındaki farkı istatistiksel olarak belirgin hale getirmemiştir ($p>0,05$).

Zaman faktörüne göre incelendiğinde, kontrol örneğinde depolama boyunca anlamlı bir değişim gözlenmezken, %2–%4 kenevir ilaveli örneklerde zamanla su tutma kapasitesinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler meydana gelmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama süresince su tutma kapasitesi değerleri

Kenevir oranı %	Su tutma kapasitesi %									
	1. Gün			7. Gün			14. Gün			
0	50,02	± 1,10	bcA	46,70	± 0,02	aA	46,62	± 3,26	aA	
1	45,72	± 0,36	cB	47,78	± 0,02	aA	47,66	± 0,02	aA	
2	57,02	± 0,54	aA	47,88	± 1,16	aB	46,86	± 0,18	aB	
3	53,50	± 1,22	abA	46,10	± 1,58	aA	47,12	± 1,88	aA	
4	56,00	± 1,32	aA	47,96	± 0,02	aB	48,50	± 0,64	aB	

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0,05$).

^{A,B,C} Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0,05$).

4.3.8. Toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriği sonuçları

Çizelge 4.10.'te yoğurt örneklerinin farklı oranlarda kenevir unu ilavesine bağlı olarak değişen DPPH, ABTS ve toplam fenolik madde (TPC) değerleri verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yoğurtlara kenevir unu ilavesi antioksidan aktivite üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olmuştur ($p<0,05$). Kontrol örneğinde DPPH değeri 8,41 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenirken, kenevir oranının %4'e çıkarılmasıyla bu değer 27,27 $\mu\text{mol/g}$ 'a yükselmiştir. Benzer şekilde, ABTS değerinin de kontrol örneğinde 16,95 $\mu\text{mol/g}$ iken %4 kenevir ilavesinde 78,79 $\mu\text{mol/g}$ 'a ulaştığı görülmektedir. Bu durum, kenevir unundaki doğal antioksidan

bileşenlerin yoğurt matrisine geçerek ürünün serbest radikal süpürme kapasitesini artırdığını göstermektedir.

Kenevir ununun kendi DPPH (100,67 $\mu\text{mol/g}$) ve ABTS (255,77 $\mu\text{mol/g}$) aktivitelerinin oldukça yüksek olması, bu artışı destekler niteliktedir. Elde edilen sonuçlar, kenevir ununun antioksidan açıdan zengin bir bitkisel bileşen olduğunu ve yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde fonksiyonel bir katkı maddesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Toplam fenolik madde miktarına bakıldığında, kenevir unu oranının artmasıyla birlikte TPC değerlerinde de anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0.05$). Kontrol örneğinde 7,44 mg GAE/100g olarak ölçülen fenolik madde miktarı, %4 oranında kenevir unu ilavesiyle 24,72 mg GAE/100g düzeyine ulaşmıştır. Kenevir ununun tek başına 121,02 mg GAE/100g fenolik içeriğe sahip olması, bu artışın kaynağını açıkça ortaya koymaktadır. Fenolik bileşikler, antioksidan aktiviteyle doğrudan ilişkili olup, oksidatif bozulmalara karşı koruma sağlamaları nedeniyle gıda ürünlerinde besinsel kaliteyi ve dayanıklılığı artırmaktadır.

Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin ve kenevir ununun antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı değerleri

Kenevir oranı %	DPPH ($\mu\text{mol/g}$)	ABTS ($\mu\text{mol/g}$)	TPC (mg GAE/100g)
0	8,41 $\pm$ 0,5 d	16,95 $\pm$ 2,75 f	7,44 $\pm$ 0,6 f
1	14,91 $\pm$ 0,3 cd	24,90 $\pm$ 2,14 ef	12,77 $\pm$ 0,1 ef
2	17,84 $\pm$ 3,0 cd	44,48 $\pm$ 0,92 d	16,43 $\pm$ 0,3 de
3	20,57 $\pm$ 1,2 bc	55,35 $\pm$ 1,84 c	18,09 $\pm$ 0,7 cd
4	27,27 $\pm$ 0,6 b	78,79 $\pm$ 8,56 b	24,72 $\pm$ 0,6 b

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar farklıdır ($p<0.05$).

Sonuç olarak, kenevir unu ilavesiyle birlikte hem DPPH hem de ABTS radikal giderme aktiviteleri ile toplam fenolik madde miktarında artışlar gözlenmiş; bu artışların oranla doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, kenevir ununun fonksiyonel yoğurt üretiminde doğal bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ve ürünün besinsel değerini anlamlı ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Önceki çalışmalarda kenevir tohumlarının genel bileşimi incelendiğinde, ortalama olarak %35,5 oranında yağ, %24,8 düzeyinde protein ve yaklaşık %27,6 oranında diyet lifi içerdiği görülmektedir. Diyet lifinin %5,4'ü sindirilebilir, %22,2'si ise sindirilemeyen formdadır. Tohumların nem ve kül içeriklerinin sırasıyla ortalama %6,5 ve %5,6 olduğu belirlenmiştir (Callaway, 2004). Kenevir tohumu pres keki, kenevir tohumu yağının soğuk pres yöntemiyle ayrılmasıyla elde edilir ve pres kekinin %8 ila %15 oranında yağ içerdiği bildirilmektedir (Burton vd., 2022). Sonuçlarımız (%7,07), önceki çalışmalarla benzer çıkmıştır. İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunan flavonoidler, antioksidan, anti-allerjenik ve antiproliferatif özelliklere sahip önemli bileşiklerdir (Middleton vd., 2000). Önceki çalışmalarda toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite, çeşitlere bağlı olarak farklı çalışmalar arasında değişiklik göstermiştir. Teh ve Birch (2013) tarafından yapılan çalışmada kenevirin toplam fenolik içeriği 188,23 mg/100 g GAE olarak rapor edilmiştir. Bu değerler, kenevirin iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu desteklemektedir.

Depolama süresi boyunca pH değerinde gözlenen azalma, literatürde yer alan bulgularla da uyum göstermektedir. Benzer şekilde, Tarakçı ve Küçüköner (2003), Atasoy (2009), Çelik (2010) ile Karaca vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmalarda da depolama süresinin artışıyla birlikte pH değerlerinde düşüş eğilimi rapor edilmiştir.

Hashim, 2001 tarafından yürütülen çalışmada, hurma püresi ilavesiyle üretilen yoğurtlarda hurma oranının artmasına bağlı olarak pH değerlerinde yükselme gözlemlendiği bildirilmiştir. Farklı meyve ilaveleriyle (çilek, kiraz, çarkıfelek ve mango) üretilen probiyotik yoğurtlarda depolama süresine bağlı pH değişimlerinin incelendiği çalışmada, en belirgin pH düşüşünün çarkıfelek meyvesi ilave edilen örneklerde ortaya çıktığı bildirilmektedir (Karlasapathy ve Harmstorf, 2008). Araştırmacılar, kullanılan meyve pulplarının yoğurtların pH değerleri üzerinde etkili olduğunu ve probiyotik mikroorganizmaların canlılığını da önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, Kamruzzaman vd., 2002 tarafından yürütülen muzlu yoğurt çalışmasında da depolama süresince tüm yoğurt örneklerinde pH değerlerinde azalma gözlenmiş, bu azalmanın muz ilave edilen yoğurtlarda daha belirgin olduğu ifade edilmiştir. Yoğurt oluşumu sırasında laktik asit bakterilerinin yüksek metabolik aktivite göstermesi, inkübasyon sonrasında soğutma azalmaktadır; ancak enzimatik

faaliyet belirli düzeyde devam etmektedir. Bu nedenle, inkübasyon tamamlandıktan sonra depolama süresi boyunca laktik asit miktarındaki artışa bağlı olarak yoğurtların pH değerlerinde düşüş meydana gelmektedir (Yaygın, 1999).

Yoğurtlarda titrasyon asitliği için kabul edilen sınırlar, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (Anonim, 2009) laktik asit esas alınarak tanımlanmış olup, bu değer 26,67–66,67°SH aralığına (%0,6–%1,5 L.A.) karşılık geldiği belirtilmektedir. Bu kapsamda, analiz edilen yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin tebliğde belirtilen sınırlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Yoğurtlarda titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresi ilerledikçe yükseldiği, farklı araştırmaların ortak bulguları arasında yer almakta olup bu eğilim çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Abbas ve Osman, 1998; Al-Kadamany vd., 2003; Al Otaibi ve El Demerdash, 2008; Singh vd., 2011). Yoğurtlara elma lifi ilavesinin, titrasyon asitliği değerlerinde lif oranına bağlı bir artışa yol açtığı rapor edilmiştir (Akın ve Akın, 2016). Depolama sürecinin ilerlemesiyle birlikte yoğurtlarda pH değerlerinin düşüş gösterdiği, buna paralel olarak titrasyon asitliği değerlerinin ise sürekli bir artış eğilimi sergilediği bildirilmektedir. Güven vd. (2005) de, yoğurtlara ilave edilen katkı maddelerinin benzer şekilde titrasyon asitliğini artırıcı etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Yoğurtlarda kuru madde içeriği için kabul edilen alt sınır, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde %12 olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada yoğurt örneklerinde kuru madde değerleri %14,24 ile %14,46 arasında değişmiştir. Tüm örneklerin kuru madde içerikleri mevzuatta belirtilen minimum değer üzerinde olup, kenevir tohumu pres keki unu ilavesinin kuru madde içeriği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurtlar, içerdiği süt yağı düzeyi esas alınarak sınıflandırılmaktadır. Tebliğ kapsamında tam yağlı yoğurtlar %3,8 ve üzeri süt yağı içeriğiyle tanımlanırken, yarım yağlı yoğurtlar %1,5–2 aralığında yer almakta; süt yağı oranı %0,5'in altında olan ürünler ise yağsız yoğurt kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen yoğurt örneklerinin süt yağı içerikleri %3,01–3,15 aralığında ölçülmüş olup bu değerler tam yağlı yoğurt sınıfının altında, yarım yağlı yoğurt sınıfına daha yakın seviyelerde bulunmuştur. Gruplar arasında yağ içeriği yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Kenevirdeki yağ oranı, kenevirin yoğurt örneklerine düşük oranlarda ilavesi nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bir etki

oluşturmamıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kenevir tohumu pres keki unu ilavesi yoğurdun reolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Düşük ilave oranlarında (özellikle %1–2) viskozitede başlangıçta bir etki göstermese de depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte bu fark ortadan kalkmış ve özellikle %3–4 oranlarında belirgin bir kıvam artışı meydana gelmiştir. Bu durum, kenevir unundaki yüksek lif ve protein miktarının zamanla yoğurt jel yapısı ile etkileşime girerek daha yoğun ve stabil bir yapı oluşturmamasından kaynaklanabilir.

Keçiboynuzu gamı ile formüle edilen az yağlı yoğurtlar ile zeytin yaprağı ekstraktı içeren fonksiyonel meyveli yoğurtların viskozite değerleri karşılaştırıldığında, örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir ($p>0,05$) (Peker, 2012). Buna karşılık, Koca (2016) tarafından yürütülen, depolama süresinin tüm aşamalarında, kullanılan meyve çeşidinin viskozite üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturduğu ($p<0.05$); Trabzon hurması rendesi ile hazırlanan yoğurtlar ile muz ve elma ilavesiyle üretilen kefir yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada ortaya konmuştur.

Yoğurdun viskozitesinin asitlik gelişimine doğrudan bağlı olduğu, fermentasyon ve depolama süreci boyunca asitliğin artmasıyla birlikte viskozitenin yükseldiği ve serum ayrılmasına karşı direncin arttığı belirtilmiştir (Longtom, 1991). Soğukta depolama sürecine tabi tutulan yoğurtlarda, pH değerindeki düşüşe bağlı olarak asit kazein jellerinde proteinler arası etkileşimlerin devam ettiği ve bu süreçte proteinler arasındaki bağların yeniden düzenlendiği bildirilmektedir (Özer vd., 1997; Akın vd., 2009). Bu durum, yoğurdun fermentasyonu süresince ve sonrasında jel yapısının sıkılığında artışa neden olmaktadır.

Tarakçı ve Demirkol (2016) tarafından yürütülen çalışmada, goji berry (*Lycium barbarum*) tozu ilave edilen yoğurtlarda depolama süresi boyunca viskozite değerlerinin 6630 cP ile 9255 cP arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada, meyve tozu ilavesinin depolamanın başlangıç dönemlerinde viskozite üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı, ancak depolama süresinin sonunda viskozite değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir düşüşe ($p<0.05$) neden olduğu tespit edilmiştir.

Üreticiler, yoğurtlarda istenmeyen serum ayrılmasını azaltmak ve pıhtı stabilitesini artırmak amacıyla çeşitli uygulamalara başvurmaktadır. Bu kapsamda

yoğurt üretiminde sütün kuru madde oranının artırılması, uygun stabilizatörlerin kullanılması veya sütün yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlemi tabii tutulması gibi yöntemlerle su tutma kapasitesi yükseltilmeye çalışılmaktadır (Lucey, 2002; Özcan ve Yıldız, 2016).

Serum ayrılması, yoğurdun reolojik özelliklerini yansıtan önemli parametrelerden biridir. Yoğurt yüzeyinde ya da jel yapısının mekanik olarak bozulması sonucu ortaya çıkan sıvı faz, serum ayrılması olarak tanımlanmaktadır. Sinerezis olarak da adlandırılan bu olgu, jel ağ yapısının yeniden düzenlenmesiyle birlikte partiküller arası bağların artmasına, bunun sonucunda da ağ yapının büzülerek sıvı fazın ayrılmasına yol açmaktadır. Sinerezis oluşumu, yoğurdun bileşim ve proses koşullarıyla yakından ilişkili olup; düşük kuru madde ve protein içeriği, yüksek inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sıcaklığı ve depolama sürecinde ortaya çıkan fiziksel etkiler bu duruma yol açan başlıca faktörler arasında yer almaktadır. (Walstra vd., 1999).

Sonuçlara baktığımızda kenevir tohumu pres keki unu ilavesi yoğurtların serum ayrılmasını belirli oranlarda azaltarak su tutma kapasitesini artırmış, bu durum ürünün fiziksel stabilitesine olumlu katkı sağlamıştır. Ancak yüksek düzeylerde yapılan ilaveler, sistemin yapısal bütünlüğünü olumsuz yönde etkileyerek serum ayrılmasının artmasına neden olmuştur. Bu bulgular, kenevir tohumu pres keki ununun yoğurt üretiminde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceğini, ancak optimum kullanım oranının dikkatli biçimde belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Serum ayrılmasının oluşumunda; sütün protein ve kuru madde bileşimi, homojenizasyon derecesi, uygulanan ısıtılma işlem koşulları, serum proteinlerinin denatürasyon düzeyi, mineral madde içeriği, yoğurdun asitlik seviyesi ve soğutma sıcaklığı gibi çok sayıda bileşen ve proses parametresiyle ilişkili bulunmaktadır. (Koçak ve Aydemir, 1994). Yüksek asitlik seviyeleri, yoğurtlarda serum ayrılmasının artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Laktik asit fermentasyonu sürecinde asitliğin sürekli artışı, kazeinlerin kümelenmesine yol açmakta; bu süreçte oluşan büyük partiküller su tutma kapasitesinin azalmasına ve dolayısıyla belirgin bir serum ayrılmasının meydana gelmesine neden olmaktadır (Zhang vd., 2012).

Bazı araştırmacılar, farklı meyvelerle tatlandırılmış yoğurtlar üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda, depolama süresi boyunca serum ayrılması değerlerinin arttığını belirlemişlerdir (Çelik vd., 2006; Tarakçı ve Küçüköner, 2003).

Depolama süreci boyunca serum ayrılması değerlerinin %20,42–%28,70

aralığında seyrettiği yoğurt örneklerinde, turunç ekstresi ve peynir altı suyu tozu (PAST) içeren formülasyonların daha düşük serum ayrılması eğilimi gösterdiği rapor edilmektedir. Bu azalmanın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmüştür (Çevik, 2013) ($p<0,01$).

Genel olarak değerlendirildiğinde, kenevir tohumu pres keki unu ilavesi yoğurtların başlangıçtaki su tutma kapasitesini artırmıştır. Ancak depolama süresi uzadıkça tüm gruplarda azalma eğilimi ortaya çıkmıştır. Buna karşın, kenevir ilavesi yapılan örneklerin depolama süresi boyunca kontrol örneğine göre daha yüksek WHC değerlerini koruduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, kenevir pres keki ununun lif ve protein içeriği sayesinde yoğurt yapısında suyun tutulmasına katkı sağladığını göstermektedir.

Andız pekmezi ilavesiyle formüle edilen yoğurtlarda, pekmez oranının artmasıyla birlikte serum ayrılmasının azaldığı bildirilmektedir (Çelik vd., 2009). Andız pekmezinde bulunan indirgen şekerler ve proteinlerin yüksek su tutma kapasitesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, Ayar vd., 2005 tarafından yapılan bir araştırmada, farklı meyve katkılı yoğurtlar karşılaştırılmış ve kara hurma ilavesi yapılan yoğurtların en yüksek su tutma kapasitesine, dolayısıyla en düşük serum ayrılma oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Kenevir unu ilavesiyle birlikte hem DPPH hem de ABTS radikal giderme aktiviteleri ile toplam fenolik madde miktarında artışlar gözlenmiş; bu artışların oranla doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, kenevir ununun fonksiyonel yoğurt üretiminde doğal bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ve ürünün besinsel değerini anlamlı ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), antioksidanları; gıdalarda oksidatif reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan bozulma, acılaşma (ransidite) ve renk değişimlerini yavaşlatarak ürünlerin muhafazasına katkı sağlayan bileşikler olarak tanımlamaktadır. (Aksoylu vd., 2012).

Reaktif oksijen türleri (ROS), aerobik organizmalarda metabolik süreçler sonucunda sürekli olarak oluşmaktadır. Obezitenin ortaya çıkmasında rol oynayan temel etkenlerden biri olan oksidatif stres, hücrede üretilen ROS ile antioksidan savunma sistemi arasındaki dengenin bozulması sonucu meydana gelmekte ve oksidatif hasara neden olmaktadır. ROS'un zararlı etkilerini ortadan kaldıran temel

bileşikler ise vücudun doğal temizleyici sistemini oluşturan antioksidanlardır. Antioksidan maddeler, düşük derişimlerde dahi kolaylıkla okside olarak oksidasyon süreçlerini önemli ölçüde geciktirme ve engelleme potansiyeline sahiptir. Vücuda alınan antioksidanların; çeşitli hastalıklarla mücadelede, kanser hücrelerinin çoğalmasının önlenmesinde, kardiyovasküler hastalıkların gelişiminin engellenmesinde ve yaşlanma sürecinin yavaşlatılmasında önemli bir role sahip olduğu bildirilmektedir (Koca ve Karadeniz, 2005; Albayrak vd., 2010).

Yoğurtlara nane ekstresi ilavesinin antioksidan kapasite üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir değişime yol açmadığı, Akbal (2013) tarafından rapor edilmiştir ($p>0.05$).

Keçiboynuzu gamı ile formüle edilen az yağlı yoğurtlar ile zeytin yaprağı ekstraktı ilavesiyle üretilen fonksiyonel meyveli yoğurtlar arasında antioksidan aktivite bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu, yapılan karşılaştırmalı değerlendirmelerde ortaya konmuştur (Peker, 2012) ($p<0.05$).

Probiyotik yoğurtlarda peynir altı suyu tozu ve turunç ekstresi kullanımının antioksidan kapasite üzerinde belirgin bir etki oluşturduğu bildirilmektedir. Bu kapsamda yapılan bir çalışmada, söz konusu ilavelerle üretilen yoğurtların antioksidan kapasite değerlerinin %34,29–%49,76 aralığında değiştiği ve özellikle %0,2 oranında turunç ekstresi içeren şekerli probiyotik yoğurtlarda en yüksek antioksidan aktivitenin elde edildiği belirtilmektedir. Elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu da rapor edilmiştir ($p<0.01$) (Çevik, 2013).

Depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte, çilek ile yaban mersini gibi meyvelerde flavonoid içeriği ve antioksidan aktiviteye katkı sağlayan antosiyanin düzeylerinde azalma meydana geldiği rapor edilmektedir (Kalt vd., 1999).

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı oranlarda kenevir tohumu pres keki unu ilavesinin (%0, %1, %2, %3, %4) yoğurdun kimyasal bileşimi, fonksiyonel özellikleri ve bazı fiziksel parametreleri üzerine etkileri ile 14 günlük soğuk depolama sürecindeki değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kenevir tohumu pres keki ununun yoğurt formülasyonunda fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Depolama sürecinin ilerlemesiyle birlikte yoğurt örneklerinde pH değerlerinin düşüş gösterdiği, buna karşılık titrasyon asitliği değerlerinin artış eğilimi sergilediği belirlenmiştir. Kenevir ilavesiyle birlikte özellikle başlangıç pH değerlerinde hafif bir yükselme, asitlik değerlerinde ise sınırlı bir azalma eğilimi belirlenmiştir. Depolama sonunda tüm örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen sınırlar içerisinde kalması, kenevir unu ilavesinin ürünlerin teknolojik açıdan uygunluğunu ve mikrobiyolojik açıdan güvenilirliğini olumsuz yönde etkilemediğini ortaya koymuştur. Kuru madde ve yağ içerikleri bakımından ise kenevir ilavesinin küçük artışlara neden olduğu, ancak bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli seviyede olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan kenevir oranlarının yoğurdun temel kimyasal bileşimi üzerinde sınırlı etkili olduğunu göstermektedir.

Kenevir tohumu pres keki unu ilavesinin yoğurtların fonksiyonel özellikleri üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Kenevir oranı arttıkça hem DPPH ve ABTS radikal giderme aktivitelerinde hem de toplam fenolik madde miktarında istatistiksel olarak önemli artışlar elde edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında özellikle yüksek kenevir oranlarında (%3–%4) antioksidan kapasitenin belirgin şekilde yükseldiği görülmüştür. Kenevir ununun kendi fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin yüksek olması, yoğurt örneklerinde gözlenen bu artışların başlıca kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgular, kenevir tohumu pres keki ununun yoğurt üretiminde doğal bir antioksidan ve fenolik bileşik kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Fiziksel özellikler açısından değerlendirildiğinde, kenevir ilavesinin viskozite, serum ayrılması ve su tutma kapasitesi üzerinde hem kenevir oranına hem de depolama süresine bağlı olarak etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte tüm örneklerde viskozite değerlerinde artış meydana gelmiş, depolama süresi sonunda özellikle %3 ve %4 oranında kenevir ilavesi içeren yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Bu durum, kenevir unundaki lif ve protein fraksiyonlarının depolama sürecinde yoğurt jel yapısına katkıda bulunduğunu ve yapısal dayanıklılığı artırdığını düşündürmektedir.

Serum ayrılması açısından bakıldığında, kenevir ilavesinin bazı oranlarda (özellikle orta düzey ilavelerde) kontrol grubuna kıyasla daha düşük serum ayrılması değerlerine yol açtığı, buna karşılık en yüksek ilave seviyesinde (%4) depolamanın ilerleyen günlerinde serum ayrılmasının arttığı belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi değerleri incelendiğinde ise, kenevir ilaveli örneklerin özellikle depolamanın başlangıcında kontrol örneğine göre daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu, depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalma eğilimi görülmekle birlikte kenevir içeren örneklerin genel olarak kontrol grubuna kıyasla daha yüksek değerleri koruduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kenevir tohumu pres keki ununun yoğurt matrisinde suyun tutulmasına katkı sağlayarak fiziksel stabiliteyi desteklediğini göstermektedir.

Genel olarak, kenevir tohumu pres keki unu ilavesi; yoğurtların yasal kalite kriterleri ile uyumlu ürünler elde edilmesini engellemeden, antioksidan kapasite ve fenolik bileşik içeriğini anlamlı düzeyde artırmış, viskozite ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özelliklerde de çoğunlukla olumlu etkiler oluşturmuştur. Uygun oranlarda kullanıldığında kenevir tohumu pres keki ununun hem kenevir yan ürünlerinin değerlendirilmesi hem de fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt formülasyonlarının geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Tüm analizler birlikte değerlendirildiğinde, kenevir tohumu pres keki unu ilavesinin %1-2 düzeyinde yoğurtların kimyasal özelliklerini olumsuz etkilemeden ve toplam fenolik madde içeriğinde anlamlı artışlar sağlarken, depolama süresince ürünün fiziksel stabilitesini korumuştur. Bu doğrultuda, 14 günlük soğuk depolama koşullarında yoğurt üretimi için %1-2 kenevir tohumu pres keki unu ilavesi uygun ilave düzeyi olarak değerlendirilmiştir.

7. ÖNERİLER

Yoğurt üretiminde kenevir tohumu pres keki unu ilavesi için %1–2 düzeyinin, kimyasal özellikleri olumsuz etkilemeden fonksiyonel fayda sağladığı ve fiziksel stabiliteyi koruduğu belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu oran, 14 günlük soğuk depolama koşulları için uygun ilave düzeyi olarak önerilmektedir.

Daha yüksek oranlarda (%3–%4) antioksidan kapasite artışı daha belirgin olmakla birlikte, fiziksel stabilite ve serum ayrılması açısından dikkatli değerlendirme yapılması önerilmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda duyu analizlerin ayrıntılı olarak incelenmesi, tüketici kabulü açısından önem taşımaktadır.

Farklı ısı işleme koşulları, homojenizasyon basınçları ve starter kültür kombinasyonlarının kenevir ilaveli yoğurtların kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılabilir.

Kenevir tohumu pres keki ununun farklı süt ürünlerinde (ayran, kefir, fermente süt bazlı içecekler vb.) kullanım potansiyelinin değerlendirilmesi, yan ürünlerin katma değerli şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abbas, F. M., & Osman, M. M. (1998). *Properties of Labneh-like products manufactured using acid and acid-rennet coagulations*.
- Akbal, Z. (2013). *Yoğurt üretiminde nane (Mentha species) ve kekik (Thymus vulgaris) ekstraktlarının kullanım olanaklarının araştırılması/The production of the yogurt investigating to mint (Mentha species) and thyme (Thymus vulgaris) extract usage possibilities*.
- Akın, M., Akın, M., & Vardan, H. (2009). *Emülsiyon Tekniği ile Tereyağ İçerisinde Kapsüllenen Lactobacillus Acidophilus ve Bifidobacterium Bifidum'un Stirred Tip Meyveli Yoğurtlarda ve in Vitro Koşullarda Canlı Kalma Süresinin Araştırılması*. (Sy. 108O004). TÜBİTAK.
- Akın, M. S., & Akın, M. B. (2016). Elma lifi ile zenginleştirilen set tipi yoğurtların bazı özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 94-104.
- Aksoylu, Z., Çağındı, Ö., & Köse, E. (2012). Bisküvinin fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda*, 10(3), 70-78.
- Al-Kadamany, E., Khattar, M., Haddad, T., & Toufeili, I. (2003). Estimation of shelf-life of concentrated yogurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 36(4), 407-414.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(4), 401-409.
- Andre, C. M., Hausman, J. F., & Guerriero, G. (2016). Cannabis sativa: The plant of the thousand and one molecules. *Frontiers in plant science*, 7, 19.
- Apostol, L., Popa, M., & Mustatea, G. (2015). Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(5), 10835-10844.
- Ayar, A., Sert, D., & Kalyoncu, İ. (2014). Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyusal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 8.
- Bouloc, P. (2013). *Hemp: A plant with a worldwide distribution. In Hemp: Industrial production and uses*. (ss. 1-3). CABI.
- Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140(1), 65-72.
- Celik, S., Bakırcı, I., & Şat, I. G. (2006). Physicochemical and organoleptic properties of yogurt with cornelian cherry paste. *International Journal of Food Properties*, 9(3), 401-408.
- Çağlar, A., & Çakmakçı, S. (1994). *Yoğurdun insan sağlığı ve beslenmesindeki rolü ve önemi*. (2-3).

- Çakmakçı, S., Türkoğlu, H., & Çağlar, A. (1997). Meyve çeşidi ve muhafaza süresinin meyveli yoğurtların bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(3).
- Çelik, Ş., Durmaz, H., Şat, İ. G., & Şenocak, G. Ş. (2009). Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 34(4), 213-218.
- ÇEVİK, G. (2013). *Peynir altı suyu tozu ve turunç ekstresi ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı özelliklerine etkilerinin araştırılması/Investigation of the effects of addition of whey powder (Past) and bitter orange extract on the some properties of probiotic yogurt*. [Doctoral dissertation].
- Dabija, A., Codină, G. G., Gâtlan, A. M., Sănduleac, E. T., & Rusu, L. (2018). Effects of some vegetable proteins addition on yogurt quality. Scientific Study & Research. *Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 19(2), 181-192.
- Demirkol, M. (2021). *Meyve Suyu İşleme Atıklarından Diyet Liflerinin İzolasyonu ve Yoğurt Üretiminde Kullanımı*.
- Doğan, N., & Doğan, C. (2021). Mucizevi bitki kenevir'in (cannabis sativa l.) gıda endüstrisinde kullanımı. *Bozok Veterinary Sciences*, 2(2), 47-56.
- Enarevba, D. R., & Haapala, K. R. (2024). The emerging hemp industry: A review of industrial hemp materials and product manufacturing. *AgriEngineering*, 6(3), 2891-2925.
- Erkaya, T., & Şengül, M. (2008). Yoğurtta aroma bileşenleri. *Hasad Gıda*, 24(278), 32-37.
- Evren, M., Şıvgın, E. T., & Mortaş, M. (2020). *Kenevirin insan beslenmesinde kullanımı ve antimikrobiyel aktivitesi*. P181. <https://gidakongresi2020.gtdkongreleri.com/assets/catalogs/TGK13P181.pdf>
- Flores-Sanchez, I. J., & Verpoorte, R. (2008). Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry reviews*, 7(3), 615-639.
- Gilliland, S. E., & Kim, H. S. (1984). Effect of viable starter culture bacteria in yogurt on lactose utilization in humans. *Journal of Dairy Science*, 67(1), 1-6.
- Grace, M. H., Yousef, G. G., Esposito, D., Raskin, I., & Lila, M. A. (2014). Bioactive capacity, sensory properties, and nutritional analysis of a shelf stable protein-rich functional ingredient with concentrated fruit and vegetable phytoactives. *Plant foods for human nutrition*, 69(4), 372-378.
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., & Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International journal of dairy Technology*, 58(3), 180-184.
- Hamann, W. T., & Marth, E. H. (1984). Survival of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in commercial and experimental yogurts. *Journal of Food protection*, 47(10), 781-786.

- Hashim, I. B. (2001). *Characteristics and acceptance of yogurt containing date palm products*. 25-26.
- Hayıt, F., & Gül, H. (2020). The importance of cannabis and its use in bakery products. *Electronic letters on science and engineering*, 16(1), 17-25.
- Hrušková, M., & Švec, I. (2015). Cookie making potential of composite flour containing wheat, barley and hemp. *Czech Journal of Food Sciences*, 33(6).
- Jarzębski, M., Smulek, W., Siejak, P., Rezler, R., Pawlicz, J., Trzeciak, T., & Fathordoobady, F. (2021). Aesculus hippocastanum L. as a stabilizer in hemp seed oil nanoemulsions for potential biomedical and food applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 887.
- Jozinović, A., AčkAr, Đ., Jokić, S., BABić, J., BAlentić, J. P., BAnožić, M., & ŠuBARIć, D. (2017). Optimisation of Extrusion Variables for the Production of Corn Snack Products Enriched with Defatted Hemp Cake. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(6).
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I., & Phillips, M. (2008). Survival of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium animalis ssp. Lactis in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1317-1322.
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., & Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(11), 4638-4644.
- Keller, A., Leupin, M., Mediavilla, V., & Wintermantel, E. (2001). Influence of the growth stage of industrial hemp on chemical and physical properties of the fibres. *Industrial crops and products*, 13(1), 35-48.
- Kızılaslan, N., & Solak, İ. (2016). Yoğurt ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12, 52-59.
- King, J. W. (2019). The relationship between cannabis/hemp use in foods and processing methodology. *Current Opinion in Food Science*, (28), 32-40.
- Koca, A. (2016). *Rendelenmiş Trabzon hurması, muz ve elme ilave edilerek üretilen kefir yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin depolama süresince değişimi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Koca, N., & Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda*, 30(4).
- Koçak, C., & Aydemir, S. (1995). Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*.
- Korus, J., Witeczak, M., Ziobro, R., & Juszczak, L. (2017). Hemp (Cannabis sativa subsp. Sativa) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT*, 84, 143-150.
- Longton, M. (1991). *The microstructure of yogurt*. (Sy. 580; ss. 1-26.). SIK yogurt.
- Lucey, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of dairy science*, 85(2), 281-294.

- Lukin, A., & Bitiutskikh, K. (2017). On potential use of hemp flour in bread production. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 113-118.
- McGregor, J. U., & White, C. H. (1987). Effect of sweeteners on major volatile compounds and flavor of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 70(9), 1828-1834.
- Middleton Jr, E., Kandaswami, C., & Theoharides, T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-751.
- Nakov, G., Trajkovska, B., Atanasova-Pancevska, N., Daniloski, D., Ivanova, N., Lučan Čolić, M., & Lukinac, J. (2023). The influence of the addition of hemp press cake flour on the properties of bovine and ovine yoghurts. *Foods*, 12(5), 958.
- Nissen, L., Zatta, A., Stefanini, I., Grandi, S., Sgorbati, B., Biavati, B., & Monti, A. (2010). Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia*, 81(5), 413-419.
- Norajit, K., Gu, B. J., & Ryu, G. H. (2011). Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food chemistry*, 129(4), 1919-1925.
- Onay, A., Haspolat, Y. K., & Türken, A. (t.y.). *Endüstriyel kenevir tohumlarının proteinleri, yağları ve bir besin kaynağı olarak potansiyel kullanımları*.
- Otaibi, M. A., & Demerdash, H. E. (2008). Improvement of the quality and shelf life of concentrated yoghurt (labneh) by the addition of some essential oils. *African Journal of Microbiology Research*, 2(7), 156-161.
- Özer, H. B. (2006). *Yoğurt bilimi ve teknolojisi*. Sidas.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2009). *Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği* (Sy. 2009/25).