



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHVELİ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE ÇEKİRGE PROTEİN
TOZUNUN SÜT TOZU YERİNE KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

SEVGİ SÜMER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**



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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHVELİ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE ÇEKİRGE PROTEİN
TOZUNUN SÜT TOZU YERİNE KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

SEVGİ SÜMER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2025**

TEŐEKKÖR

Tezin konusunun seçiminde, uygulanmasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Musa Serdar AKIN ve değerli hocam Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN a teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bana destek olan sevgili aileme canım oğlum Poyraz'a ve arkadaşım Esmâ TEKİN e teőekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Probiyotikler	5
2.2. Yoğurt	5
2.3. Yenilebilir Böcekler ve Çekirge	6
2.4. Çekirge Yetiştiriciliği	9
2.5. Tüketici Kabulü	9
2.6. Gıda Güvenliği	10
2.7. Helal Kavramı	10
2.8. Çekirge Proteinin Gıdalarda Kullanımı	11
3. GEREÇ VE YÖNTEM	13
3.1. Gereç	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Yoğurt Üretimi	14
3.2.2. Yoğurt Analizleri	15
3.2.2.1. pH Tayini	15
3.2.2.2. Asitlik Tayini	15
3.2.2.3. Kurumadde Tayini	16
3.2.2.4. Serum Ayrılması	17
3.2.2.5. Renk Analizi	18
3.2.2.6. Protein Tayini	19
3.2.2.7. Viskozite	19
3.2.2.8. Su Tutma Kapasitesi	20
3.2.2.9. Tekstürel Analizler	20
3.2.2.10. Mikrobiyolojik Analizler	21
3.2.2.10.1. <i>Streptococcus Thermophilus</i> Sayısı	21
3.2.2.10.2. <i>Lactobasillus Acidophilus</i> Sayısı	21
3.2.2.10.3. <i>Bifodobacterium Animalis Subsp. Lactis</i> (BB-12) Sayısı	21
3.2.2.10.4. Maya ve Küf Analizi	23
3.2.2.11. Duyusal Analiz	23
3.2.2.12. İstatistiksel Analizler	23
4. BULGULAR	24
4.1. Probiyotik Yoğurtların Bileşimi	24
4.1.1. Kurumadde.....	24
4.1.2. Yağ	24
4.1.3. Yağsız Kurumadde	25

4.1.4. Protein	25
4.2. Fizikokimyasal Özellikler	26
4.2.1. pH	26
4.2.2. Titrasyon Asitliği (% l. a.) Değerleri	29
4.2.3. Serum Ayrılması	30
4.2.4. Su Tutma Kapasitesi	32
4.2.5. Viskozite	33
4.3. Renk	35
4.4. Tekstürel Özellikler	37
4.4.1. Sertlik (firmness) Değerleri	37
4.4.2. Dış Yapışkanlık (adhesiveness) Değerleri	40
4.4.3. İç Yapışkanlık (cohesiveness) Değerleri	41
4.4.4. Sakızımsılık Değerleri	43
4.4.5. Kıvam Değerleri	44
4.5. Mikrobiyolojik Özellikler	46
4.5.1. <i>Streptococcus Thermophilus</i> Sayısı (log kob g-1)	47
4.5.2. <i>Lactobacillus Acidophilus</i> Sayısı (log kob g-1)	48
4.5.3. <i>Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis</i> (BB-12) Sayısı	50
4.5.4. Maya ve Küf Sayımı	52
4.6. Duyusal Özellikler	53
4.6.1. Renk ve Görünüş Değerlendirilmesi	53
4.6.2. Yapı ve Kıvam Değerlendirilmesi	55
4.6.3. Tat ve Koku Değerlendirilmesi	57
4.6.4. Genel Kabul Edilebilirliğin Değerlendirilmesi	59
5. TARTIŞMA	61
5.1. Kimyasal Bileşim	61
5.2. Fizikokimyasal Özellikler	62
5.3. Renk	65
5.4. Tekstürel Özellikler	66
5.5. Mikrobiyolojik Özellikler	70
5.6. Duyusal Özellikler	73
6. SONUÇLAR	77
7. ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHVELİ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE ÇEKİRGE PROTEİN TOZUNUN SÜT TOZU YERİNE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

SEVGİ SÜMER

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışman: Prof. Dr. Musa Serdar AKIN
Yıl: 2025, Sayfa : 88

Bu çalışmada kahveli probiyotik yoğurt üretiminde süt tozu yerine çekirge protein tozu kullanılarak yoğurtların besinsel özelliklerinin artırılması ve alternatif gıdalar için sürdürülebilir ham madde kaynaklarının çeşitlendirilmesi amaçlanmıştır.

Buna göre beş farklı kahveli probiyotik yoğurt üretimi (A: Kontrol %0.0, B:%0.5, C:%1 D:%2 ve E:%3 oranında çekirge protein tozu ilaveli) gerçekleştirilerek 21 gün süre ile +4 °C de depolanmış ve depolamanın 1. 11. ve 21. günlerinde fizikokimyasal, tekstürel, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenerek elde edilen bulgular karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların birçok özelliğini (protein, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite, su tutma kapasitesi, L*, a* ve b* renk değerleri, yapı ve kıvam, tat ve koku, genel kabul edilebilirlik puanları, *S.thermophilus*, *L.acidophilus* ve *Bifidobacterium* (BB-12) bakteri sayıları ve sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve kıvam değerleri) istatistiksel olarak etkilediği (p <0.05) belirlenmiştir.

Sonuç olarak en çok kabul gören kahveli probiyotik yoğurtların %1 çekirge protein tozu ilaveli yoğurtlar olduğu ve çekirge protein tozunun yoğurtta protein kaynağı olarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELE: Çekirge protein tozu, yenilebilir böcekler, probiyotik yoğurt, sürdürülebilir gıdalar

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATING THE POSSIBILITY OF USING GRASSHOPPER PROTEIN POWDER INSTEAD OF MILK POWDER IN THE PRODUCTION OF PROBIOTIC YOGHURT WITH INSTANT COFFEE

SEVGİ SÜMER

**HARRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE EDUCATION**

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Musa Serdar AKIN

Year: 2025, Page : 88

In this study, it was aimed to increase the nutritional properties of yoghurts and diversify sustainable raw material sources for alternative foods by using grasshopper protein powder instead of milk powder in the production of probiotic yoghurts with coffee.

Accordingly, the production of probiotic yogurt with five different coffees (A: Control 0.0%, B:0.5%, C:1% D:2% and E:3% with the addition of grasshopper protein powder) were carried out and stored at +4 C for 21 days and stored at 1. Accordingly, the production of probiotic yogurt with five different coffees (A: Control 0.0%, B:0.5%, C:1% D:2% and E:3% with the addition of grasshopper protein powder) were carried out and stored at +4 C for 21 days and stored at 1. 11. and 21. the physical, chemical, textural, sensory and microbiological properties of the days were examined and the findings obtained were compared and discussed.

The addition of grasshopper protein powder to probiotic yogurts with coffee has many properties of yogurts (protein, pH, titration acidity, serum separation, viscosity, water retention capacity, L*, a* and b* color values, structure and consistency, taste and smell, general acceptability scores, P. The addition of grasshopper protein powder to probiotic yogurts with coffee has many properties of yogurts (protein, pH, titration acidity, serum separation, viscosity, water retention capacity, L*, a* and b* color values, structure and consistency, taste and smell, general acceptability scores, P. thermophilus, L. acidophilus and Bifidobacterium (BB-12) bacteria numbers and hardness, external stickiness, internal stickiness, gumminess and consistency values were determined to be statistically affected ($p < 0.05$).

As a result, it was seen that the most accepted coffee probiotic yoghurts were those with 1% locust protein powder added, and that locust protein powder could be considered as a protein source in yoghurt.

KEYWORDS: Grasshopper protein powder, edible insects, probiotic yogurt, sustainable foods

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Geleneksel çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında çekirge ve un kurdunun çevresel ayak izi (Andaç ve Yılmaz Tuncel, 2023)	8
Şekil 3.1. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurt Üretim Şeması.....	14
Şekil 3.2. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların İnkübasyon Aşaması	15
Şekil 3.3. Kurumadde tayini ile ilgili görseller	17
Şekil 3.4. Serum Ayrılması Tayini Görseli	18
Şekil 3.5. Renk Tayini Görseli	19
Şekil 3.6. Viskozite Tayini Görseli	20
Şekil 3.7. Mikrobiyolojik analizde kullanılacak materyallerin UV ışın sterilizasyonu görseli	22
Şekil 3.8. Mikrobiyolojik analiz aşaması görseli	22
Şekil 3.9. Mikrobiyolojik analiz besiyeri hazırlanması ve inkübasyon aşaması görseli	23
Şekil 4.1. Yoğurtların pH değerlerinin depolama süresindeki değişimi	28
Şekil 4.2. Yoğurtların titrasyon asitliği değerinin (%l. a.) depolama sürecindeki değişimi	30
Şekil 4.3. Yoğurtların serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimi ..	31
Şekil 4.4. Yoğurtların su tutma kapasitesinin depolama sürecindeki değişimi	33
Şekil 4.5. Yoğurtların viskozite değerlerinin depolama süresince değişimi	34
Şekil 4.6. Yoğurtların Sertlik değerinin depolama süresince değişimi	39
Şekil 4.7. Yoğurtların Dış Yapışkanlık değerinin depolama süresince değişimi	41
Şekil 4.8. Yoğurtların İç Yapışkanlık değerinin depolama süresince değişimi	43
Şekil 4.9. Yoğurtların Sakızımsılık değerinin depolama süresince değişimi	44

Şekil 4.10. Yoğurtların Kıvam değerinin depolama süresince değişimi	45
Şekil 4.11. Yoğurtların Streptococcus thermophilus sayılarının depolama süresince değişimi	48
Şekil 4.12. Yoğurtların Lactobacillus acidophilus sayılarının depolama süresince değişimi	49
Şekil 4.13. Yoğurtların Bifidobacterium (BB-12) sayılarının depolama süresince değişimi	51
Şekil 4.14. Yoğurtların renk ve görünüş puanlarının depolama süresindeki değişim.....	55
Şekil 4.15. Yoğurtların yapı ve kıvam puanlarının depolama süresindeki değişimi..	57
Şekil 4.16. Yoğurtların tat ve koku değerlerinin depolama süresindeki değişimi	59
Şekil 4.17. Yoğurtların genel kabul edilebilirlik değerlerinin depolama süresindeki değişimi	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. TKG Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun ürün özellikleri (Anonim, 2022)	6
Çizelge 2.2. Bazı yenilebilir böceklerin ortalama protein, yağ ve enerji içeriği (Sogari ve ark., 2019)	7
Çizelge 2.3. 100 Gram Çekirge, İpek Böceği ve Kırmızı Etin Protein içeriği (Premalatha ve ark., 2011)	9
Çizelge 4.1. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Bileşimi	24
Çizelge 4.2. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Bazı Fizikokimyasal Özellikleri	27
Çizelge 4.3. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Renk (L*, a* ve b*) Değerlerindeki Değişim	36
Çizelge 4.4. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Tekstürel Özelliklerindeki Değişim	38
Çizelge 4.5. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim	46
Çizelge 4.6. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Duyusal Özelliklerindeki Değişim	54

SİMGELER

g	Gram
L	Litre
log	Logaritma
kg	Kilogram
mg	Miligram
mL	Mililitre
N	Normal
° C	Santigrad derece
%	Yüzde

KISALTMALAR

CFC	Kloroflorokarbonlar
CH₄	Metan
CO₂	Karbondioksit
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
IPPC	Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktif
N₂O	Nitroz Oksit
Ppm	Milyonda Bir
TGK	Türk Gıda Kodeksi

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yerleşik hayata geçişi Neolitik Dönemle başlamakta ve dünyanın nüfuslanma süreci yerleşik hayatın incelenmesiyle mümkün olmaktadır. Neolitik dönemden yıllar sonra meydana gelen teknolojik gelişmelerle birlikte hem insanoğlunun ortalama yaşam süresi artmış hem de nüfusun artış oranı hızlanmıştır. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda her yıl aramıza 97 milyon insan katıldığı tahmin edilmektedir. Bu artış gelecekte de devam ederse 2075 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık 30 milyara yükseleceğini ön görülmektedir (Çamurcu, 2005).

Su buharının ve karbondioksit (CO₂), diazotmonoksit (N₂O), klorflorkarbonlar (CFCs), metan (CH₄) gibi gazların atmosferde birikmesi suretiyle yeryüzünden yansıyan ışınların bir miktarını absorbe etmesiyle birlikte yeryüzüne yakın bölümlerinde sıcaklığın artması sera etkisi olarak ifade edilmektedir (Özdemir ve ark., 2020).

Endüstriyel gelişimle beraber artan sera etkisi ozon tabakasının incelmesine dolayısıyla dünyanın ortalama sıcaklığını arttırmak suretiyle küresel ısınmaya yol açması beklenmektedir. Geçmişten günümüze kadar yüzey sıcaklığında düzenli bir artış olmaktadır. Uluslararası Bitki Koruma Birliği'nin (IPCC) konuyla ilgili raporunda 2100 yılına kadar yeryüzü yüzey sıcaklığının ortalama olarak 1.4-5.8 °C civarında artması ve atmosferdeki CO₂ oranının da 540-970 ppm civarında olması beklenmektedir (Yaşar ve ark., 2021).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre nüfus artış hızları da farklılık gösterebilmektedir. Genel kapsamda gelişmiş ülkelerin nüfus artış hızı %0,5-1 civarındayken gelişmekte olan ülkelerde bu oranın %2-3 olduğu gözlemlenmektedir. Gelişmişlik düzeyine göre nüfus artış hızındaki bu farklılık dünyanın demografik yapısında önemli değişimlere sebep olmaktadır. Hızlı nüfus artışının getirdiği olumsuzluklar arasında gelişmekte olan ülkelerde kalkınma hızlarının yavaşlamasına kaynakların yetmemesi sayılabilir. Bu olumsuzluklarla birlikte ekonomik ve sosyal sorunların yaşanabileceği de ön görülmektedir. Gelişmiş ülkelerin endişesi ise bu dengesiz nüfus artışının doğuracağı nüfuslanma probleminin dünyanın sosyoekonomik dengesini bozacağı düşüncesidir (Çamurcu, 2005).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre kişi başına düşen protein ve kalori değerlerinin son 40 yıllık dönem içerisindeki bitkisel ve hayvansal gıdalara göre

değişim oranları Gıda ve Tarım Örgütü'nce (FAO) incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda gelişmiş ülkelerde tüketilen proteinin yapısına göre hayvansal gıdalardan alınan miktarının %56-%57 olduğu tespit edilerek yıllara göre düzenli bir yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise tüketilen proteinin 1960 yıllarda %83'lük kısmının bitkisel ürünlerden sağlandığı, 2000'li yıllardan itibaren ise bu oranın %70'lere kadar düştüğü ve hayvansal gıdalardan alınan protein miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin sonucuna göre ülkelerin ekonomik gelişmişlikleri arttıkça, tüketilen gıdaların çeşitliliğinin arttığı ve hayvansal besin ihtiyacının daha çok önem kazandığı görülmektedir. Ancak gelişmemiş ülkelerin tamamı için bu değişimin gerçekleştiğinin söylemek mümkün değildir. Büyüyen ekonomileri ve beslenme alışkanlıklarıyla dikkat çeken Çin ve Hindistan'ın hayvansal ürünleri daha çok talep ettiği söylenebilmektedir. Gıda fiyatlarının sürekli olarak artması, çok sayıdaki ülkenin fakirleşmesine ve gıdaya ulaşmalarının daha da zorlaşması ile önümüzdeki yıllarda bu sonucun değişmesi ön görülmektedir (Gürlük ve Turan, 2008).

Dünya nüfusunun artmasıyla gıda talebi de küresel olarak artmaktadır. Bu artış aynı zamanda sürdürülemez hasat ve üretim uygulamalarının da artmasına yol açmaktadır. Bu uygulamaların sonucunda orman tahribatı, habitat kaybı, yüksek miktarda hayvan yetiştirilmesi ve sera etkisinin de artacağı öngörülmektedir. Bu sebeple kırmızı et tüketiminin azaltılarak, toprak ve su kullanımını azaltmaya ve sürdürülebilir gıdaların üretimine yönelik alternatif faaliyetlerin başlatılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Andaç ve Tuncel, 2023).

Dünya'da ortalama yıllık et tüketim değerleri 1961 yılında kişi başı 23.1 kg iken, bu değerin 2011 yılında artarak kişi başı 42.20 kg olduğu görülmektedir. Dünya genelinde kişi başı ortalama et tüketiminin 2100 yılında gelindiğinde ise 41 kg/yıl olacağı ve et gereksiniminin ise toplam 460 milyon ton civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bu ihtiyaç için ise besin maddesi olarak pek düşünülmeyen yenilebilir böceklerin hayvansal protein açısından tekrar gündeme gelmeye başlayacağı düşünülmektedir (Gökırmaklı ve Bayram, 2018).

İnsanlar günlük beslenme ihtiyacını karşılamak amacıyla dünyada birçok bölgede ve ülkede yenilebilir böcekleri tüketmektedir. Günümüzde yaklaşık olarak 2000'den fazla böcek türü gıda maddesi olarak tüketilmektedir. Böcek türlerinin yaklaşık 679'unun Amerika'da, 524'ünün Afrika'da, 349'unun Asya'da, 152'sinin Avustralya'da ve 41'inin ise Avrupa kıtasında bulunduğu söylenmektedir. En fazla

yenilebilir böcek türüne ev sahipliği yapan ülke ise Meksika'dır. Böcek tüketimine bakıldığında ise %31 ile en çok tüketilen böcek türü kınkanatlılar (*Cloptera*) olup bunu %18 ile tırtıllar (*Lepidoptera*), %14 ile arılar ve karıncalar (*Hymanoptera*) ve %13 ile çekirge ve kriket (*Orthoptera*) izlemektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde insan beslenmesinde çekirgenin önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda da çekirgenin yüksek protein içeriğiyle ön plana çıktığı dikkat çekmektedir (Karaman ve Bozok, 2019).

Çevresel etkileri incelendiğinde çekirgenin birçok hayvandan daha düşük oranlarda sera gazı yaydığı görülmüştür. Çekirge yetiştiriciliğinde büyük arazilere gereksinim duyulmamaktadır. Diğer birçok hayvanla kıyaslandığında çekirgenin birim miktar protein üretebilmek için yaklaşık 7-8 kat daha az besin maddesi tükettiği görülmektedir. Bunun da sürdürülebilirlik bakımından oldukça önemli olduğu bildirilmektedir (Karaman ve Bozok, 2019). Bu bağlamda böcekler alternatif protein kaynağı olarak küresel protein ihtiyacını karşılamaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Unlu mamüllerde böcek unu ile zenginleştirme çalışmaları oldukça yaygınken diğer gıdalarda kullanım çalışmaları devam etmektedir (Seyhan ve Nakilcioğlu, 2022).

Yoğurt, sütün *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* kültürleriyle fermantasyonu ile elde edilen bir üründür. Laktik asit ile sütün pH'sı düşer bu da süt proteinlerinin pıhtılaşmasına neden olur. Bu da yoğurda karakteristik bir görünüm kazandırmaktadır. Yoğurt, insan sağlığı açısından faydalı ve besleyici bir süt ürünü olup, kalsiyum, çinko, potasyum, magnezyum ve riboflavin gibi birçok mikro besin içermektedir (Ahmad ve ark., 2022). Beslenme açısından önemli bir rolü olan yoğurt fonksiyonel bir gıda maddesi şeklinde de tüketilmektedir (Horzum, 2016).

Probiyotikler genel olarak insan sağlığını desteklemek ve güçlendirmek amacıyla, gıdaya veya gıda katkı maddelerine ilave edilen mikrobiyal preparatlar olarak tanımlanabilir. Probiyotik mikroorganizmaların en önemli grubu laktik asit bakterileri oluşturmakta özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Uymaz, 2010).

Probiyotik bakteriler metabolizmaya pozitif katkıda bulunmakta ve bazı zararlı gıda bileşenlerini parçalayarak istenmeyen bakterilerin toksik metabolitler üretmelerini engellemektedir. Ayrıca bu bakterilerin; bağışıklık sisteminin

düzenlenmesi, laktozun hidrolize edilmesi, serum kolesterol düzeyinin dengelenmesi gibi birçok faydası da bilinmektedir (Erkmen, 2000). Probiyotikler başta yoğurt, fermente süt ürünleri ve diğer fermente gıdaların içerisinde doğal bir şekilde bulunmaktadır. Aynı zamanda yoğurt başta olmak üzere birçok ürünlere de dışarıdan ilave edilebilip fonksiyonel gıda bileşeni de olmaktadır (Gülbandılar ve Dönmez, 2017).

Buradan hareketle çalışmamızda probiyotik yoğurt üretiminde hayvansal proteinlere yeni bir alternatif olarak çekirge protein tozunun kullanım olanakları ve sürdürülebilirlik potansiyeli amaçlanmış ve farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla çekirge protein tozunun renginden kaynaklanan renk olumsuzluğunu (koyu kahverengi) gidermek amacıyla kahveli yoğurt üretimi tercih edilmiştir. Bunun için farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesiyle hazırlanan 5 ayrı kahveli probiyotik yoğurt üretilmiş ve 21 gün süreyle depolanarak, depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Probiyotikler

Probiyotik kelimesi “Yaşam için” manasına gelen ve latince “*pro*” ve “*bios*” köklerinden türetilmiştir. Konakçısının sağlığı üzerinde faydalı olan sindirim kanalı mikroorganizmaları veya bu mikroorganizmalarca üretilen ürünlerdir. Probiyotiklerin kullanımının insanlık tarihi kadar eski olduğu bununla beraber bilinçli olarak sağlıklı bir yaşam için kullanımlarının oldukça yeni olduğu bildirilmektedir. Günümüzde başta fermente süt ürünleri olmak üzere birçok gıda maddesi probiyotik ilave edilerek üretilmektedir (Işıdan, 2009).

Probiyotikler genellikle fermente süt ürünlerinde (peynir, yoğurt, kefir, kıyma vb.) starter kültür olarak eklenmektedir. Probiyotiklerin, vücutta sağlık açısından etkili olabilmeleri için genellikle bu bakterilerin probiyotik gıdalarda en düşük 10^6 - 10^7 kob/g-ml seviyelerinde bulunması gerekliliği ve probiyotik bir etki için ise günlük olarak 10^6 - 10^9 kob/g seviyesinde probiyotik alınması gerektiği bilinmektedir (Bilginer ve Çetin , 2019).

2.2. Yoğurt

Yoğurdun ilk kez göçebe Türk kavimleri tarafından tüketildiği tahmin edilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle bir süt ürünüdür. Kimyasal bileşim olarak süte benzeyen yoğurt, üretimi esnasında ilave edilen maddeler veya fermantasyon aşaması ile meydana gelen değişimlerden dolayı süttten farklıdır. Biyolojik değeri yüksek proteinler içerir ve süte göre sindirimi daha kolaydır. Bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardımcı olan ve besleyici değeri yüksek bir gıda olan yoğurdun aynı zamanda insan beslenmesinde de önemli bir yere sahip olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda antikarsinojenik ve antialerjik etkilerinin de olduğu ifade edilmektedir (Kızılaslan ve Solak, 2016).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun ürün özellikleri Çizelge 2.1.'deki gibi olmalıdır.

Çizelge 2.1. TGK Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun ürün özellikleri (Anonim, 2022)

	Yoğurt
Süt proteini (kütlece % en az)	3.0
Süt yağı (kütlece % en fazla)	15
Titrasyon asitliği (laktik asit olarak kütlece %)	0.6-1.5
Etanol (% hacim/ağırlık)	-
Toplam spesifik mikroorganizma (en az kob/g)	10 ⁷
Etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma (en az kob/g)	10 ⁶
Mayalar (kob/g)	-

2.3. Yenilebilir Böcekler ve Çekirge

Yağ içeriği ve ham protein bakımından zengin olan yenilebilir böceklerin içeriği gelişme aşamalarına ve türlerine göre farklılık göstermektedir. Çizelge 2.2. de bazı yenilebilir böcek türlerinin ortalama protein, yağ, lif ve enerji içerikleri gösterilmektedir. Yüksek mikro besin maddesi içeren yenilebilir böceklerin A, B₁–B₁₂, C, D, E, K vitaminlerince de zengin olduğu da yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir (Tekiner ve ark., 2022). Yenilebilir böcekler türüne göre çeşitlilik göstermekle beraber fosfor, magnezyum, potasyum, çinko, selenyum, demir gibi çeşitli mikro besinlerce de zengindir (Tang ve ark., 2019).

Çekirge

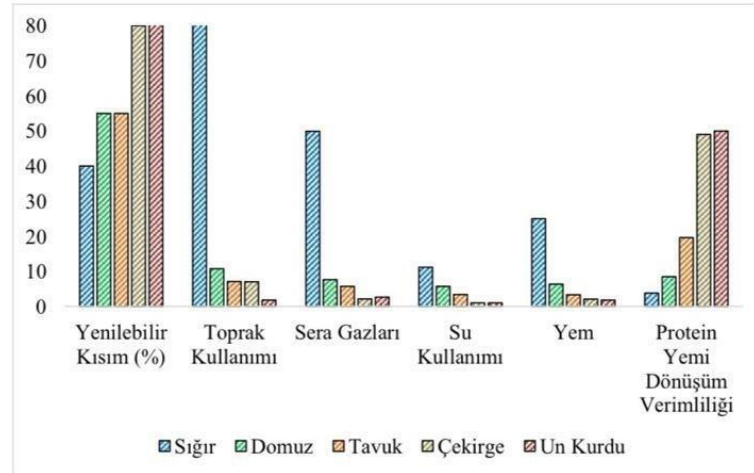
Dünyadaki çekirge türlerinin çoğu yenilebilir niteliktedir (Ramos Elorduy ve ark., 2012) Çekirge yüksek protein içeriğinin yanında antioksidanlar, çeşitli aminoasitler ve yağ asitlerini de içermektedir. Afrika, Asya ve Amerika'nın bazı bölgelerinde çekirge tüketimi yaygındır.

Çizelge 2.2. Bazı yenilebilir böceklerin ortalama protein, yağ ve enerji içeriği (Sogari ve ark., 2019)

Böcek Takımları	% Kurumadde de Protein	%Kurumaddede Yağ	Lif (%)	Enerji(kkal/100 g)
Hamamböceği (<i>Blattodea</i>)	57.30	29.90	5.31	-
Yetişkin böcekler, larvalar (<i>Coleoptera</i>)	40.69	33.40	10.74	490.30
Yarım kanatlılar (<i>Hemiptera</i>)	48.33	30.26	12.40	478.99
Karıncalar, arılar (<i>Hymenoptera</i>)	46.47	29.05	5.71	484.45
Termitler (<i>Isoptera</i>)	35.34	32.74	5.06	-
Kelebekler, güveler (<i>Lepidoptera</i>)	45.38	27.66	6.60	508.89
Yusufoçuklar, kızböcekleri (<i>Odonata</i>)	55.23	19.83	11.79	431.33
Çırcır böcekleri, çekirgeler (<i>Orthoptera</i>)	61.32	13.41	9.55	426.25

Her ne kadar tarihsel olarak yenilebilir böcekler uzun zamandır insanlar tarafından tüketilse de bazı ülkelerde tüketimi reddedilebilmektedir. Tüketicinin önündeki en büyük engel ise tüketici isteksizliğidir. Çekirgenin içeriğinin bilinmesi, tanıtımı, sürdürülebilir gıda olması ve besinlere toz formuna getirilip bileşen olarak eklenmesi kabul edilebilirliği arttırmayı sağlayabilmektedir (Siddiqui ve ark., 2023).

Şekil 2.1. incelendiğinde çekirgenin sığır, domuz ve tavuk gibi geleneksel çiftlik hayvanlarına kıyasla daha az su ve toprak kullanımında olduğu görülmektedir. Aynı zamanda daha az yem kullanmasına rağmen yemin proteine dönüşüm verimliliğinin de oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir. 2 kg yem kullanımı ile 1 kg protein üreten böceklerin yemi gıdaya dönüştürme oranı yaklaşık %50 dir (PonceReyes ve Lessard, 2021). Sığır, domuz, tavuk, un kurdu ve çekirgenin sera gazı yayılımı kıyaslandığında en az sera gazı yayılımının çekirge olduğu görülmektedir (Andaç ve Yılmaz Tuncel, 2023).



Şekil 2.1. Geleneksel çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında çekirge ve un kurdunun çevresel ayak izi (Andaç ve Yılmaz Tuncel, 2023)

*Su kullanım miktarı: Her 100 gram hayvan ağırlığı için gerekli olan miktar (ton)

*Yem: Her hayvanın 1 kg üretimi için gerekli olan miktar (kg)

*Protein Yem Dönüşüm Verimliliği: Yüzde (%)

*Yenilebilir Kısım: Yüzde (%) (Un Kurdu: %100)

*Arazi (toprak) Kullanımı: Her 100 gram proteini üretmek için gerekli olan alan (m²)(Sığır: 163.6 m²)

*Sera Gazları: Her 100 gram protein için üretilen miktar (kg CO²-e)

Çekirgenin bileşimi

- Protein içeriği bakımından oldukça zengindir,
- Kasların gelişiminde önemli rol alan 9 temel aminoasit içerir,
- Çekirgenin B₁₂ içeriği biftekten 20 kat daha fazladır,
- Magnezyum içerikleri ise bifteğe kıyasla 5 kat daha fazladır,
- Sütten daha yüksek kalsiyum oranına sahiptir,
- Doymuş yağ oranına oldukça düşüktür,
- Bağırsaklar için oldukça yararlı probiyotiklere sahiptir,
- Kitin bakımından oldukça zengindirler (Karaman ve Bozok, 2019).

Çizelge 2.3. de 100 gram Çekirge, İpek Böceği ve Kırmızı Etin Protein içeriği karşılaştırılmıştır. Çekirgenin protein içeriğinin kırmızı ete göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Premalatha ve ark., 2011).

Çizelge 2.3. 100 Gram Çekirge, İpek Böceği ve Kırmızı Etin Protein içeriği (Premalatha ve ark., 2011)

Gıda	Protein (gr)
Çekirge	61.1
İpek böceği	28.2
Kırmızı et	22.3

2.4. Çekirge Yetiştiriciliği

Dünya çapında yaklaşık 80 çekirge türü tüketilmektedir. Geleneksel yöntemde çekirgeler sabah saatlerinde hasat edilir. Çekirgeler sürü halinde olduğu için hasadı kolay yapılmaktadır. Çekirgeleri genellikle kadınlar ve çocuklar toplar. Çekirgeler hasat edildikten sonra bir gün aç bırakılır dışkısını atması beklenir. Ertesi gün ise kızartılır veya haşlanır ve yerel pazarlar da satılır (Van Huis ve ark., 2013).

Endüstriyel yetiştiricilikte ise 1 m² alanda 42 gün içerisinde yaklaşık 30 kg çekirge üretimi gerçekleştirilmektedir. Yine büyüme oranları, önemli oranda ortam sıcaklığına bağlı olup, optimum sıcaklık değerleri 27-30 °C'dir (Özek, 2016).

Tüketilen böceklerin %8 i endüstriyel yetiştiricilikle karşılanırken geri kalan %92 lik kısmı ise geleneksel yöntemle sağlanmaktadır (Demirci & Yetim, 2011).

İşleme aşaması ise yetişkin böcek kabulü ile başlar. Yenilebilir böceklerin 24 saat aç bırakılıp dışkısını atması beklenir. Bu sürenin sonunda eleme işlemi yapılır. Ardından 24 saat -20 °C de dondurulur. Yenilebilir böcek mikrobiyotasını düşürmek amacıyla 1-5 dakika arası kaynatma işleminde sonra mikroorganizma ve değişik sporların ürememesi için hızlı soğutma işlemi yapılır. Bu aşamaları dondurarak kurutma, paketlenme, etiketlenme ve depolama izler (Fraqueza ve Patarata, 2017).

2.5. Tüketici Kabulü

Yenilebilir böcekler besleyici özelliklerine rağmen özellikle gelişmiş ülkelerde tüketici tarafından tercih edilmemektedir (Imathiu, 2020). İnsanların böcek tüketme isteklerini etkileyen faktörler arasında yaşanan bölge, kültürel önyargılar, faydalarını biliyor olmak, daha önce yenilebilir böcek denemiş olmak ve tüketim şekli sayılabilir.

Amerika ve Hindistan ülkelerinde yapılan anketin sonucuna göre katılımcıların böcek tüketmeye karşı sergilediği en yaygın tutumun tikslenme olduğu tespit edilmiştir. Fakat katılımcıların sevdiği yemeklere yenilebilir böceklerin un formunda eklenmesiyle tüketiminin kabul edilebileceği de görülmüştür (Erdoğan ve ark., 2021). Yenilebilir böcekler işlenerek ve farklı ürünlere ilave edilmek suretiyle katkı bileşeni olarak kabul edilebilirliği arttırılabilir (Andaç ve Tuncel, 2023).

2.6. Gıda Güvenliği

Çevresel ve sosyal sorunlar gelişen yeni teknolojiler tüketicilerin güvenli gıdaya ulaşmasını engelleyebilmektedir. Ülkelerin en önemli konularının başında gıda güvenliği gelmektedir. Burada tüketicinin bilinçli olması gıda güvenilirliğini sağlamanın en önemli etkenidir (Onurlubaş ve Gürler, 2016).

Besin değerlerine rağmen yenilebilir böceklerin mikroorganizma, toksisite ve alerjik reaksiyonları gibi etkileri gıda güvenliği sorunlarına sebep olabilmektedir. Böceklerin alerjik reaksiyonları ile ilgili yapılan çalışmaların yetersizliği sebebiyle gıda güvenliği açısından dikkat edilmesi gerekmektedir (Karaman ve Bozok, 2019).

Cırcır böceği ile yapılan bir çalışmada günde 25 gram tam kriket tozu tüketmenin bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerindeki etkileri, güvenlik ve tolere edilebilirliği birlikte değerlendirilmiştir. Bu altı haftalık, çift kör, kontrollü diyet çalışmasına yirmi sağlıklı yetişkin katılmıştır. Katılımcılar iki çalışma koluna ayrılmıştır. Bir grup 14 gün boyunca cırcır böceği içeren bir öğün tüketirken, kontrol grubu kahvaltı yiyecekleri tüketmiştir. Karaciğer fonksiyonları ve mikrobiyota değişikliklerini değerlendirmek için başlangıçta ve her tedavi periyodunun ardından kan ve dışkı örnekleri toplanmıştır. Sonuç olarak çalışılan dozda cırcır böceği tüketiminin tolere edilebilir olduğunu ve toksik olmadığı ortaya çıkmıştır. Cırcır böceği tozu kullanan grupta 5.7 kat daha fazla probiyotik bakteri *Bifidobacterium animalis* saptanmıştır. Fakat bu etkileri ve altta yatan mekanizmaları anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Stull ve ark., 2018).

2.7. Helal Kavramı

Tüketicilerin ürün tercihlerinde dini inançları ön planda tuttuğu bilinmektedir. Müslüman tüketicilerin helal özellikte ürün arayışı mevcuttur. Kuran-ı Kerim’de geçen helal kavramı yapılması veya yenilip içilmesi yasaklı olmayan, serbest bırakılan şey anlamına gelir. Böcek türleri arasında çekirgenin istisnai olarak Peygamberimiz Hz.

Muhammed Mustafa (s.a.v) tarafından helal olduğu ifade edilmiştir. Dört mezhep açısından da çekirgenin yenilmesi helal olarak görülmüştür (Boran, 2020).

2.8. Çekirge Proteinin Gıdalarda Kullanımı

Sosislere et bağlayıcısı olarak patates nişastası yerine çekirge unu kullanımının denendiği, sosislerin protein içeriğini ve çekirgenin tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin artırılmasının amaçlandığı bir çalışmada; çekirgeler kavurma aşamasından sonra un haline getirilmiş ve kullanılan çekirge unu yaklaşık olarak %45 protein, %48 nem ve %6,7 yağ içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Çalışmada %0, %3, %5, %7 ve %10 çekirge unu, aynı sıra ile %10, %7, %5 %3 ve %0 patates nişastası eklenmiştir ($p<0.05$). Örneklerin içerdiği çekirge unu miktarının artmasıyla protein içeriği de anlamlı artış göstermiştir ($p<0.05$). Duyusal analizlerde panelist değerlendirmelerine göre F1 ve F2 en çok beğenilen formülasyon olmuştur. Kontrol numunesine kıyasla tüm numunelerin sertlik seviyesinin artış gösterdiği değerlendirilmiş ve F2 numunesinin en yüksek sertlik seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Çiğneme özelliklerinin ilave edilen çekirge ununun artmasıyla paralel bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda çekirge ununun pigment işlevi görerek sentetik boyalara alternatif olabileceği düşünülmüştür. Sonuç olarak çekirge ununun sosislerde bağlayıcı olarak kullanılabileceği ve tekstür parametreleri dikkate alındığında nişasta ilave edilen numunelere göre başarılı sonuçlar elde edildiği ifade edilmiştir (Cruz-López ve ark., 2022).

Çelik, (2022), beş temel sosa (hollandes, espanyol, domates sos, beşamel ve veleute) çekirge (*Locusta migratoria*) tozu ilave ederek sosların duysal ve fizikokimyasal özelliklerini incelemiştir. Çekirgeler haşlanıp kurutularak toz formuna getirilmiş ve her bir sos için kontrol numunesi ve %5 oranında çekirge tozu ilave edilen formülasyonu hazırlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre pH, renk ve duysal analizlerde herhangi bir olumsuz sonuç elde edilmemiştir. Panelist değerlendirmesine göre en beğenilen formülasyonlar çekirge tozunun ilave edildiği yenilebilir beşamel sos ve yenilebilir hollandes sos olmuştur. Protein analizi sonuçlarına göre ise çekirge ilave edilen sosun kendi kontrol numunesi ile kıyaslandığında protein oranının arttığı gözlenmiş ve çekirgenin alternatif bir protein kaynağı olarak rahatlıkla kullanılabileceği belirtilmiştir.

Akande ve ark. (2020) çekirge ve ipek böceği tozu ilave ederek elde edilen bisküvi formülasyonlarının fizikokimyasal, dokusal ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada 3 örnek hazırlanmıştır. Kontrol numunesine %15

yağsız süt tozu diğer örneklerle ise yağsız süt tozu kadar çekirge ve ipek böceği tozu ilave edilerek bisküvi formülasyonu elde edilmiştir. Dokusal analiz sonuçlarına göre tüm örnekler yüksek yayılma oranı sergilemiştir. Çekirge tozu ilave edilen numunenin diğer numunelere göre mineral ve vitamin değerinin anlamlı ölçüde arttığı görülmüştür. İpek böceği ilave edilen formülasyonun yağ ve enerji içeriği diğer örneklerden daha yüksek seviyede olduğu değerlendirilmiştir. Çekirge tozu ilave edilen formülasyonun protein içeriği 43.2g/100g, ipekböceği ilave edilen formülasyonun protein içeriği ise 60.7g/100g olduğu analiz edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre panelistlerin en başarılı bulduğu formülasyon kontrol formülasyonu olmuş ancak çekirge tozu ve ipek böceği ilave edilen formülasyonların da kabul edilebilir seviyede olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma sonucunda yenilebilir böcekler kullanılarak besin içeriğinin arttırılabileceği ve böceklerin alternatif protein kaynağı olarak kullanılabileceği açıklanmıştır.

Indriani ve ark. (2020) kahverengi pirinç ve çekirge tozu kullanarak proteini zenginleştirilmiş keklerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada kontrol formülasyonu, %10, %20 ve %30 oranında çekirge tozu ilave edilen 4 numune hazırlanmıştır. Keklerin yağ ve kül analizleri sonuçlarında olumlu artışlar gözlemlenmiştir. %30 oranında çekirge tozu ilave edilen formülasyonun kontrol formülasyonuna göre protein içeriğinin 4 kat artış sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ise %20 oranında çekirge tozu ilave edilen kek formülasyonun panelistlerden en iyi puanları aldığı belirtilmiştir.

Haber ve ark. (2019) farklı oranlarda çekirge tozu ilave etmiş oldukları ekmeklerin reolojik özelliklerini, duyusal özelliklerini ve besin içeriğini inceledikleri çalışmalarında, kontrol formülasyonu, 100g/kg, 200g/kg ve 200g/kg yağsız çekirge tozu ilavesi eklenen 4 farklı ekmek numunesi hazırlanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre 100g/kg çekirge tozu ilave edilen formülasyon buğday ekmeğine benzer olarak değerlendirilirken, 200 g/kg çekirge tozu ilave edilen formülasyon değişik koku nedeniyle panelistlerden düşük puan almıştır. 200 g/kg çekirge tozu ilavesinin protein içeriğini %60 a kadar arttırdığı görülmüştür. Çekirge tozu ilavesinin ekmeklerin antioksidan aktivitesini arttırdığı ekmek kalitesini olumsuz etkilemediği ve sağlıklı beslenme için faydalı olabileceği beyan edilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurt üretiminde içeriği aşağıda belirtilen Pınar marka süt ve süt tozu kullanılmıştır. Starter kültür olarak ABT3 (*Lactobacillus acidophilus* A-5 (*L. Acidophilus* LA-5), *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ve *Streptococcus thermophilus*) (Chr. Hansen, Peyma-Hansen, Türkiye) liyofilize kültürü kullanılmıştır. Yoğurt üretiminde kullanılan çekirge protein tozu www.thailandunique.com sitesinden temin edilmiştir.

Süt bileşimi (%)

-%1.6 süt yağı

-% 3.2 protein

-%4.6 laktoz

-%0.8 kül

-%10.2 toplam km

Süt tozu bileşimi (%)

-%52 karbonhidrat

-%36 protein

-%1.25 yağ

-%0.75

Çekirge protein bileşimi (%)

-%78 protein

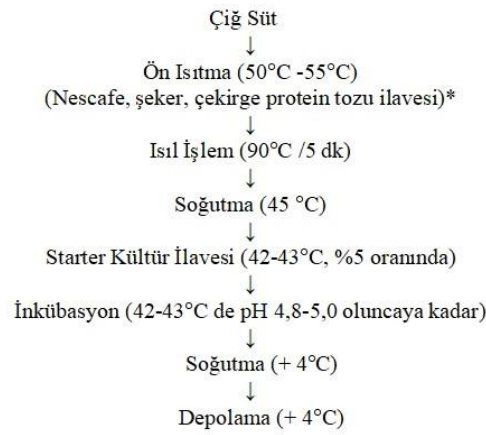
-%13 lif (fibre)

-%6 yağ

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt Üretimi

Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların üretiminde Tamime ve Robinson (1999) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Probiyotik yoğurt üretimi iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, üretim 5 farklı gruba ayrılarak 5 farklı probiyotik yoğurt üretilmiştir (A: Kontrol %0.0, B: %0.5 Çekirge protein tozu ilavesi, C:%1 Çekirge protein tozu ilavesi, D:%2 Çekirge protein tozu ilavesi, E:%3 Çekirge protein tozu ilavesi). Kontrol grubuna %3 yağsız süt tozu eklenmiştir. Diğer gruplara ise eklenen miktar çekirge protein tozu oranında azalarak devam etmiştir ve son örneğe yağsız süt tozu eklenmemiştir. Tüm örneklerin şeker oranı %10, kahve ilavesi ise %0.75 tir. Kullanılan süt 90 °C de 5 dk süreyle ısıl işleme tabi tutulmuştur. 45 °C ye soğutulan sütlere kültür ilave edilmiştir. İnkübasyon işlemi bittikten sonra +4°C de 21 gün depolanmıştır. Çekirge protein tozu ilaveli kahveli yoğurt üretimi akış şeması Şekil 3.1.de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurt Üretim Şeması



Şekil 3.2. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların İnkübasyon Aşaması

*Çekirge protein tozu oranları A: %0.0 B: %0,5 C: %1 D: %2 E: %3

3.2.2. Yoğurt Analizleri

3.2.2.1. pH Tayini

Üretilen yoğurt örneklerinin pH ölçümleri Mettler Toledo Seven Compact S220-K marka masa üstü pH metre kullanılarak doğrudan ölçülmüştür.

3.2.2.2. Asitlik Tayini

Potansiyometrik yöntemle yapılan asitlik tayininde yoğurt örneklerinin pH'sını 8.30 a kadar titre etmek için gerekli 0.1 N NaOH miktarı bulunuş sonuçlar kütlece % laktik asit cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Öner, Şanlıdere Aloğlu; 2020).

$$\%ToplamAsitlik = \frac{sx fx N x 0.009}{m} x 100 \quad (3.1)$$

s: Titrasyonda sarf edilen 0.1 N NaOH çözeltisi miktarı, ml

f: NaOH çözeltisinin faktörü N: NaOH'ın normalitesi m:

Titrasyon için alınan örnek miktarını, g

0.09: laktik asitin molekül ağırlığıyla ilgili katsayı

3.2.2.3. Kurumadde Tayini

Yoğurt örneklerinin kurumadde değerleri gravimetrik yöntem esas alınarak bulunmuştur (Anonim, 1992). Belirli miktardaki (3-5 gr arasında) yoğurt örnekleri 102 °C sabit tartıma gelinceye kadar tartım işlemi ve aşağıdaki formül kullanılarak % kurumadde hesabı yapılmıştır (Öner ve Şanlıdere Aloğlu; 2020).

$$\%KM = \frac{M1 - M0}{M2 - M0} \times 100 \quad (3.2)$$

KM: Kütlece toplam kurumadde

M0: Kurutma kabı

M1: Kurutma kabı ve örneğin kurutma sonrası ağırlığı

M2: Kurutma kabı ve örneğin ağırlığı



Şekil 3.3. Kurumadde tayini ile ilgili görseller

3.2.2.4. Serum Ayrılması

Yoğurdun protein ağında tutulan sıvı fazın ayrılması olarak tanımlanmaktadır. 25 gr yoğurt örnekleri 3 saat buzdolabı sıcaklığında bekletilip filtre kağıdı yardımıyla süzülmesi sağlanmış ve sonrasında ayrılan sıvı ölçülmüştür. Ayrılan serum miktarı aşağıdaki formül kullanılarak % olarak hesaplanmıştır (Öner, Şanlıdere Aloğlu; 2020).

$$\%AyrılanSerum = \frac{serummiktarı, g}{yogurtmiktarı, g} \times 100 \quad (3.3)$$



Şekil 3.4. Serum Ayrılması Tayini Görseli

3.2.2.5. Renk Analizi

Hunter Lab Color Quest (XE, UK) cihazı kullanılarak L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Buna göre; L^* değeri gün ışığı parlaklığını (0: siyah, 100: beyaz), a^* değeri yeşil-kırmızı rengi, b^* değeri mavi-sarı rengi ifade etmektedir (Öner ve Şanlıdere Aloğlu, 2020).



Şekil 3.5. Renk Tayini Görseli

3.2.2.6. Protein Tayini

Yoğurt örneklerinin protein tayini mikro kjeldal yöntemi kullanılarak % olarak hesaplanmıştır (IDF, 2000).

3.2.2.7. Viskozite

Yoğurdun kalite kriterleri için önemli bir analizdir. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların viskozite ölçümlerinde Brookfield DV-II Pro Viskozimetresi kullanılmıştır. Her ölçüm 4 numaralı başlıkla beş paralelli olarak 10 saniye dönmeden sonra yapılmıştır. Sonuçlar Centipoise (cP) cinsinden verilmiştir (Öner ve Şanlıdere Aloğlu, 2020).



Şekil 3.6. Viskozite Tayini Görseli

3.2.2.8. Su Tutma Kapasitesi

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi tayini için test tüpüne 25 ml yoğurt örnekleri 3000 rpm’de 15 dk santrifüjlendi. Süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra kalan tortu miktarı hesaplanmıştır ve aşağıdaki formül kullanılarak su tutma kapasitesi (WHC) hesaplanmıştır (Yüksel ve Erdem, 2009)

$$\%WHC = (\text{Presitat ağırlığı}/\text{örnek ağırlığı}) * 100$$

3.2.2.9. Tekstürel Analizler

Yoğurtların kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden biri de tekstürel analizlerdir. Tekstürel karakteristikleri sertlik, dış yapışkanlık iç yapışkanlık sakızimsılık ve kıvam değerleri olarak tanımlanmaktadır. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların tekstürel analizlerinde Tekstür Profil Analizatörü (TPA) kullanılmıştır (Öner ve Şanlıdere Aloğlu, 2020).

Analizde 50 mm çapında silindirik prop kullanılarak baskılama oranı %25, test hızı 1 mm/s tutma süresi 5 s, ilk ve son test hızları 5mm/s ve 1mm/s olarak ayarlanmıştır. Texture Expert Exceed Version 2V3 (Stable Micro Systems, 1998) ile hesaplama yapılmıştır (George ve ark., 2013).

3.2.2.10. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.2.10.1. *Streptococcus Thermophilus* Sayısı

Üretilen probiyotik yoğurt örneklerinden 1 g alınıp %0.1'lik steril peptonlu su ile karıştırıldı. Uygun dilisyonlar hazırlanıp bu dilüsyonlardan 1 mL ilave edilerek petrilere ekim yapıldı. M17 agar besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemi uygulanmıştır. M 17 agar'dan petri kaplarına 15-20 ml ilave edilerek rotasyon hareketi ile besiyeri ve sıvı iyice karıştırılmıştır. Petriler 72 saat 37°C'de aerobik olarak inkübe edilmiştir. Koloni sayımı elde edilen sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Ranasinghe ve ark., 2016).

3.2.2.10.2. *Lactobasillus Acidophilus* Sayısı

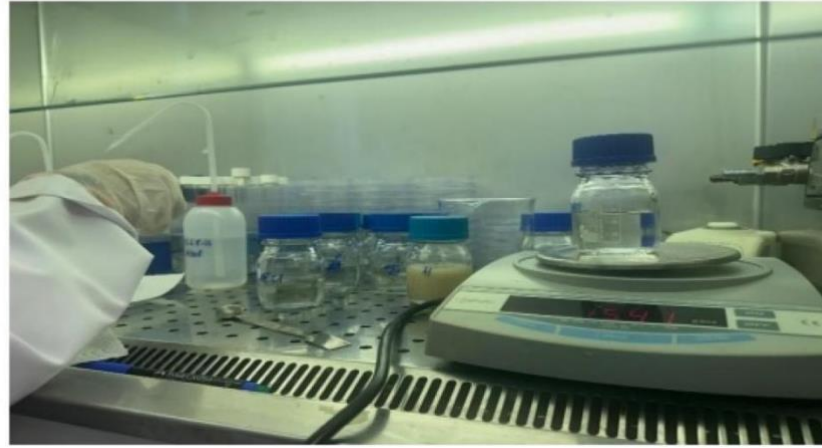
L. acidophilus sayımları için besiyeri olarak MRS-Sorbitol agar kullanılmış. Hazırlanan petri kapları ters çevrilerek 37°C'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen koloniler sayılmış ve elde edilen sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Mortazavian ve ark., 2007).

3.2.2.10.3. *Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis* (BB-12) Sayısı

Bifidobacterium spp. sayımında NNLP agar kullanılmıştır (Dave ve Shah, 1996). Hazırlanan petri kutuları ters çevrilerek 37°C'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona tabi tutulmuştur. Gelişen koloniler sayılmış ve elde edilen sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Celestin ve ark., 2015).



Şekil 3.7. Mikrobiyolojik analizde kullanılacak materyallerin UV ışın sterilizasyonu görseli



Şekil 3.8. Mikrobiyolojik analiz aşaması görseli



Şekil 3.9. Mikrobiyolojik analiz besiyeri hazırlanması ve inkübasyon aşaması görseli

3.2.2.10.4. Maya ve Küf Analizi

Maya ve küf sayısı PDA (Potato Dextrose Agar) besiyeri kullanılarak steril edildi. Hazırlanan besiyerleri 45 °C ye soğutulup dökme plak yöntemi kullanıldı. Ekimi yapılan petriler 5 gün süreyle 25 °C de inkübe edilmiştir.

3.2.2.11. Duyusal Analiz

Çekirge protein tozu ilave edilen kahveli probiyotik yoğurt örnekleri depolamanın 1., 11., ve 21. günlerinde 10 panelist tarafından duyusal değerlendirme yapılmış ve duyusal analiz değerlendirme formu doldurulmuştur.

3.2.2.12. İstatistiksel Analizler

Yapılan çalışmada "Tesadüf Parsellerin Faktöriyel Deneysel Tasarım" uygulanmıştır. SPSS 9.0 paket programı uygulanarak, Yoğurt x Depolama süresi x Tekrar (5x3x2) formülasyonu ile istatistiksel analizler elde edilmiştir. Örneklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimini belirlemek için varyans analizi uygulanmıştır. Duncan testi ile varyans analizinde önemli olanları belirlenmiştir. (Düzgüneş ve ark., 1987). Parametrik olmayan Kruskal Wallis testi de duyusal analizlerden elde edilen veriler için kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995).

4. BULGULAR

4.1. Probiyotik Yoğurtların Bileşimi

Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurt örneklerinin kurumadde, yağ, yağsız kurumadde ve protein içerikleri Çizelge 4.1 de verilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.1. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Bileşimi

Örnek	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)
A	22.33±0.14 ^a	1.60±0.03 ^a	20.73±0.11 ^a	4.40±0.07 ^a
B	22.40±0.19 ^a	1.65±0.02 ^a	20.75±0.15 ^a	4.63±0.06 ^{ab}
C	22.41±0.17 ^a	1.65±0.04 ^a	20.76±0.22 ^a	4.91±0.09 ^b
D	22.50±0.21 ^a	1.70±0.02 ^a	20.80±0.16 ^a	5.36±0.05 ^c
E	22.44±0.18 ^a	1.70±0.04 ^a	20.74±0.14 ^a	5.83±0.07 ^d

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

4.1.1. Kurumadde

Yoğurtta kurumadde miktarı istenilen doku ve yapının gelişmesinde önemli rol oynamakta olup yoğurdun besin değeri bakımından önemlidir. Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların kurumadde içeriği Çizelge 4.1 de verilmiştir. En düşük kurumadde içeriği A (Kontrol) örneğinde % 22.33 olarak bulunurken en yüksek kurumadde içeriği D örneğinde % 22.50 olarak analiz edilmiştir. Kontrol örneğine göre çekirge protein tozu ilave edilen örneklerin kurumadde içeriğinde bir miktar artış gözlenirse de istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$).

4.1.2. Yağ

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların yağ içeriği Çizelge 4.1 de verilmiştir. En düşük yağ içeriği kontrol örneği olan A örneğinde %1.60 iken en yüksek yağ içeriği E örneğinde %1.70 olduğu görülmektedir. Kontrol örneğine göre çekirge tozu ilave edilen örneklerin yağ içeriğinde bir miktar artış olsa da istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$).

Yapılan araştırmalarda yağ içeriği incelendiğinde çekirgenin % yağ içeriğinin %6 civarında olduğu belirtilmektedir (Aksoy ve El, 2021). Çekirge protein tozu

içeriğinde bulunan yağ miktarının yoğurtların yağ miktarını etkileyebileceği ancak ilave edilen çekirge protein tozu miktarının düşük oranlarda olmasından dolayı etkisinin olmadığı düşünülmektedir.

4.1.3. Yağsız Kurumadde

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların yağsız kurumadde içeriği Çizelge 4.1 de verilmiştir. En düşük yağ içeriği kontrol örneği olan A örneğinde %20.73 iken en yüksek yağsız kurumadde içeriği D örneğinde %20.80 olduğu görülmektedir. Kontrol örneğine göre çekirge protein tozu ilave edilen örneklerin yağsız kurumadde içeriğinde bir miktar artış olsa da istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır ($p < 0.05$).

4.1.4. Protein

Çekirgeler gerek protein ve gerekse diğer besin ögeleri açısından zengin olmalarından ötürü dünya çapında tüketimleri gerçekleştirilmektedir (Osmani ark., 2017). Protein içeriği yönünden oldukça değerli olan çekirgelerin bazı türlerinin proteinin içeriğinin kurumadede %77'ye kadar çıktığı bildirilmektedir (Ayensu ve ark., 2019)

Süt tozu yerine Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurt örneklerindeki protein artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). A kontrol grubu örneği Çizelge 4.1. de görüldüğü üzere protein miktarı %4.40 iken çekirge protein tozu ilavesindeki artmasıyla paralel artış göstererek %3 çekirge protein tozu ilave edilen E örneğinde protein miktarı %5.83 olarak analiz edilmiştir ($p < 0.05$).

Bu çalışmada çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtlarda saptanan protein oranlarının Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde belirtilen protein oranının üzerinde olduğu dolayısıyla ilgili tebliğe de uygun olduğu gözlenmektedir.

Kek üretiminde farklı oranlarda kahverengi pirinç kullanıldığı bir çalışmada çekirge tozu (Kontrol, %10, %20, %30) ilavesinin keklerin protein oranlarını önemli düzeyde arttırdığı ifade edilmiştir (Indriani ve ark., 2020).

Farklı oranlarda çekirge tozu ilave edilen ekmek formülasyonlarının protein miktarlarının incelendiği bir araştırmada; kontrol formülasyonu 100g/kg çekirge tozu

ilavesi, 200g/kg çekirge tozu ilavesi ve 200g/kg yağsız çekirge tozu ilavesi olmak üzere dört örnek hazırlanmıştır. Sonuç olarak 200g/kg çekirge tozu ilavesinin ekmeklerin protein oranını %60 a kadar arttırdığı bildirilmiştir (Haber ve ark., 2019).

Sosislere et bağlayıcısı olarak patates nişastası yerine çekirge unu kullanımını değerlendirildiği bir çalışmada; kontrol, F1, F2, F3, F4 olmak üzere 5 sosis numunesi hazırlanmıştır. Örneklerle sırasıyla %0, %3, %5, %7, %10 çekirge unu ilave edilmiş ve örneklerin çekirge unu miktarlarının artmasıyla birlikte protein miktarlarının da anlamlı artış gösterdiği belirtilmiştir ($p<0.05$) (Cruz-López ve ark., 2022).

Farklı bir çalışmada beş temel sosa (hollandes, espanyol, domates sos, beşamel ve veleute) çekirge tozu (*Locusta migratoria*) ilave edilerek sosların protein içeriğine bakılmış ve sonuçta kontrol numunelerine göre çekirge tozu ilave edilen örneklerin protein içeriğinin arttığı rapor edilmiştir (Çelik, 2022).

Yine farklı oranlarda çekirge tozu ilavesiyle (%1 ve %2) 3 kurabiye formülasyonu hazırlanmış ve kontrol örneğine göre çekirge unu ilavesi yapılan kurabiyelerin protein değerlerinin daha yüksek olduğu açıklanmıştır (Güney, Bedir ve Sarıal; 2024).

4.2. Fizikokimyasal Özellikler

Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresince pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite ve su tutma kapasitesi gibi fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.2 de gösterilmiştir ($p<0.05$).

4.2.1. pH

Yoğurt üretiminde kullanılmakta olan yoğurt bakterileri, fermentasyon sırasında ortamda bulunan süt şekerini parçalayarak laktik asit oluşturmakta ve yoğurdun pH sınırın düşmesine sebep olmaktadır. Arzu edilen pH değerine ulaşıldığında kazeini pıhtılaştırmakta ve yoğurda özgül jel yapısını meydana getirmektedir. Fermentasyon işlemi tamamlanan probiyotik yoğurtlarda, depolama periyodunca kullanılan kültür türüne bağlı olarak pH değeri çeşitlilik gösterebilmektedir (Donkor ve ark., 2006)

Çalışmada üretimi yapılan kahveli probiyotik yoğurtların pH değerleri Çizelge 4.2. den de görülebileceği gibi 4.24 ile 4.78 arasında değişiklik göstermiş, en yüksek

değer pH 4.78 ile A örneğinde (kontrol) depolamanın 1. gününde en düşük pH değeri ise 4.24 ile D örneğinde depolamanın 21. gününde saptanmıştır. Yoğurt üretiminde çekirge protein tozu ilavesi, yoğurtların pH değerinin düşmesine neden olmuş ve bu düşüş istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerlerinin kontrol örneğine göre daha düşük olmasının ilave edilen çekirge protein tozunun bakterilerin gelişimini teşvik etmiş olabileceği başka bir ifadeyle prebiyotik etkisinin olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

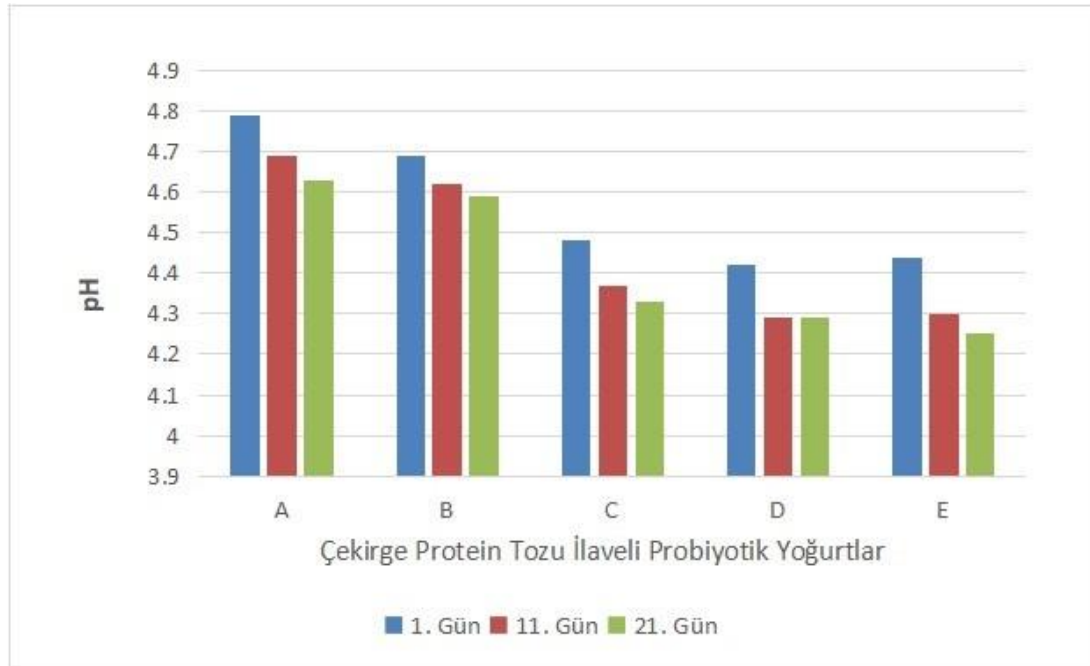
Örnek	Depolama Süresi	L*	a*	b*
A	1. gün	66.05±0.02 ^{a1}	4.82±0.02 ^{a1}	19.05±0.02 ^{a1}
	11. gün	65.33±0.01 ^{a1}	4.78±0.03 ^{a1}	18.78±0.04 ^{a1}
	21. gün	65.06±0.03 ^{a1}	4.68±0.04 ^{a1}	18.11±0.10 ^{a1}
B	1. gün	65.53±0.01 ^{a1}	5.27±0.01 ^{b1}	20.12±0.04 ^{b1}
	11. gün	64.74±0.02 ^{a1}	5.25±0.03 ^{b1}	20.01±0.06 ^{b1}
	21. gün	64.45±0.03 ^{a1}	5.15±0.03 ^{b1}	19.40±0.07 ^{b1}
C	1. gün	59.51±0.09 ^{b1}	6.42±0.05 ^{c1}	21.03±0.07 ^{c1}
	11. gün	58.12±0.12 ^{b1}	6.28±0.03 ^{c1}	20.48±0.04 ^{c1}
	21. gün	57.75±0.15 ^{b1}	5.95±0.06 ^{c1}	20.18±0.04 ^{c1}
D	1. gün	55.64±0.14 ^{c1}	6.79±0.04 ^{d1}	22.04±0.06 ^{d1}
	11. gün	55.44±0.24 ^{c1}	6.77±0.06 ^{d1}	21.56±0.04 ^{d1}
	21. gün	54.23±0.22 ^{c1}	6.46±0.06 ^{d1}	21.20±0.05 ^{d1}
E	1. gün	54.95±0.10 ^{d1}	6.95±0.05 ^{d1}	23.27±0.05 ^{e1}
	11. gün	52.61±0.21 ^{d1}	6.82±0.02 ^{d1}	22.57±0.07 ^{e1}
	21. gün	52.07±0.07 ^{d1}	6.54±0.03 ^{d1}	22.14±0.01 ^{e1}

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına, farklı rakamla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Bakterilerin, metabolik aktivite sonucu depolama sırasında laktoz, protein ve yağları parçalayarak ve asitliği yükselterek yoğurt örneklerinin pH değerlerini düşürdüğü bildirilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999). Yoğurt üretiminin temelini oluşturan laktik asit depolama sırasında artış gösterebilmektedir. Laktik asidin zamanla artışı pH değerinin düşmesine sebep olmaktadır (Akalin ve ark., 1998).

Kahveli probiyotik yoğurtların depolama periyodundaki pH değerlerinin değişimleri Şekil 4.1. de verilmiştir. Buna göre probiyotik yoğurtların pH değerlerinin depolama süresince düzenli olarak bir azalma gösterdiği saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kahveli probiyotik yoğurtların pH değerleri üzerinde depolama süresinin etkisi tüm örneklerde önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.



Şekil 4.1. Yoğurtların pH değerlerinin depolama süresindeki değişimi

Yapılan bir çalışma da farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge (*Oxya chinensis sinuosa*) tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurtların pH'sı incelenmiştir. Çekirge tozu içeren yüksek proteinli yoğurtlarda pH değerinin 4,3 civarında olduğu ve farklı oranlarda çekirge tozu ilave edilen yoğurtlarda pH değerinin kontrol örneğine göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde istatistiksel olarak kontrol

örneğiyle çekirge tozu ilave edilen yoğurtların pH değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı ifade edilmiştir (De Carvalho ve ark., 2020).

Yoğurt oluşumu esnasında yoğurt bakterileri yüksek bir metabolik aktiviteye sahip olup etkili bir soğutmayla bu aktivite yavaşlamakta ve azalmaktadır. Ancak yoğurtta enzimatik faaliyetler devam etmektedir. Fermantasyonda kullanılan bakterilerin faaliyetlerinin devam etmesi sonucu inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama süresi boyunca pH değerinin artması ya da asitliğin yükselmesi normal olarak kabul görmektedir (Kuşcu, 2023; Binici, 2025).

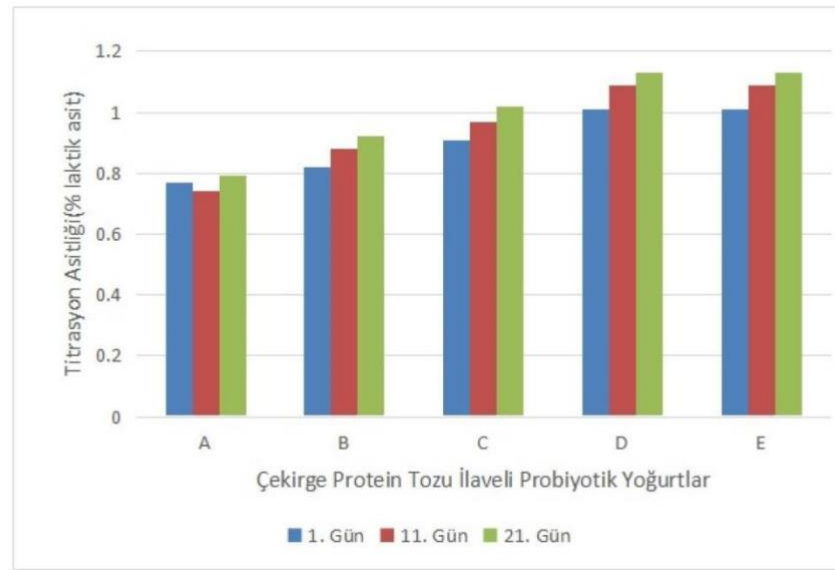
Yapılan başka bir çalışmada süt tozunun uygun bir alternatifi olarak fermente süt ürünlerine (Geleneksel yoğurt ve probiyotik yoğurt) kara asker sineği ve erkek arı kuluçka unları eklenerek 21 gün boyunca haftalık olarak analiz edilmiştir. Bu süre zarfında örneklerin pH değerleri, 1. günden 7. güne kadar pH'da hafif bir düşüş göstermiş, 14. günde pH değerleri tekrar yükselmiş ve depolama sonunda 1. günde gözlenenlere benzer seviyelerde sabitlenmiştir. Bu farklılıklara rağmen kontrol fermente süt ürünlerinin pH' sının, böcek unları içeren fermente süt ürünlerine çok benzer olduğu tespit edilmiş ve böcek unu ilavesinin fermente süt ürünlerinin pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Neves ve ark., 2024).

4.2.2. Titrasyon Asitliği (% l. a.) Değerleri

Titrasyon asitliği, fermente süt ürünlerinde sütün doğal asitliği ve sonradan bakteriyel faaliyetler sonucu meydana gelen laktik asit başta olmak üzere diğer bazı organik asitlerin miktarları hakkında bilgi sunan önemli bir parametre olarak kabul görmektedir (Sanz ve ark., 2008). Buna ek olarak fermentasyon esnasında belirli sınırlar içinde ortamda oluşan laktik asidin yoğurda özgü tat ve aromanın oluşmasında önemli etkisi olduğu bilinmektedir.

Çizelge 4.2.'den izlenebileceği gibi çekirge protein tozu ilaveli kahveli yoğurtların titrasyon asitliği, en düşük A kontrol örneğinde depolamanın 11. gününde % 0.74, en yüksek ise E ve D örneklerinde depolamanın 21. gününde % 1.13 laktik asit olarak saptanmıştır ($p<0.05$).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun titrasyon asitliği miktarının en düşük %0.6 en çok ise %1.5 laktik asit olmalıdır (Anonim 2022). Yoğurt örneklerinin laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri, tebliğde belirtilen değer aralıklarında bulunmuştur.



Şekil 4.2. Yoğurtların titrasyon asitliği değerinin (%l. a.) depolama sürecindeki değişimi

Yoğurtlara süt tozu yerine çekirge protein tozu ilave etmenin örneklerin titrasyon asitliği üzerinde artışa neden olduğu görülse de istatistiksel olarak bu artış önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge (*Oxya chinensis sinuosa*) tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurtların titrasyon asitliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda çekirge tozu içeren yüksek proteinli yoğurtlarda asitlik değerlerinin %0.93 ile %1.10 laktik asit arasında değiştiği ve kontrol ve çekirge tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurt grupları arasında titrasyon asitliği açısından anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (De Carvalho ve ark., 2020).

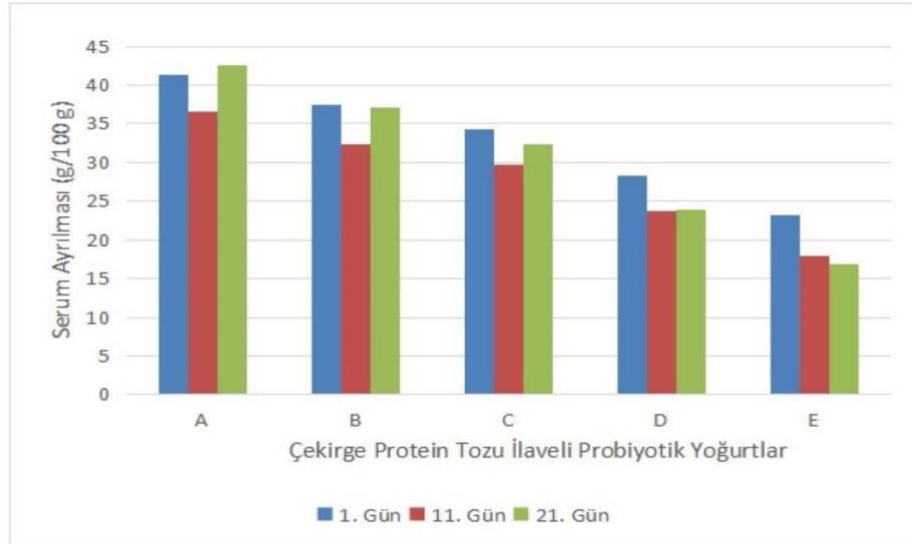
Neves ve ark. (2024), süt tozunun uygun bir alternatifi olarak fermente süt ürünlerine Siyah asker sineği ve erkek arı kuluçka unları ilave etmişler ve ürünleri 21 gün boyunca haftalık olarak analiz etmişlerdir. Tüm ürünlerin toplam asitliğinin zamana bağlı olarak arttığını ve böcek unları içeren örneklerle kontrol örnekleri arasında istatistiksel anlamda fark olmadığını ifade etmişlerdir.

4.2.3. Serum Ayrılması

Yoğurtta “sinerezis” başka bir ifadeyle serum ayrılması yoğurt üretiminde sıklıkla rastlanılan ve tüketicilerin tercihinin olumsuz olarak etkileyen teknolojik bir

kusur ya da hata olarak kabul görmektedir. Depolama esnasında görülen su salmaya ya da serum ayrılmasına kazein ağının yeniden şekillenmesinin sebep olduğu ifade edilmektedir (Ramirez-Santiago ve ark., 2010). Geniş anlamda serum ayrılmasının, yoğurt jelinde oluşan ağ yapının zayıf olması nedeniyle serum fazını yeterli miktarda bağlayamamasından kaynaklandığı ve bu durumun yoğurdun jel yapısının kuvvetlendirilmesiyle su salma olayının azaltılabileceği belirtilmiştir (Prasanna ve ark., 2013). Süt bileşiminde yer alan proteinin miktarı başta olmak üzere kurumadde oranı, homojenizasyon uygulaması ve şekli, ısıtma işlem uygulaması ve normları, serum proteinlerinin denatürasyon oranı, mineral madde oranı, yoğurdun asitliği ve soğutulmuş olduğu sıcaklık derecesiyle yoğurt üretiminde kullanılan starter bakterilerin proteolitik aktiviteleri gibi birçok faktörün serum ayrılması (sinerezis) üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Yılmaz, 2006; Erkaya, 2009).

Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların serum ayrılması değerleri Çizelge 4.2. de verilmiştir. En yüksek serum ayrılması kontrol örneğinde depolamanın 21. gününde %42.47 olarak, en düşük serum ayrılması ise E örneğinde depolamanın 21. %16.90 şeklinde saptanmıştır. A, B, C ve D örneklerinin serum ayrılması değerleri depolamanın 11.gününe kadar düşüp depolama sonunda bir miktar artış gösterirken, E örneğinin serum ayrılması değerleri depolama süresi boyunca düzenli olarak azalmıştır ($p<0.05$).



Şekil 4.3. Yoğurtların serum ayrılması değerlerinin depolama süresince değişimi

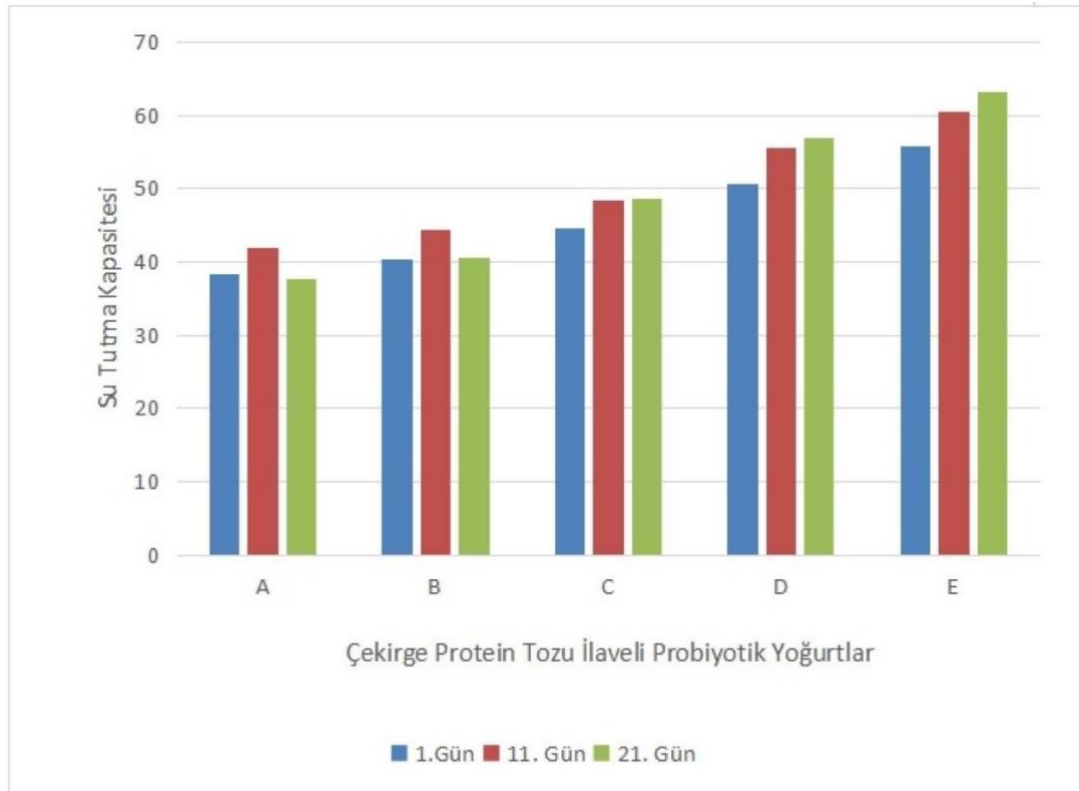
Yoğurt gibi günlük fermente ürünlerde muhafaza süresi boyunca serum ayrılması değerlerinin azalması normal karşılanmaktadır. Yapılan bir çalışmada probiyotikli yoğurda ve geleneksel yoğurda Siyah asker sineği (*Hermetia illucens*) ve

erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir. Çalışmada serum ayrılması değerlerinin hem probiyotik kültür içeren hem de geleneksel starter kültür içeren yoğurtlarda depolamanın 1.gününden itibaren düşüş sergilediği belirtilmiştir. Erkek arı ununun serum ayrılması üzerinde pozitif etki yarattığı ve yoğurtların sıkı yapısının korunmasına yardımcı olduğu, siyah asker sineği ununun sütteki çözünürlüğü zayıf olduğu için serum ayrılması üzerinde yararlı bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca yoğurtların serum ayrılması üzerinde ürünün protein içeriğinin de önemli rol oynadığını ve protein oranı arttıkça serum ayrılmasının azaldığı ifade edilmiştir (Neves ve ark., 2024).

4.2.4. Su Tutma Kapasitesi

Serum ayrılmasının tersine su tutma kapasitesi pıhtının sıklığı ve dayanıklılığı hakkında bilgi veren ve tüketicinin beğenisini yansıtan en önemli fiziksel özelliklerden birisidir. Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi Çizelge 4.2. verilmiştir. En düşük su tutma kapasitesi A örneğinde depolamanın 21. gününde %37.62 olarak ve en yüksek su tutma kapasitesi ise en çok çekirge protein tozu (%3) ilave edilen E örneğinde depolamanın yine depolamanın 21. gününde % 63.24 olarak analiz edilmiştir.

Probiyotik yoğurtlarda çekirge protein tozu ilavesi ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozu ilavesi ile yoğurtların protein miktarının artmasına ayrıca çekirge protein tozunun içerdiği bir miktar lifin de bunda etkili olmasına bağlanabilir.



Şekil 4.4. Yoğurtların su tutma kapasitesinin depolama sürecindeki değişimi

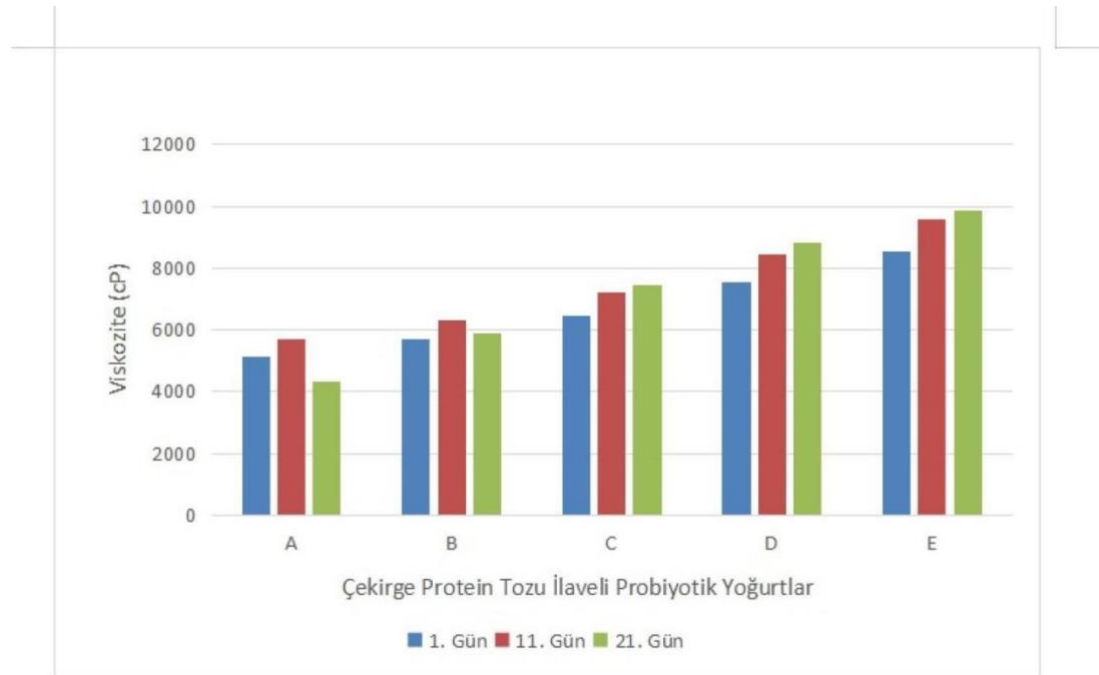
Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtlarda depolama boyunca su tutma kapasitesi oranlarındaki değişim Şekil 4.4’de sunulmuştur. Buna göre tüm yoğurtlarda (kontrol örneği dahil) depolamanın 11.gününe kadar su tutma kapasitesi değerlerinde artış gözlenmiş, 21. güne geldiğimizde kontrol örneği (A) ve en düşük çekirge protein tozu katkılı (%0.5) B örneğinde su tutma kapasitesi değerleri düşüş gösterirken C, D ve E örneklerinde artış devam etmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler neticesinde depolamanın su tutma kapasitesi oranları üzerindeki etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.2.5. Viskozite

Viskozite, sıvı veya gaz halindeki bir sıvının deformasyona karşı gösterdiği dirençtir. Akışkan akışına karşı iç direnç olarak da tanımlanabilir. Basit bir ifadeyle viskozite, akışa veya deformasyona direnmeyen bir özellik olan akışkanlığın tersidir. Yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde viskozite, protein moleküler boyutu, net yük, çözünürlük, su absorpsiyonu, pH, sıcaklık, mineral miktarı ve kalınlaştırma esnasında proteinlere uygulanan ön işlem gibi faktörlerden etkilenir. Fermente süt ürünlerinin kalitesinde öneme sahip etkenlerden biri de viskozitedir (Renner, 1991).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların viskozite değerleri Çizelge 4.2. de görüldüğü gibi 4340 cP ile 9855 cP arasında değişiklik göstermiştir. Viskozite değeri en düşük A kontrol örneği olurken viskozite değeri en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Viskozite değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği değerlendirilmiştir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda ilave edilen çekirge protein tozu oranının probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca viskozite değerlerindeki değişim Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi kontrol yoğurdunun (A) ve en düşük çekirge protein tozu ilaveli (%0.5) B örneğinin viskozite değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş, buna karşın çekirge protein tozu ilaveli yoğurtların viskozite değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolamanın probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel manada önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Yoğurtların viskozite değerlerinin depolama süresince değişimi

Yoğurt viskozitesinin, asitliğin gelişmesinden direk olarak etkilendiği, gerek fermentasyon ve gerekse depolama sürecinde asitlik miktarı arttıkça yoğurt viskozitesinin arttığı ve serumun ayrılmasına karşı bir direnç oluştuğu belirtilmiştir (Longtom, 1991). Soğukta muhafaza edilen yoğurtların depolama esnasındaki pH

değerlerinin düşmesiyle ilgili olarak asit kazein jellerinde proteinler arası oluşumlar devam ederek proteinlerin kendi aralarındaki bağlar tekrar şekillenmektedir (Özer ve ark. 1997; Akın ve ark., 2009). Dolayısıyla bu bağlamda yoğurdun fermentasyonu sürecinde ve sonrasında jelin sıkılığı da artış göstermektedir.

Farklı miktarlarda (%0.0, %1.0, %2.0, %2.5, %5.0) soya proteiniyle bileşimi zenginleştirilmiş yoğurtlarda ilave edilen soya miktarı arttıkça depolama süresince (30 günlük) viskozitenin de arttığı tespit edilmiştir (Drake et al, 2000).

Yapılan bir çalışmada probiyotik ve geleneksel yoğurda Kara asker sineği (*Hermetia illucens*) ve erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir. Çalışmanın sonunda örneklerin viskozitesinin zamanla arttığı bu artışın etkisinin böcek unu içeren numunelerde daha belirgin olduğu ve bunun da bu örneklerin daha yüksek oranlarda protein içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Neves ve ark., 2024).

4.3. Renk

Süt ürünlerinde renk önemli bir kalite ölçütüdür. Tüketicilerin ürün tercihinde dikkat çeken önemli bir özelliktir ve çekirge protein tozu katkısının örneklerin rengi üzerine etkisi hem duyuşsal anlamda hem de sayısal değerlerle belirlenmesi önem arz etmektedir. Probiyotik kahveli yoğurt örneklerinin renk değerleri CIELAB (Commission Internationale l'Eclairage) tarafından geliştirilmiş olan renk tanımlama sistemine göre belirlenmiştir. Üretilen probiyotik yoğurtların L* (beyazlık), a* (+ kırmızı, - yeşil) ve b* (+ sarı, - mavi) değerleri ölçülmüştür (Cueva ve Aryana, 2008).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların L*, a* ve b* renk değerleri ve bu değerlerin depolama periyodundaki değişimi Çizelge 4.3 te verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi çekirge protein tozu ilavesinin; L* değeri ile belirlenen beyazlık değerinde azalmaya ($p>0.05$), a* değeri ile ifade edilen yeşillik veya kırmızılık değerinde ve b* değeri ile ifade edilen sarılık veya mavilik değerinde ise artmaya ($p>0.05$) sebep olduğu belirlenmiştir.

L* renk değeri en yüksek kontrol örneğinde (A) depolamanın 1. gününde 66.05 olarak, en düşük ise E örneğinde depolamanın 21.gününde 52.07 olarak analiz edilmiştir. Çekirge protein tozu arttıkça L* değerinde de azalış olduğu gözlenmiş bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun koyu kahverengi renge sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

a* renk değeri en yüksek E örneğinde yani en fazla çekirge protein tozu ilaveli (%3) depolamanın 1.gününde 6.95 olurken, en düşük ise kontrol örneğinde (A) depolamanın 21.gününde 4.68 olarak ölçülmüştür. Çekirge protein tozu ilavesi ile a* renk değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür

b* renk değeri en yüksek E örneğinde yani en fazla çekirge protein tozu ilaveli (%3) depolamanın 1.gününde 23.27 bulunurken, en düşük ise kontrol örneğinde (A) depolamanın 21.gününde 18.11 olarak bulunmuştur. Çekirge protein tozu ilavesi ile b* değerinde artış olduğu görülmektedir.

İstatistiksel analiz sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin kahveli probiyotik yoğurtların L*, a* ve b* renk değerleri üzerine etkisi etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Renk (L*, a* ve b*) Değerlerindeki Değişim

Örnek	Depolama Süresi	L*	a*	b*
A	1. gün	66.05±0.02 ^{a1}	4.82±0.02 ^{a1}	19.05±0.02 ^{a1}
	11. gün	65.33±0.01 ^{a1}	4.78±0.03 ^{a1}	18.78±0.04 ^{a1}
	21. gün	65.06±0.03 ^{a1}	4.68±0.04 ^{a1}	18.11±0.10 ^{a1}
B	1. gün	65.53±0.01 ^{a1}	5.27±0.01 ^{b1}	20.12±0.04 ^{b1}
	11. gün	64.74±0.02 ^{a1}	5.25±0.03 ^{b1}	20.01±0.06 ^{b1}
	21. gün	64.45±0.03 ^{a1}	5.15±0.03 ^{b1}	19.40±0.07 ^{b1}
C	1. gün	59.51±0.09 ^{b1}	6.42±0.05 ^{c1}	21.03±0.07 ^{c1}
	11. gün	58.12±0.12 ^{b1}	6.28±0.03 ^{c1}	20.48±0.04 ^{c1}
	21. gün	57.75±0.15 ^{b1}	5.95±0.06 ^{c1}	20.18±0.04 ^{c1}
D	1. gün	55.64±0.14 ^{c1}	6.79±0.04 ^{d1}	22.04±0.06 ^{d1}
	11. gün	55.44±0.24 ^{c1}	6.77±0.06 ^{d1}	21.56±0.04 ^{d1}
	21. gün	54.23±0.22 ^{c1}	6.46±0.06 ^{d1}	21.20±0.05 ^{d1}
E	1. gün	54.95±0.10 ^{d1}	6.95±0.05 ^{d1}	23.27±0.05 ^{e1}
	11. gün	52.61±0.21 ^{d1}	6.82±0.02 ^{d1}	22.57±0.07 ^{e1}
	21. gün	52.07±0.07 ^{d1}	6.54±0.03 ^{d1}	22.14±0.01 ^{e1}

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına, farklı rakamla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Renk değerleri ile alakalı olarak yoğurtlarda ve probiyotik yoğurtlarda yapılmış olan birçok araştırmada, bu ürünlerin içerisine farklı maddelerin (bitkisel unlar, sebze ve tahıl lifleri, meyve ve meyve püreleri, katkı maddeleri vb.) eklendiği görülmüş ve bu eklenen maddelerin L* renk değerini düşürdüğü başka bir ifadeyle ürünlerin beyazlık ve/veya parlaklık derecesinde azalmaya neden olduğu ifade edilirken, a* ve b* renk değerlerini ise arttırdığı ifade edilmiştir (Hashim ve ark., 2009; Peker, 2012; Singh ve ark., 2012; Damian, 2013; Bakırcı, 2014; Özcan ve Kurtuldu, 2014; Elaltunkara, 2018; Hafif, 2019).

4.4. Tekstürel Özellikler

Gıdanın tekstürü, dokunma hissiyle birlikte görsel ve işitsel mekanik parametrelerini içermektedir. Mekanik sıkıştırmayla birlikte çiğneme hareketi taklit edilir. Sonuçlar Tekstür Profil Analiz cihazı sayesinde hesaplanır (Özcan ve Yıldız, 2016). Yoğurdun kalite kriterlerinin belirlenmesi, üretimin standart hale getirilmesi ve mikro yapının daha kolay değerlendirilmesi için tekstürel parametreler oldukça önemlidir (Özcan, 2013).

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların tekstür profil analizleri (TPA); sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve kıvam değerleri olmak üzere beş farklı parametre şeklinde değerlendirilmiş olup elde edilen veriler Çizelge 4.4. de sunulmuştur.

4.4.1. Sertlik (firmness) Değerleri

Yoğurtlarda önemli kalite kriteri olarak değerlendirilen sertlik belirli bir deformasyon meydana getirmek için gerekli olan kuvvet olarak açıklanmaktadır. Duyusal olarak gıdanın dişler ve dil arasında deformasyonu için gerekli olan damak kuvveti olarak tanımlanabilmektedir (Özcan, Yıldız, 2016).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların sertlik değerleri Çizelge 4.4. de görüldüğü gibi 112.35 g ile 219.00 g arasında değişiklik göstermiştir.

Sertlik değeri en düşük A kontrol örneği olurken sertlik değeri en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Sertlik değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği değerlendirilmiştir. Bu da özellikle yoğurda katılan çekirge protein tozunun bileşiminde bulunan protein ve liflerin suyu tutmasına, ortamdaki diğer proteinlerle yeni etkileşimler oluşturmaya ve ek olarak depolama boyunca pH'daki düşmeye (pH 4.0-4.6) bağlı olarak ortamdaki proteinlerin su tutma miktarlarının ve jel sıklıklarının artmasıyla ilişkilendirilebilir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda ilave edilen çekirge protein tozu oranının probiyotik yoğurtların sertlik değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Tekstürel Özelliklerindeki Değişim

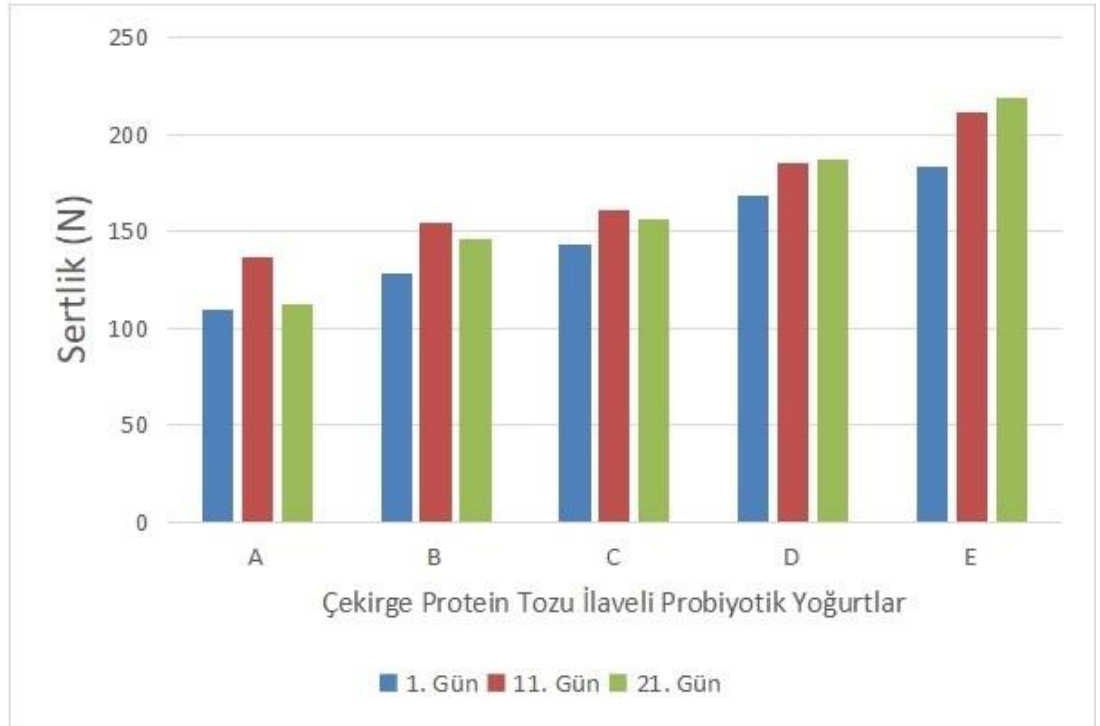
Örnek	Depolama Süresi	Sertlik (g)	Dış Yapışkanlık (mj)***	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık (N)	Kıvam (g.sec)
A	1. gün	109.45±2.05 ^{a2}	-118.25±3.55 ^{c1}	0.16±0.01 ^{a1}	41.35±0.95 ^{a1}	1276.0±32.0 ^{a1}
	11. gün	136.65±8.05 ^{a1}	-137.00±1.40 ^{c2}	0.18±0.01 ^{a1}	46.25±0.45 ^{a2}	1598.0±14.0 ^{a2}
	21. gün	112.35±4.05 ^{a2}	-132.60±1.20 ^{c2}	0.18±0.00 ^{a1}	45.70±0.50 ^{a2}	1374.5±33.5 ^{a1}
B	1. gün	127.95±5.15 ^b	-130.50±0.90 ^{c1}	0.20±0.01 ^{b1}	49.40±0.70 ^{b1}	1347.0±43.0 ^{a1}
	11. gün	154.40±3.20 ^b	-153.85±2.05 ^{c2}	0.24±0.00 ^{b2}	56.00±0.30 ^{b2}	1743.5±31.5 ^{a2}
	21. gün	145.90±1.40 ^b	-153.65±3.05 ^{c2}	0.24±0.01 ^{b2}	57.95±0.15 ^{b2}	1649.0±33.0 ^{a2}
C	1. gün	143.25±3.15 ^b	-150.95±1.65 ^{b1}	0.24±0.01 ^{c1}	57.35±0.45 ^{c1}	1762.0±39.0 ^{b1}
	11. gün	161.25±3.05 ^b	-186.25±1.95 ^{b2}	0.29±0.04 ^{c2}	64.05±0.85 ^{c2}	2149.5±35.5 ^{b2}
	21. gün	156.40±1.30 ^b	-192.95±1.55 ^{b2}	0.31±0.00 ^{c2}	65.70±0.40 ^{c2}	2167.0±39.0 ^{b2}
D	1. gün	168.80±2.60 ^{c2}	-190.90±2.60 ^{a1}	0.34±0.00 ^{d1}	70.80±0.60 ^{d1}	2247.0±32.0 ^{c1}
	11. gün	185.55±3.25 ^{c1}	-218.15±1.95 ^{a2}	0.40±0.01 ^{d2}	80.90±0.70 ^{d2}	2762.5±38.5 ^{c2}
	21. gün	186.95±3.55 ^{c1}	-236.40±1.30 ^{a2}	0.44±0.01 ^{d2}	85.10±0.80 ^{d2}	2914.5±30.5 ^{c2}
E	1. gün	183.30±1.90 ^d	-196.05±1.55 ^{a1}	0.43±0.00 ^{e1}	78.25±0.35 ^{e1}	2883.0±32.0 ^{d1}
	11. gün	211.50±3.10 ^d	-236.80±2.70 ^{a2}	0.47±0.00 ^{e2}	87.20±0.90 ^{e2}	3539.5±45.5 ^{d2}
	21. gün	219.00±2.50 ^d	-253.55±2.35 ^{a2}	0.51±0.00 ^{e2}	91.85±0.65 ^{e2}	3797.0±17.0 ^{d2}

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına, farklı rakamla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

*** rakamların başında bulunan “-“ işareti hareketin yönünü göstermektedir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sertlik değerlerinin değişimi Şekil 4.6’de verilmiştir. Şekilden izlenebileceği üzere A (kontrol), B ve C örneklerinin sertlik değeri depolama süresinin 11. gününe kadar artış göstermiş sonra ise bir miktar düşmüş, buna karşın çekirge protein tozunun en fazla ilave edilen D (%2) ve E (%3) örneklerinin sertlik değerleri ise depolama süresi boyunca artmıştır. Depolama sürecinin probiyotik yoğurtların sertlik değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.6. Yoğurtların Sertlik değerinin depolama süresince değişimi

Sodini ve ark. (2004) yoğurtların depolama sürecinin uzamasının sertlik ve sinerezis gibi bazı tekstürel parametreler üzerinde etkisi olduğunu ifade ederek bunun da yoğurtların asitlik değerlerinde ve kazeinlerin su tutma oranlarında oluşan artıştan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

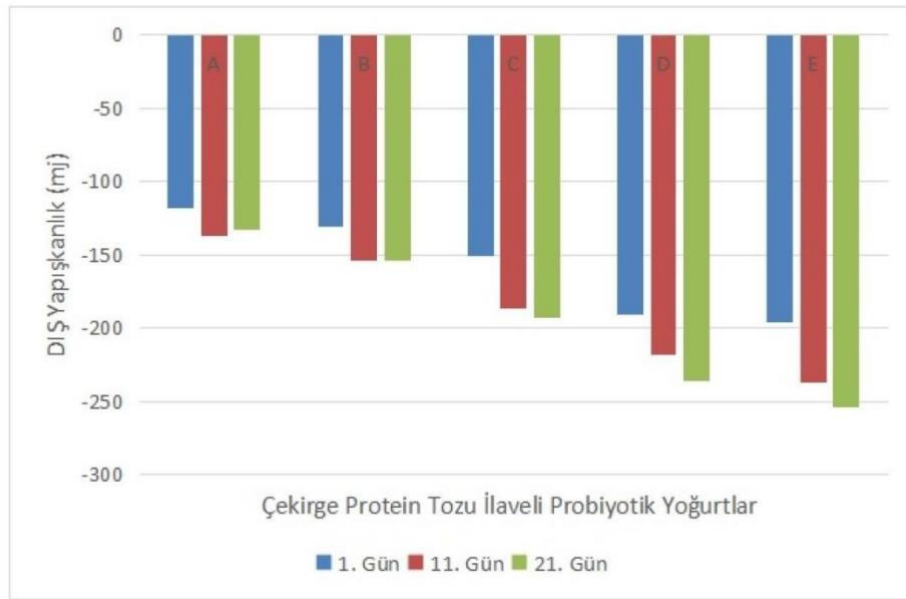
Yapılan bir çalışmada probiyotik ve geleneksel yoğurda Kara asker sineği (*Hermetia illucens*) ve erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir. Çalışmanın sonunda örneklerin sertlik değerlerinin özellikle un katkılı yoğurtlarda zamanla arttığını bu artışın da örneklerin yüksek oranlarda protein içermesinden kaynaklandığını bildirilmiştir (Neves ve ark., 2024).

Çalışmamızda Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere ilave edilen çekirge protein tozu oranı arttıkça artan proteine bağlı olarak sertlik değerlerinin de arttığı ve bu yapıyı depolama süresince muhafaza ettiği görülmüştür. Bu durumun probiyotik yoğurtlara farklı oranlarda çekirge protein tozu katılmasının, probiyotik yoğurtların protein içeriğini yükselttiği ayrıca çekirge protein tozu bileşiminde bulunan protein, lif, vb. maddelerin suyu tutarak stabilizör gibi bir işlev yapmak suretiyle yoğurdun viskozitesine dolayısıyla da sertlik değerlerine olumlu katkılar yaptığı düşünülmektedir.

4.4.2. Dış Yapışkanlık (adhesiveness) Değerleri

Dış yapışkanlık, gıdanın damak, diş gibi belirli bir yüzeye yapışması durumunda bunu çıkarmak ya da ayırmak için sarf edilen kuvvet şeklinde tanımlanabilir.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerleri Çizelge 4.4. de gösterilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere en düşük dış yapışkanlık değerleri -118.25 mJ ile A (kontrol) yoğurtlarında depolamanın 1. gün analizlerinde ölçülürken, en yüksek değer ise -253.55 mJ ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde ölçülmüştür. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek dış yapışkanlık değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durumun probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çekirge protein tozu bileşiminde yer alan protein ve liflerin yağ ikamesine benzer bir davranış gösterdiğini düşündürmektedir. Yağ oranının özellikle fermente ürünlerinin dış yapışkanlık değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu bilinmektedir. Probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p < 0.05$) olmuştur.



Şekil 4.7. Yoğurtların Dış Yapışkanlık değerinin depolama süresince değişimi

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca dış yapışkanlık değerlerinin değişimi Şekil 4.7’de sunulmuştur. Şekilden izlenebileceği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) örneklerinin dış yapışkanlık değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş, buna karşın çekirge protein tozunun daha fazla ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) örneklerinin dış yapışkanlık değerleri depolama süresi boyunca yükselmiştir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Altunkaya (2006), yoğurdun viskoelastik yapısına dair bilgi veren dış yapışkanlığın, çok yüksek olması durumunda yoğurdun tekstürel yapısında bir hata olduğunu da gösterdiğini ifade etmiştir. Bu durumun depolama süresinin ilerleyen safhalarında yoğurttaki pıhtı kitlelerinin birbirine yapışmak suretiyle ipliksi görünüme dönüşmesine sebep olabileceğini açıklamıştır.

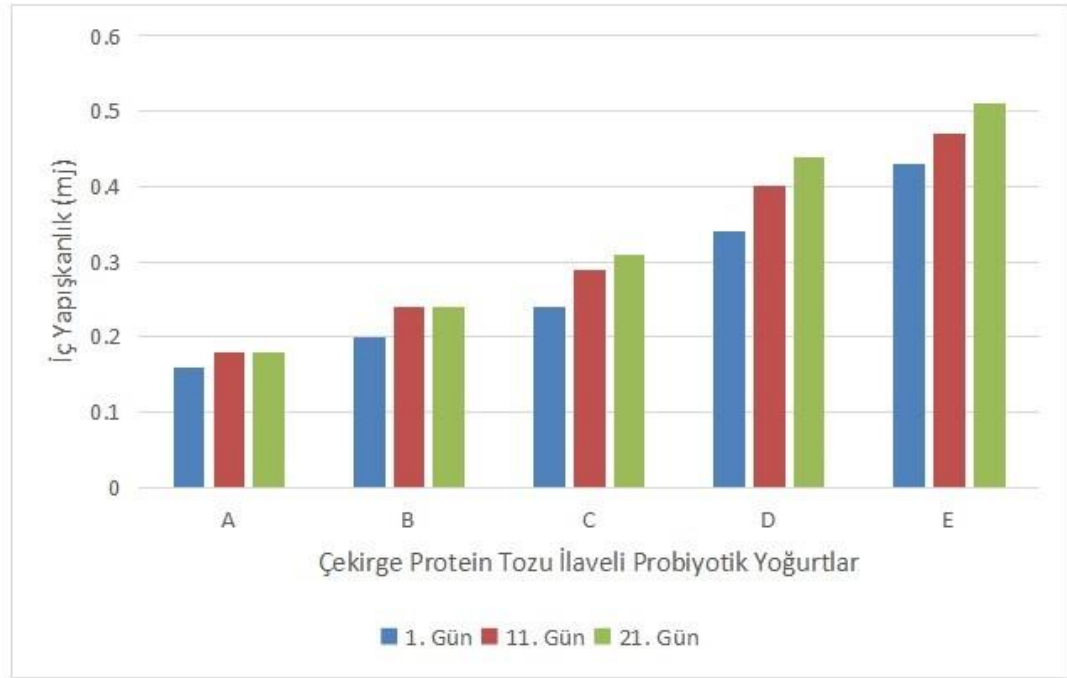
4.4.3. İç Yapışkanlık (cohesiveness) Değerleri

İç yapışkanlık, yoğurtta güçlü bir bağ oluşumunun göstergesi olup aynı zamanda yoğurdun yapısal bütünlüğü açısından da önemlidir. İç yapışkanlığın yüksek olması arzu edilen bir durumdur ve yoğurdun kuvvetli bir yapıya sahip olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Özcan, 2013).

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtlara ait iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.4. de verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği en düşük iç yapışkanlık değerleri 0.16 mJ ile A (kontrol) örneğinde depolamanın 1. gün analizlerinde saptanırken, en yüksek değer ise 0.51 mJ ile E yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde saptanmıştır. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların protein içeriğinin artmasına ve çekirge protein tozunun bileşiminde bulunan protein ve liflerin su tutma özellikleri yanında yoğurdun bileşiminde yer alan proteinlerle ortamın jel kuvvetini güçlendirmeye yönelik intraksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

El-zeini ve ark. (2016) çalışmalarında iç yapışkanlık değerleriyle sertlik değerleri arasında doğrusal bir korelasyon olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilerde de benzerlik söz konusudur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca iç yapışkanlık değerlerindeki değişim Şekil 4.8’de verilmektedir. Şekilden izlenebileceği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) yoğurtlarının iç yapışkanlık değeri depolamanın 11. gününe kadar artıp sonra ise sabit kalırken, çekirge protein tozunun daha fazla ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) yoğurtlarının iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Yoğurtta güçlü bir bağ oluşumunun göstergesi olan iç yapışkanlık değerinin çekirge protein tozu ilaveli örneklerde yüksek olması, ilave edilen çekirge protein tozunun yoğurdun bileşiminde yer alan diğer bileşenlerle yapısının güçlenmesine yönelik bazı intraksiyonlara neden olduğu ve bu yapıyı depolama süresince de koruduğu gözlenmektedir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) olmuştur.



Şekil 4.8. Yoğurtların İç Yapışkanlık değerinin depolama süresince değişimi

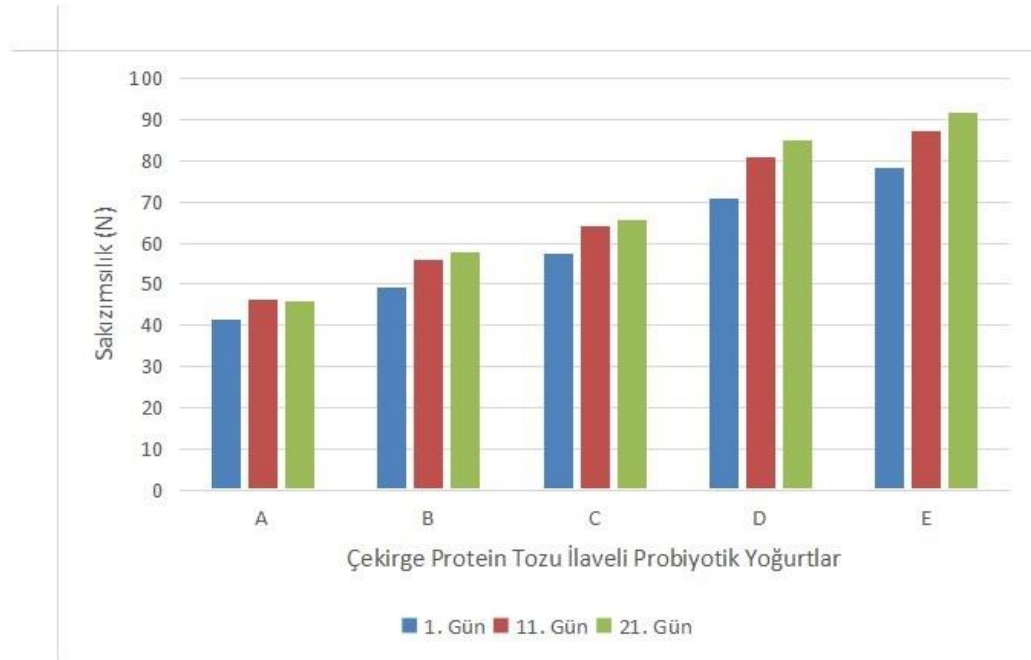
4.4.4. Sakızimsılık Değerleri

Sakızimsılık, sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinin kullanılmasıyla hesaplanan (iç yapışkanlık x sertlik) bir değer olup, yarı katı bir gıda maddesini yutmaya hazır bir duruma getirmek için yapılan gerekli parçalama kuvveti şeklinde ifade edilmektedir (El-zeini ve ark., 2016; Badıllı, 2020).

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerleri Çizelge 4.4. de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi en düşük sakızimsılık değeri 41.35 N ile A (kontrol) yoğurdun da depolamanın ilk günü tespit edilirken, en yüksek değer ise 91.85 N ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurdunda depolamanın 21.gününde tespit edilmiştir. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek sakızimsılık değerlerine sahip olduğu başka bir ifadeyle sakızimsılık değerleri ile çekirge protein tozu oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bu durumun ilave edilen çekirge protein tozunun artmasıyla birlikte proteinler arasındaki iç bağların artması ve/veya ortamdaki liflerin suyu tutmaları sonucu artış gösteren sertlik ve iç yapışkanlığın sonucu sakızimsılığın da artış göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olmuştur.

Sakızımsılık değeri sertlik ile iç yapışkanlık değerlerini çarpmak suretiyle hesaplandığından, farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların sakızımsılık değerleri de bu değerlerin paralelinde değişimler göstermiştir.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süreçlerindeki sakızımsılık değerlerinin seyri Şekil 4.9'de verilmektedir. Şekilden de izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların sakızımsılık değerlerinde depolama boyunca düzenli bir artış gözlenmiştir. Depolamanın farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların sakızımsılık özelliklerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

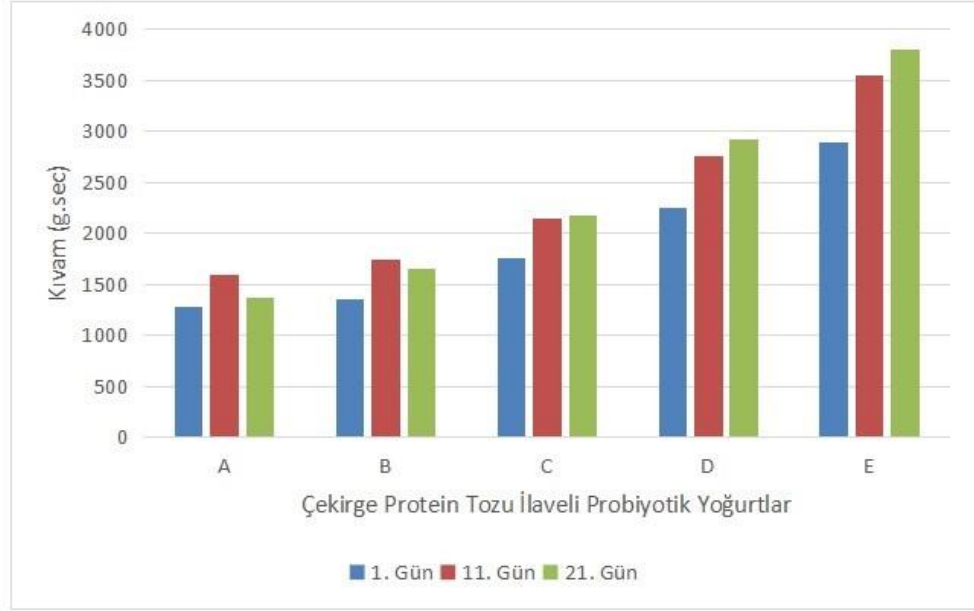


Şekil 4.9. Yoğurtların Sakızımsılık değerinin depolama süresince değişimi

4.4.5. Kıvam Değerleri

Kıvam ya da konsistens aletsel olarak pozitif eğrinin aşağısında kalan alanın hesaplanmasıyla tespit edilmekte ve analiz edilen ürünün yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir (Özcan, 2013). Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların kıvam değerleri Çizelge 4.4. de görüldüğü gibi 1276.0 g.sec ile 3797.0 gs arasında değişiklik göstermiştir. Kıvam değeri en düşük A kontrol örneği olurken, en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Kıvam

değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği gözlenmiştir. Probiyotik yoğurtların kıvam değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.



Şekil 4.10. Yoğurtların Kıvam değerinin depolama süresince değişimi

Çalışmada çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kıvam değerlerinin yüksek bulunması, bu değerlerin yoğurtlar için saptanan sinerezis, viskozite ve su tutma değerleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Çünkü çekirge protein tozu ilavesi örneklerin su tutma oranı ile viskozite değerlerini arttırırken, serum ayrılması (sinerezis) oranını azaltmıştır. Bu bağlamda çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kıvamlarının fazla olmasının bu nedenden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer olarak duyusal analizlerde de çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların panelistlerce kıvamının daha fazla olduğu (Çizelge 4.4.) ifade edilmiştir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama boyunca kıvam değerlerinin değişimi Şekil 4.10'da verilmektedir. Şekilden izlenildiği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) yoğurtlarının kıvam değerlerinde depolamanın 11. gününe kadar artış daha sonra ise bir miktar düşüş gözlenirken, çekirge protein tozunun daha fazla oranlarda ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) yoğurtlarının kıvam değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Yoğurtta ürünün yapısı ve yoğunluğu hakkında fikir veren kıvam değerinin çekirge protein tozu ilaveli

örneklerde yüksek olması, ilave edilen çekirge protein tozunun yoğurdun bileşiminde yer alan diğer unsurlarla yapının güçlenmesine yönelik bazı intraksiyonlara girmesine ve bu yapıyı depolama süresince de korumasına bağlanabilir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların kıvam değerlerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

4.5. Mikrobiyolojik Özellikler

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12), *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, ve maya ve küf sayılarına ait değerler ayrı ayrı başlıklar altında karşılaştırılarak tartışılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim

Örnek	Depolama Süresi	<i>S.thermophilus</i> (log kob/g)	<i>L. acidophilus</i> (log kob/g)	<i>Bifidobacterium</i> BB-12 (log kob/g)	Maya-Küf (log kob/g)
A	1. gün	8.06±0.04 ^{a1}	7.49±0.04 ^{a1}	7.44±0.04 ^{a1}	-
	11. gün	8.37±0.03 ^{a2}	7.67±0.04 ^{a1}	7.19±0.02 ^{a2}	-
	21. gün	7.68±0.03 ^{a1}	7.18±0.03 ^{a1}	6.81±0.02 ^{a3}	1.65±0.25 ^{a1}
B	1. gün	8.13±0.04 ^{ab1}	7.77±0.04 ^{b1}	7.78±0.03 ^{ab1}	-
	11. gün	8.48±0.04 ^{ab2}	8.02±0.04 ^{b1}	7.48±0.06 ^{ab2}	-
	21. gün	7.96±0.05 ^{ab1}	7.78±0.03 ^{b1}	7.17±0.05 ^{ab3}	1.35±0.25 ^{a1}
C	1. gün	8.27±0.05 ^{b1}	7.90±0.05 ^{c1}	7.98±0.03 ^{b1}	-
	11. gün	8.61±0.05 ^{b2}	8.14±0.03 ^{c1}	7.69±0.06 ^{b2}	-
	21. gün	8.25±0.05 ^{b1}	8.07±0.05 ^{c1}	7.37±0.04 ^{b3}	1.40±0.10 ^{a1}
D	1. gün	8.29±0.07 ^{b1}	7.89±0.06 ^{c1}	7.85±0.06 ^{b1}	-
	11. gün	8.58±0.04 ^{b2}	8.11±0.03 ^{c1}	7.63±0.03 ^{b2}	-
	21.gün	8.29±0.05 ^{b1}	8.06±0.03 ^{c1}	7.32±0.02 ^{b3}	1.20±0.10 ^{a1}
E	1. gün	8.19±0.04 ^{ab1}	7.73±0.02 ^{b1}	7.76±0.04 ^{a1}	-
	11. gün	8.39±0.06 ^{ab2}	7.92±0.04 ^{b1}	7.41±0.03 ^{a2}	-
	21. gün	8.01±0.07 ^{ab1}	7.63±0.07 ^{b1}	6.97±0.04 ^{a3}	1.85±0.25 ^{a1}

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına, farklı rakamla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

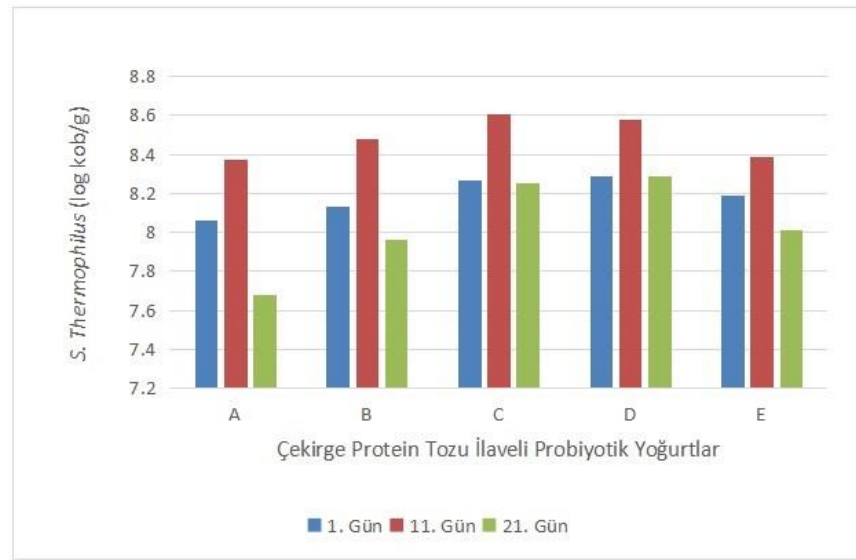
4.5.1. *Streptococcus Thermophilus* Sayısı (log kob g-1)

Çekirge protein tozu ilave edilen kahveli probiyotik yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayılarına ait değerler Çizelge 4.5’de sunulmuştur. Çizelgeden görüldüğü gibi en az *S. thermophilus* sayısı kontrol yoğurdunda (A) 7.68 log kob/g ile depolamanın 21. günde bulunurken, en fazla *S. thermophilus* sayısı C örneğinde (%1 çekirge protein tozu katkılı) depolamanın 11. gününde bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin *S. thermophilus* sayısını arttırdığı ve bu artışın da istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bunun da özellikle çekirge protein tozu bileşiminde bulunan amino asit, lif gibi bileşenlerin *S. thermophilus*’un gelişimine ve çoğalmasına olumlu bir katkı yapmasından başka bir ifadeyle prebiyotik bir etki yaratmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği’nde fermente süt ürünleri için toplam spesifik mikroorganizma sayısının en düşük 107 kob/g olması gerektiği ifade edildiğinden, çalışmamızda elde edilen *S. thermophilus* sayılarının ilgili tebliğe uygun olduğu görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada probiyotikli yoğurda ve geleneksel yoğurda Siyah asker sineği (*Hermetia illucens*) ve erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir. Çalışmanın sonunda böcek unu kullanımının yoğurtların *S. thermophilus* bakteri sayıları üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Neves ve ark., 2024).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *S. thermophilus* sayılarının değişimi Şekil 4.11’de verilmektedir. Şekilden görüldüğü üzere tüm probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 11. gününe kadar arttığı sonra ise bir miktar düşüş gösterdiği izlenmiştir. Depolamanın başlangıcındaki artışın *S. thermophilus*’un ortamda yer alan besin maddelerini kullanmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Depolama süresinin sonlarına doğru ise fermentasyona bağlı olarak ortamdaki asitliğin artması ve diğer bakterilerle oluşan rekabetin *S. thermophilus* sayısının azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Depolamanın kahveli probiyotik yoğurtların *S. thermophilus* sayısına etkisi istatistiksel manada önemli olmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.11. Yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayılarının depolama süresince değişimi

Nitekim Hafif (2019) farklı miktarlarda (%0.0, 0.5, 1.0, 2.0 ve 4.0) kinoa unu ilavesiyle üretmiş olduğu probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 11.gününe kadar arttığını daha sonra ise azaldığını bildirmiştir. Ayrıca depolama periyodunda *S. thermophilus* sayısındaki değişimin istatistiki olarak önemli bulunduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda depolama sürecindeki *S. thermophilus* sayılarının değişimleri, diğer bazı araştırmacıların probiyotik yoğurt ve yoğurtlarda çeşitli katkı maddelerinin ilavesiyle yapmış oldukları ürünlerdeki *S. thermophilus* sayılarının depolama süresindeki değişimiyle benzer olmuştur (Espírito Santo ve ark., 2010; Espírito Santo ve ark., 2012; Peker, 2012; Uzuner, 2012; Çevik, 2013; Bakırcı, 2014; Burak Çınar, 2016).

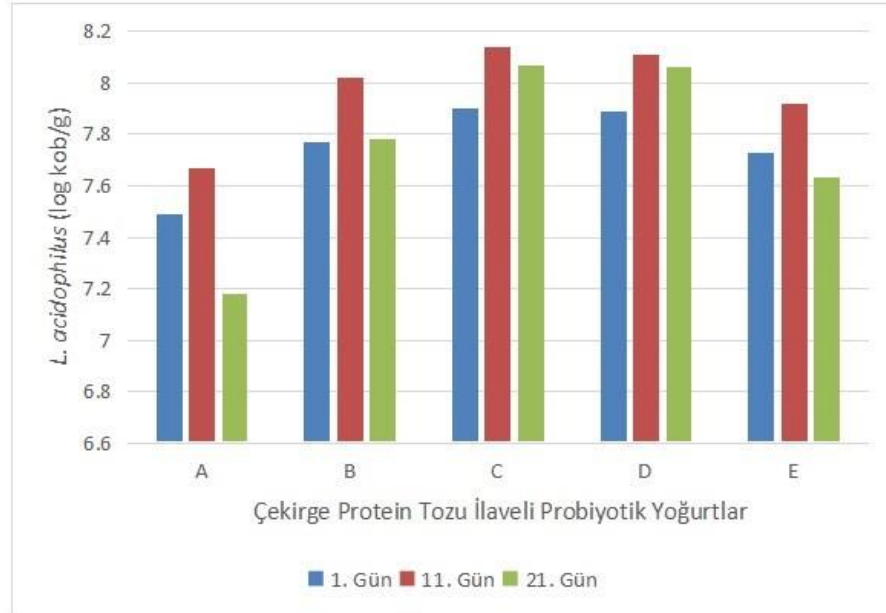
4.5.2. *Lactobacillus Acidophilus* Sayısı (log kob g-1)

Farklı oranlarda çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların *Lactobacillus acidophilus* sayıları standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.5'de verilmektedir. Çizelgeden izlenebileceği gibi en düşük *L. acidophilus* sayısı 7.18 log kob/g ile kontrol (A) grubunda depolamanın 21. gününde saptanırken, en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8.14 log kob/g ile %1.0 çekirge protein tozu katkılı (C) yoğurtlarda depolamanın 11. gününde saptanmıştır. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu

ilavesinin *L. acidophilus* sayılarını arttırdığı bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun bileşiminde bulunan doymamış yağ asitleri, amino asitler, mineral maddeler, lifler gibi bazı besin maddelerinin *L. acidophilus*'un çoğalmasını ve gelişimini desteklemesinden (prebiyotik etki) kaynaklandığı düşünülmektedir. Kahveli probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayılarına farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Probiyotik kültür ilavesiyle üretilen fermente süt ürünlerinde, istenilen fonksiyonel özellikleri yerine getirebilmek için bu ürünlerin içermesi ve raf ömürleri süresince korumaları gereken probiyotik bakteri sayısının en düşük 107 kob/mL olması gerektiği bildirilmiştir (Samona ve Robinson, 1994). Benzer olarak Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde de bu ürünlerle ilgili olarak toplam spesifik mikroorganizma sayılarının en düşük 107 kob/g olması gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda tüm kahveli probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* sayılarının ilgili tebliğde bildirilen değerin üzerinde saptanmış ve bu sonuçların tebliğle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Dave ve Shah (1997) fermente edilmiş süt ürünlerinde asitlik, diğer mikroorganizma bulunma durumu, pH, ortamdaki oksijen varlığı ve miktarının probiyotik bakteri sayısını etkileyen en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.12. Yoğurtların *Lactobacillus acidophilus* sayılarının depolama süresince değişimi

Farklı oranlarda çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların depolama periyodunda *L. acidophilus* sayılarının değişimi Şekil 4.12’de sunulmuştur. Şekilden izlenebileceği üzere probiyotik yoğurtların hepsinin *L. acidophilus* sayılarının depolama süresinin 11. gününe kadar artıp daha sonra ise azaldığı belirlenmiştir. Depolama sürecinin kahveli probiyotik yoğurtların bu bakteri sayıları üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Depolama periyodunda probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* bakteri sayısındaki azalmanın, ortamdaki bakteriyel gelişime paralel olarak yoğurtların pH değerinin azalmasından ve organik asitlerle diğer bileşiklerin birikiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hood ve Zoitola (1988) ve Shah (2001) probiyotik yoğurtların depolanması esnasında aynı nedenlerden dolayı bakteri sayılarında azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda kinoa unu (0, 1, 2 ve 4 g/100 g) ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda, örnekler depolamanın 1, 14 ve 28. günlerinde analiz yapılmıştır. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayılarının depolama periyodunun 14. gününe kadar bir artış gösterdiğini daha sonra ise düştüğünü belirtilmiş ve %2.0 kinoa unu katkılı örneklerin en yüksek *L. acidophilus* sayısına sahip olduğu ifade edilmiştir (Casarotti ve ark., 2014).

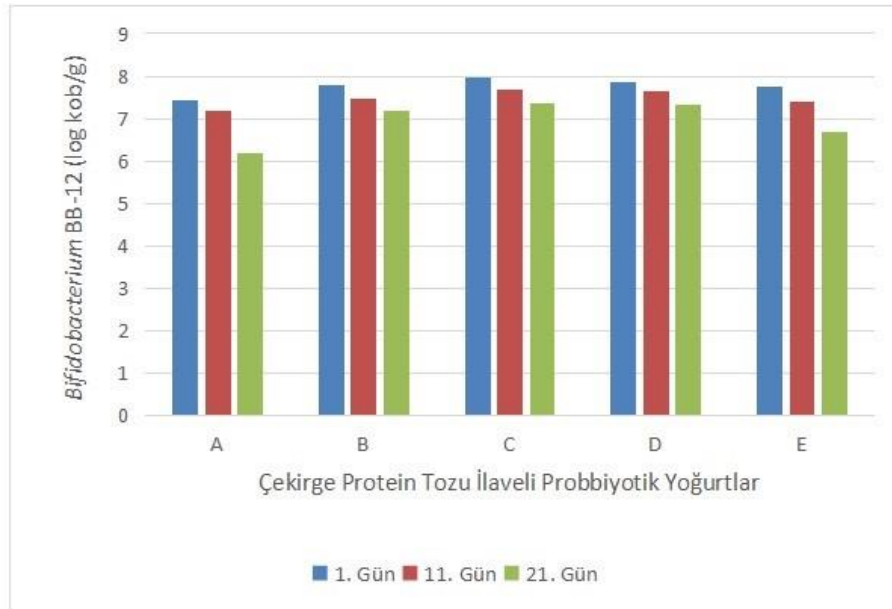
4.5.3. *Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis* (BB-12) Sayısı

Probiyotik yoğurt üretiminde *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) en yaygın olarak kullanılan kültürlerden biri olduğu ve yoğurdun tat ve aroma özelliklerinin belirlenmesinde etkili olduğu bilinmektedir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlarda saptanan *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayıları Çizelge 4.5’te görülmektedir. Buna göre en düşük BB-12 sayısı A (kontrol) örneğinde depolamanın 21. gününde 6.81 log kob g-1 bulunurken, en yüksek sayı ise C örneğinde depolamanın 11. gününde 8.14 log kob g-1 olarak bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin BB-12 sayılarını arttırdığı bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun bileşiminde yer alan bazı besin maddelerinin (amino asit, lif vb) bu bakterilerin gelişimini ve çoğalmasını teşvik etmesinden ve prebiyotik etki göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların BB-12 sayılarına farklı oranlarda çekirge protein tozu katkısının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde toplam spesifik mikroorganizma sayısının fermente sütler için en düşük 107 kob/g olmasının gerektiği belirtilmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda probiyotik kahveli yoğurtlarda saptanan BB-12 sayılarının genelde tebliğde bildirilen değerin üzerinde olduğu (sadece A ve E yoğurtları depolamanın 21.gününde bu değerin altında kalmıştır) ve sonuçların diğer bakterilerin sayılarındaki gibi tebliğle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca BB-12 sayılarındaki değişim Şekil 4.13’de verilmiştir. Şekilden de izlenebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların BB-12 sayıları depolama süresi boyunca bir azalma göstermiştir. Anaerobik bir bakteri kabul edilen BB-12 gelişimi üzerinde ortamda oksijen olması olumsuz etki göstermektedir. Probiyotik yoğurtlarda kullanılan ambalajın oksijen geçirgenliği nedeniyle depolama süresi boyunca BB-12 sayılarında düşüş olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlara konuyla ilgili yapılan diğer bazı çalışmalarda da ulaşılmıştır (Güler-Akın ve Akın, 2007; Kailasapathy ve ark., 2008). Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların BB-12 sayıları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.13. Yoğurtların Bifidobacterium (BB-12) sayılarının depolama süresince değişimi

Kahvaltıda tüketilen circir böceği tozunun mikrobiyotaya etkisinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırma iki çalışma grubu ile yürütülmüş ve bir gruba

kahvaltı öğünü olarak 25 g circır böceği tozu tüketmesi sağlanırken diğer grup ise günlük kahvaltı öğününü tüketmiştir. İki hafta sonunda çalışılan dozda circır böceği tüketen grupta 5.7 kat daha fazla probiyotik bakteri *Bifidobacterium animalis* saptandığı bildirilmiştir (Stull ve ark., 2018).

Hafif (2019) farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle ürettiği ve 21 gün süreyle depoladığı probiyotik yoğurtlarda BB-12 sayılarını 7.04 log kob/g ile 7.99 log kob/g arasında bulmuş ve kinoa unu katkılı yoğurtların kontrol yoğurtlarından daha yüksek sayılara ulaştığını bildirmiştir.

4.5.4. Maya ve Küf Sayımı

Gıdaların pH değeri 4.5 altına düştüğünde bakteriler gelişmezken maya ve küfler gelişerek gıdanın bozulmasına neden olur. Ayrıca maya ve küfler çok düşük su aktivitesinde de gelişim gösterebilmektedirler (Ünlütürk ve Turantas, 1996).

Mayalar, gıda sanayisinin bazı dallarında önemli olabilmesine rağmen, süt teknolojisinde çok tercih edilmeyen hatta istenilmeyen mikroorganizmalardır. Süt teknolojisinde kefir ve kıymız gibi fermente edilmiş süt ürünlerinde, ortamda alkol ve oksijen oluşturmak suretiyle bu ürünlere kendine has aromalarını verdiği için kullanılmaktadır (Metin,1996; Karabıyık, 2006).

Küfler ise, süt teknolojisinde genelde sadece birkaç ürün dışında ortamda bulunulması istenmeyen, ürün kalitesini bozan mikroorganizmalar olup, bazı özel peynirlerin olgunlaşmasında, kendine has aroma, tat ve yapının gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Küfler, süt ürünlerinde genel olarak tüm yüzeye yayılmak suretiyle yassı ve yuvarlak bir biçimde çoğalmaktadırlar. Üretmiş oldukları lipaz enziminin katalitik etkisiyle ortamdaki yağları, proteolitik enzimlerinin etkisi ile de proteinleri parçalamak suretiyle, küfümsü koku ve hoş olmayan lezzet bileşenlerinin meydana gelmesine sebep olmaktadır. (Metin, 1996; Karabıyık, 2006).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların maya-küf sayıları ortalamalar olarak Çizelge 4.5'te verilmektedir. Buna göre maya-küf sayıları 0.0 ile 1.85 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde 1.gün ve 14.gün maya-küf tespit edilmemiştir. Bununla beraber depolamanın 21.gününde tüm örneklerde belirtilen sayılar arasında maya-küf tespiti yapılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu

ilavesinin probiyotik yoğurtların maya-küf sayıları üzerindeki etkisi önemsiz olurken ($p>0.05$), depolama süresinin etkisi ise önemli ($p<0.05$) olmuştur.

4.6. Duyusal Özellikler

Duyusal analizlerin süt ve süt ürünlerinde tüketicilerin isteklerini ve beğenilerini saptama, yeni ürünler geliştirme, mevcut bir ürünün iyileştirilmesi, günlük üretim kalitesini koruyarak ve tüketicilerin taleplerini karşılamak suretiyle satış hacminin arttırmak gibi çok önemli rolleri bulunmaktadır. Bu durum fonksiyonel gıda üretiminde fonksiyonel ürünlerin tüketiciler tarafından kabul ve tercih edilebilirliği bakımından daha da önem kazanmaktadır.

Gıdaların bazı karakteristiklerinin kalitesinin duyu organları aracılığıyla belirlenmesi organoleptik değerlendirme olarak tanımlanmaktadır. Duyusal özellikler duyu organları tarafından belirlenmekte ve tüketilen gıdanın kabul edilebilirliği hakkında bilgi vermektedir (Özkaya, Öztürk; 2021). Gıdaların dikkat çekici özelliklerinin tatma, görme, işitme, dokunma ve koklama duyularıyla ölçülmesi prensibine dayalı olan duyusal değerlendirme (Eminoğlu ve Şenel; 2019), analiz edilen ürünlerin duyusal kaliteleri önemli bilgiler vermektedir (Nakov ve ark., 2018).

Çekirge protein katkılı probiyotik yoğurtların duyusal özellikleri “renk ve görünüş”, “yapı ve kıvam”, “tat ve koku” ve “genel kabul edilebilirlik” olmak üzere 4 farklı değişken üzerinden değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6 de sunulmuştur.

4.6.1. Renk ve Görünüş Değerlendirilmesi

Renk ve görünüş puanlaması, yoğurtların görünüşü ve rengini kapsamakta olup, açık renkten daha koyu renge, mattan parlağa doğru olacak şekilde puan değerlendirmelerini içermektedir.

Çekirge protein katkılı probiyotik yoğurtların panel üyelerinden almış oldukları renk ve görünüş puanları Çizelge 4.6’ de görülmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere D örneği (%2 çekirge protein tozu ilaveli) 4.86 ile en yük yüksek puanı depolamanın 1. gününde alırken, en düşük puanı ise 4.27 ile A örneği (kontrol) depolamanın 21. gününde almıştır. Genel olarak bakıldığında aynı gün analizlerinde yoğurtların birbirlerine oldukça yakın puanlar aldığı (4.70-4.86, 4.46-4.69 ve 4.27-4.55) gözlenmiştir. Nitekim uygulanan istatistiksel analizler sonucunda farklı

oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların renk ve görünüşüne etkisi önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.

Çizelge 4.6. Çekirge Protein Tozu Katkılı Kahveli Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresince Duyusal Özelliklerindeki Değişim

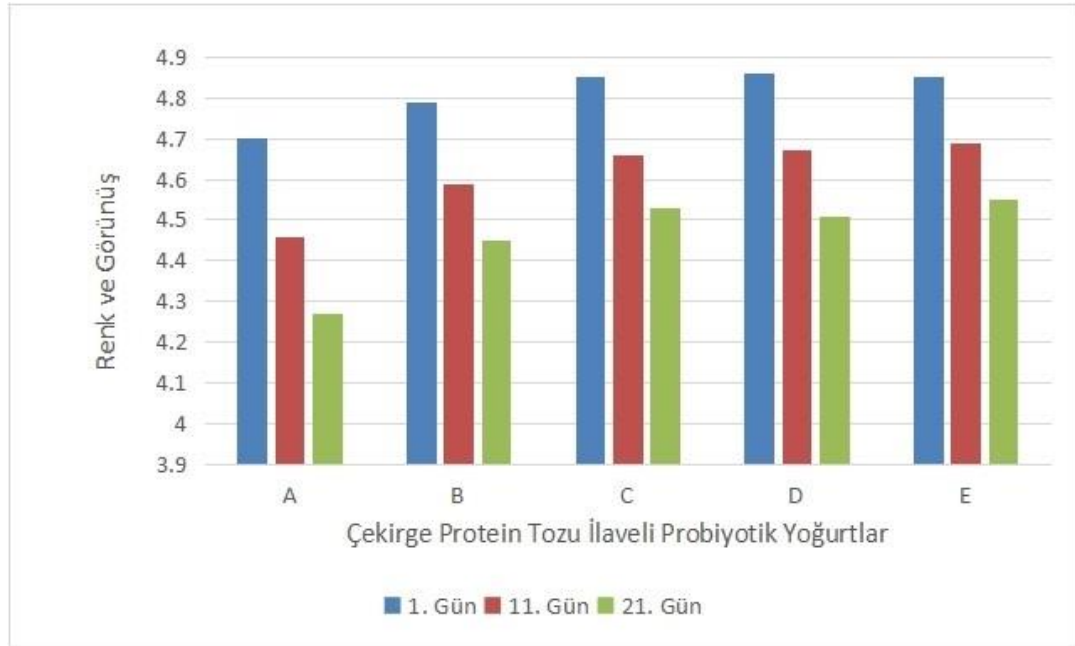
Örnek	Depolama Süresi	Renk ve Görünüş	Yapı ve Kıvam	Tat ve Koku	Genel Kabul edilebilirlik
A	1. gün	4.70±0.04 ^{a1}	4.55±0.06 ^{a1}	9.24±0.12 ^{a1}	18.48±0.23 ^{ab1}
	10. gün	4.46±0.04 ^{a2}	4.15±0.03 ^{a2}	8.76±0.06 ^{a2}	17.37±0.01 ^{ab2}
	20. gün	4.27±0.06 ^{a3}	3.95±0.03 ^{a2}	8.35±0.07 ^{a3}	16.57±0.10 ^{ab3}
B	1. gün	4.79±0.05 ^{a1}	4.75±0.09 ^{b1}	9.55±0.13 ^{a1}	19.08±0.27 ^{ab1}
	10. gün	4.59±0.06 ^{a2}	4.44±0.03 ^{b2}	9.18±0.06 ^{a2}	18.21±0.15 ^{ab2}
	20. gün	4.45±0.04 ^{a3}	4.25±0.06 ^{b2}	8.73±0.09 ^{a3}	17.43±0.19 ^{ab3}
C	1. gün	4.85±0.04 ^{a1}	4.80±0.06 ^{bc1}	9.69±0.13 ^{a1}	19.34±0.23 ^{a1}
	10. gün	4.66±0.05 ^{a2}	4.52±0.06 ^{bc2}	9.08±0.08 ^{a2}	18.26±0.19 ^{a2}
	20. gün	4.53±0.04 ^{a3}	4.33±0.02 ^{bc2}	8.72±0.14 ^{a2}	17.58±0.21 ^{a3}
D	1. gün	4.86±0.04 ^{a1}	4.85±0.04 ^{c1}	8.95±0.07 ^{b1}	18.66±0.01 ^{ab1}
	10. gün	4.67±0.04 ^{a2}	4.73±0.02 ^{c2}	7.96±0.04 ^{b2}	17.36±0.03 ^{ab2}
	20. gün	4.51±0.05 ^{a3}	4.65±0.05 ^{c2}	6.95±0.13 ^{b3}	16.10±0.03 ^{ab3}
E	1. gün	4.85±0.06 ^{a1}	4.88±0.04 ^{c1}	8.59±0.11 ^{b1}	18.32±0.01 ^{b1}
	10. gün	4.69±0.06 ^{a2}	4.79±0.04 ^{c2}	7.57±0.13 ^{b2}	17.05±0.03 ^{b2}
	20. gün	4.55±0.09 ^{a3}	4.72±0.05 ^{c2}	6.50±0.08 ^{b3}	15.76±0.22 ^{b3}

*A: Kontrol %0.0, B: %0.5, C: %1.0, D: %2.0 ve E% 3.0 çekirge protein tozu içeren probiyotik yoğurtlar.

** Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler çekirge protein tozu oranına, farklı rakamla gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Yapılan bir çalışmada yoğurda farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge tozu (*Oxya chinensis sinuosa*) ilave edilerek yüksek proteinli yoğurtlar üretilmiş ve organoleptik değerlendirmeye 10 panelist katılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucu yoğurtlardan %0,5 ila %2 oranında çekirge tozu içeren formülasyonların renk değerlendirmesinde daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2017).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca renk ve görünüş puanlarının değişimi Şekil 4.14.'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanlarının depolama süresi boyunca bir azalma gösterdiği saptanmıştır. Bu sonucun depolama sürecindeki pigmentlerin çeşitli şekillerde parçalanmasıyla ilgili olarak mevcut rengin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.14. Yoğurtların renk ve görünüş puanlarının depolama süresindeki değişim

4.6.2. Yapı ve Kıvam Değerlendirilmesi

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtlara panelistlerin vermiş oldukları yapı ve kıvam puanları Çizelge 4.6 'de verilmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere en düşük yapı ve kıvam puanları 3.95 ile A (kontrol) yoğurunda depolama süresinin 21. gününde saptanırken, en yüksek puan ise 4.88 ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurunda depolamanın 1. gününde saptanmıştır. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek yapı ve kıvam puanlarına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durumun probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çekirge protein tozu bileşiminde yer alan protein ve liflerin suyu bağlamak suretiyle yapı ve kıvamı olumlu etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarına

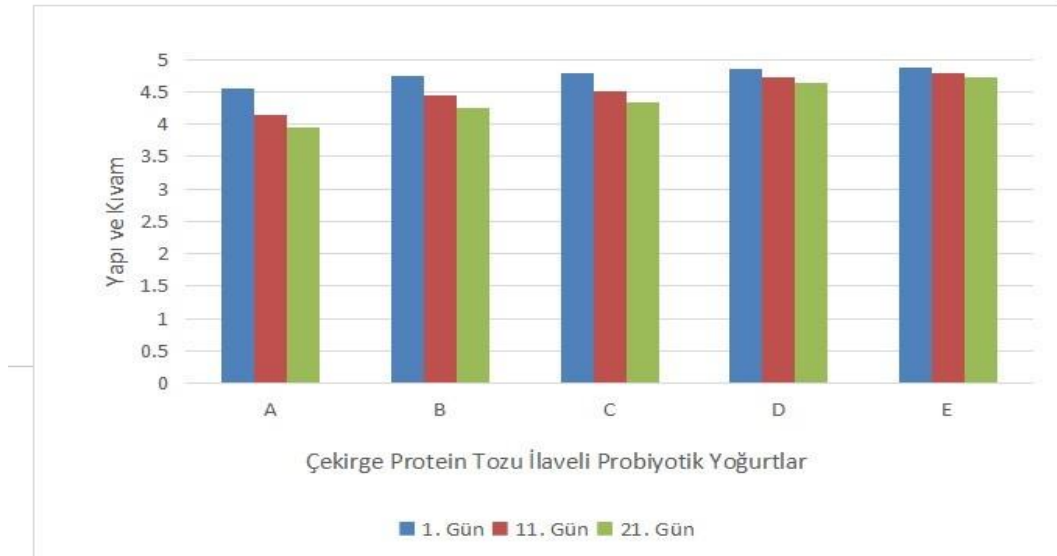
farklı oranlarda çekirge protein tozu katkısının etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Nitekim Çizelge 4.2’de kahveli probiyotik yoğurtlara ait viskozite, serum ayrılması (sinerezis) ve su tutma değerleriyle yine tekstürel parametrelerden Çizelge 4.4’te kıvam değerlerine bakıldığında duyu analizlerde verilen yapı ve kıvam puanlarıyla deneysel olarak saptanan değerlerin paralellik gösterip bu değerlerle uyum içinde olduğu tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurt ve yoğurt gibi fermente süt ürünleri üzerinde yapılan bazı çalışmalarda, ürüne katılan nişasta, lif, stabilizör, bitkisel unlar, vb. katkı maddelerinin su tutma oranlarının fazla olmasından dolayı bu ürünlerin viskoziteleri ve yapıları üzerinde pozitif etkiler yapmak suretiyle yapı ve kıvam puanlarını arttırdığı açıklanmıştır (Güven ve ark., 2005; Bakırcı, 2014; Crispin-Isidro ve ark., 2014; Özcan ve Yıldız, 2016; Elaltunkara, 2018; Hafif, 2019).

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki yapı ve kıvam puanlarının değişimi Şekil 4.15’te sunulmuştur. Şekilden izlenebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarının depolama süresi boyunca düştüğü ancak çekirge protein tozu ilaveli probiyotik bu düşüşün daha yavaş gerçekleştiği gözlenmiştir. Depolamanın kahveli probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarına üzerine istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($p<0.05$).

Kim ve ark. (2017), yoğurda farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge tozu (*Oxya chinensis sinuosa*) ilave edilerek yapmış oldukları çalışmalarında, çekirge tozu ilave edilen yoğurtların, kontrol yoğurtlarına göre panel üyelerinden yüksek yapı ve kıvam puanları aldıklarını bildirmişlerdir.



Şekil 4.15. Yoğurtların yapı ve kıvam puanlarının depolama süresindeki değişimi

4.6.3. Tat ve Koku Değerlendirilmesi

Fonksiyonel gıdaların tüketiminde en elzem faktörlerden birisi tüketiciye sunulmuş olan gıdanın tüketiciler tarafından sağlık açısından yararlı olduğunun düşünülmesi ve gıdanın ağızda bıraktığı tat ve aromanın hoş, kaliteli, cezbedici ve cazip olduğuna inanılmasıdır (Sevilmiş, 2008).

Tüketiciler gözüyle değerlendirildiğinde yoğurdun kendine özgü bir tadı bulunmakta ve bu tat yoğurdun kalitesi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Kaliteli bir yoğurt dendiğinde akla ilk gelen kendine özgü tat ve kokuda yoğurt gelmektedir. Ağız içerisinde çok fazla ekşi bir tat bırakan yoğurtlar kaliteli değildir (Metin, 1977).

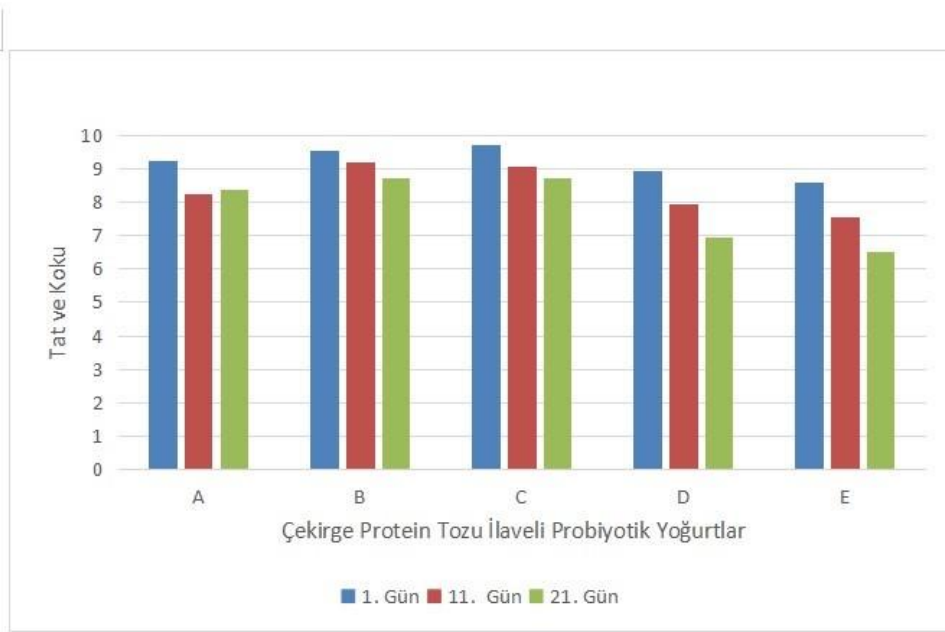
Çekirge protein katkılı probiyotik yoğurtların panelistlerden almış oldukları tat ve koku puanları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Çizelgeden izlenildiği gibi C örneği (%1 çekirge protein tozu ilaveli) 9.69 ile en yük yüksek puanı depolamanın 1. gününde alırken, en düşük puanı ise 6.50 ile E örneği (%3 çekirge protein tozu ilaveli) depolamanın 21. gününde almıştır. Her ne kadar en çok beğenilen C (%1 çekirge protein tozu ilaveli) yoğurtları olsa da probiyotik yoğurtlara ilave edilen çekirge protein tozu oranı arttıkça tat ve koku puanlarının düştüğü görülmektedir. Bunun da çekirge protein tozunun kendine has keskin aromasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların tat ve koku puanlarına etkisi önemli ($p < 0.05$) olmuştur.

Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre %1 çekirge protein tozu ilavesinin yoğurdun tat ve kokusunda önemli değişikliklere sebep olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte çekirge protein tozu ilavesinin artmasıyla birlikte tat ve koku değerlendirme puanlarının düştüğü görülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda çalışmamıza benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Farklı oranlarda çekirge tozu ilave edilen ekmek formülasyonlarının protein miktarlarının incelendiği bir araştırma yapılmıştır. Kontrol formülasyonu 100g/kg çekirge tozu ilavesi, 200g/kg çekirge tozu ilavesi ve 200g/kg yağsız çekirge tozu ilavesi olmak üzere dört örnek hazırlanmıştır. Çalışmanın duyu analizi sonuçlarına göre Kontrol numunesi buğday ekmeği ile 100g/kg çekirge unu eklenen ekmeğin benzer tatlara sahip olduğu bildirilmiştir. Fakat 200g/kg çekirge unu ilavesi değişik koku ve tat sebebiyle panelist değerlendirmelerinden düşük puanlar aldığı bildirilmektedir (Haber ve ark., 2019).

Farklı oranlarda çekirge tozu ilavesi ile 3 kurabiye formülasyonu hazırlanmıştır. Kontrol numunesi, %1 ve %2 çekirge unu ilave edilen örneklerin duyu analizi değerlendirilmesi yapılmıştır. 10 kişilik panelist grubu değerlendirmesine göre %1 çekirge unu ilave edilen formülasyonu en çok beğenilen örnek olmuştur (Güney ve ark., 2024).

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresince tat ve koku puanlarının değişimi Şekil 4.16'da verilmiştir. Şekilden görülebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların tat ve koku puanlarının depolama süresince düştüğü ancak bu düşüşün özellikle E (%3 çekirge protein tozu ilaveli) örneklerinde daha sert olduğu gözlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozunun keskin aromasının depolamanın ilerlemesiyle birlikte yoğurtlarda artan asitlikten olumsuz etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların tat ve koku puanları üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

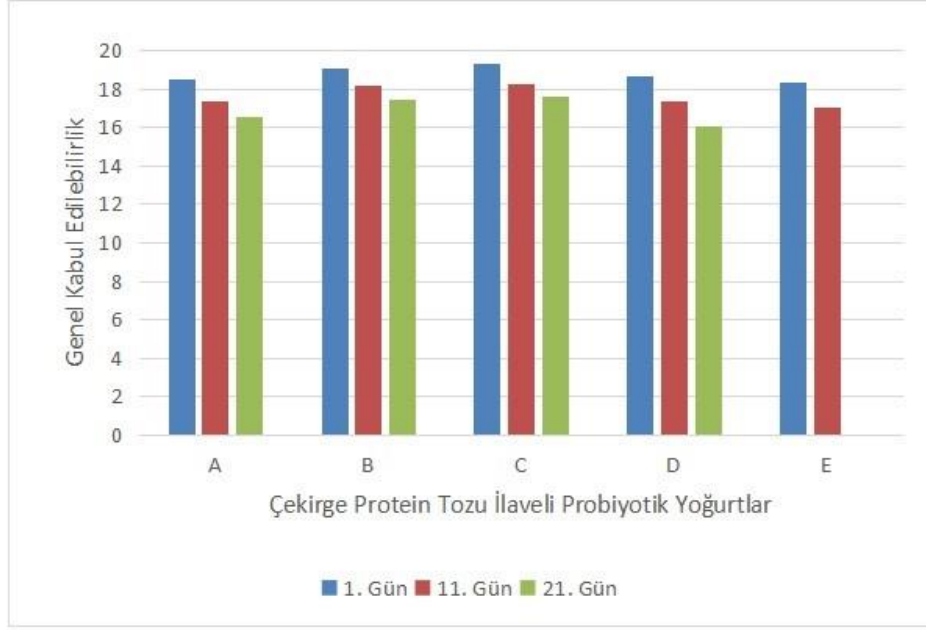


Şekil 4.16. Yoğurtların tat ve koku değerlerinin depolama süresindeki değişimi

4.6.4. Genel Kabul Edilebilirliğin Değerlendirilmesi

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlara panel üyelerince verilen genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.6’ da sunulmuştur. Çizelgeden de izlenildiği gibi C örneği (%1 çekirge protein tozu ilaveli) 19.34 ile en yüksek genel kabule edilebilirlik puanını depolamanın 1.gün analizlerinde alırken, en düşük puanı ise 15.76 ile E örneği (%3 çekirge protein tozu ilaveli) depolamanın 21. gün analizinde almıştır. Çekirge protein tozu oranı arttıkça probiyotik yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğü gözlenmiştir. Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların duyu analizi sırasında değerlendirmeye katılan panelistlerden değerlendirmeye aldıkları probiyotik yoğurtları en sevdiklerinden daha az sevdiklerine doğru bir beğeni sıralaması oluşturulması talep edilmiş ve panelistler öncelikli olarak C (%1 çekirge protein tozu ilaveli) örneğini daha sonra ise B örneğini (%0.5 çekirge protein tozu ilaveli) beğendiklerini açıklamışlardır. Nitekim bu beğenme sırası yoğurtların genel puanlarına da yansımıştır. Çalışmada B, C ve D yoğurtlarının kontrol yoğurtlarından daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanları aldığı gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlarda depolama süresince genel kabul edilebilirlik puanlarında meydana gelen değişimler Şekil 4.17.'de verilmiştir. Buradan izlenebileceği gibi çekirge protein tozu ilave edilen genel kabul edilebilirlik puanlarının diğer tüm duyuşsal özelliklerde olduğu gibi depolama süresince bir miktar düştüğü ve bu düşüşün istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.17. Yoğurtların genel kabul edilebilirlik değerlerinin depolama süresindeki değişimi

5. TARTIŞMA

Bu bölümde çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtlarının fizikokimyasal, duyuşsal, mikrobiyolojik ve tekstürel nitelikleri ayrı ayrı değerdendirilmiş, ilave edilen çekirge protein tozunun kahveli probiyotik yoğurtlar üzerinde oluşturduğu etkiler tartışılmış olup ortaya çıkan analiz sonuçları istatistiksel analize de tabi tutularak bu konuda diğerd araştırmacıların yapmış oldukları çalışma bulguları ile karşılaştırılarak değerdendirilmiştir.

5.1. Kimyasal Bileşim

Çekirge protein tozu ilave edilen kahveli probiyotik yoğurtların en düşük kurumadde içeriğı A (Kontrol) örneğinde % 22.33 olarak bulunurken ,en yüksek kurumadde içeriğı D örneğinde % 22.50 olarak analiz edilmiştir. Kontrol örneğine göre çekirge protein tozu ilave edilen örneklerin kurumadde içeriğinde bir miktar artış gözlenirse de istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların en düşük yağ içeriğı kontrol örneğı olan A örneğinde %1.60 iken en yüksek yağ içeriğı E örneğinde %1.70 olduğu görölmektedir. Kontrol örneğine göre çekirge tozu ilave edilen örneklerin yağ içeriğinde bir miktar artış olsa da istatistiksel olarak bu artış önemli olmamıştır ($p>0.05$). Çekirge protein tozu içeriğinde bulunan yağ miktarının yoğurtların yağ miktarını etkileyebileceğı ancak ilave edilen çekirge protein tozu miktarının düşük oranlarda olmasından dolayı etkisinin olmadığı düşünölmektedir.

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtlarda en düşük yağ içeriğı kontrol örneğı olan A örneğinde %20.73 iken, en yüksek yağsız kurumadde içeriğı D örneğinde %20.80 olduğu görölmektedir. Kontrol örneğine göre çekirge protein tozu ilave edilen örneklerin yağsız kurumadde içeriğinde bir miktar artış olsa da istatistiksel olarak bu artış anlamlı olmamıştır($p>0.05$).

Çekirgeler gerek protein ve gerekse diğerd besin ögeleri açısından zengin olmalarından ötürü dünya çapında tüketimleri gerçekleştirilmektedir (Osimani ark., 2017). Protein içeriğı yönünden oldukça değerdli olan çekirgelerin bazı türlerinin proteinin içeriğinin kurumaddede %77'ye kadar çıktığı bildirilmektedir (Ayensu ve ark., 2019). Çalışmamızda A kontrol grubu örneğinde protein miktarı %4.40 iken çekirge protein tozu oranının artmasına paralel olarak artış göstermiş ve %3 çekirge protein tozu ilave edilen E örneğinde protein miktarı %5.83 olarak analiz edilmiştir.

Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurt örneklerindeki protein artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Bu çalışmada çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtlarda saptanan protein oranlarının Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde belirtilen protein oranının üzerinde olduğu dolayısıyla ilgili tebliğe de uygun olduğu gözlenmektedir.

5.2. Fizikokimyasal Özellikler

Çalışmada üretimi yapılan kahveli probiyotik yoğurtların pH değerleri Çizelge 4.2. den de görülebileceği gibi 4.24 ile 4.78 arasında değişiklik göstermiş, en yüksek değer pH 4.78 ile A örneğinde (kontrol) depolamanın 1. gün analizinde en düşük pH değeri ise 4.24 ile D örneğinde depolamanın 21. gününde saptanmıştır.

Yoğurt üretiminde çekirge protein tozu ilavesi, yoğurtların pH değerinin düşmesine neden olmuş ve bu düşüş istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerlerinin kontrol örneğine göre daha düşük olmasının ilave edilen çekirge protein tozunun bakterilerin gelişimini teşvik etmiş olabileceği başka bir ifadeyle probiyotik etkisinin olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bakterilerin, metabolik aktivite sonucu depolama sırasında laktoz, protein ve yağları parçalayarak ve asitliği yükselterek yoğurt örneklerinin pH değerlerini düşürdüğü bildirilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999). Yoğurt üretiminin temelini oluşturan laktik asit depolama sırasında artış gösterebilmektedir. Laktik asidin zamanla artışı pH değerinin düşmesine sebep olmaktadır (Akalin ve ark., 1998).

Kahveli probiyotik yoğurtların depolama periyodundaki pH değerlerinin değişimleri Şekil 4.1 de verilmiştir. Buna göre probiyotik yoğurtların pH değerlerinin depolama süresince düzenli olarak bir azalma gösterdiği saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kahveli probiyotik yoğurtların pH değerleri üzerinde depolama süresinin etkisi tüm örneklerde önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge (*Oxya chinensis sinuosa*) tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurtların pH'sı incelenmiştir. Çekirge tozu içeren yüksek proteinli yoğurtlarda pH değerinin 4,3 civarında olduğu ve

farklı oranlarda çekirge tozu ilave edilen yoğurtlarda pH değerinin kontrol örneğine göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde istatistiksel olarak kontrol örneğiyle çekirge tozu ilave edilen yoğurtların pH değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı ifade edilmiştir (De Carvalho ve ark., 2020).

Çizelge 4.2.'den izlenebileceği gibi çekirge protein tozu ilaveli kahveli yoğurtların titrasyon asitliği, en düşük A kontrol örneğinde depolamanın 11. gününde % 0.74, en yüksek ise E ve D örneklerinde depolamanın 21. gününde % 1.13 laktik asit olarak saptanmıştır ($p < 0.05$). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre yoğurdun titrasyon asitliği değerinin en düşük %0.6 en çok ise %1.5 laktik asit olmalıdır (Anonim 2022). Yoğurt örneklerinin laktik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri, Tebliğde belirtilen değer aralıklarında bulunmuştur. Yoğurtlara süt tozu yerine çekirge protein tozu ilave etmenin örneklerin titrasyon asitliği üzerinde artışa neden olduğu görülse de istatistiksel olarak bu artış önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Yapılan bir çalışma da farklı oranlar da (%0, %0,5, %1 ve %2) çekirge (*Oxya chinensis sinuosa*) tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurtların titrasyon asitliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda çekirge tozu içeren yüksek proteinli yoğurtlarda asitlik değerlerinin %0,93 ile %1,10 laktik asit arasında değiştiği ve kontrol ve çekirge tozu ilave edilen yüksek proteinli yoğurt grupları arasında titrasyon asitliği açısından anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (De Carvalho ve ark., 2020).

Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların Serum ayrılması değerleri Çizelge 4.2. de verilmiştir. En yüksek serum ayrılması kontrol örneğinde depolamanın 21. gününde %42.47 olarak, en düşük serum ayrılması ise E örneğinde depolamanın 21. %16.90 şeklinde saptanmıştır. A, B, C ve D örneklerinin serum ayrılması değerleri depolamanın 11.gününe kadar düşüp depolama sonunda bir miktar artış gösterirken, E örneğinin serum ayrılması değerleri depolama süresi boyunca düzenli olarak azalmıştır ($p < 0.05$).

Yapılan bir çalışmada probiyotikli yoğurda ve geleneksel yoğurda Siyah asker sineği (*Hermetia illucens*) ve erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir. Çalışmada serum ayrılması değerlerinin hem probiyotik kültür içeren hem de geleneksel starter kültür içeren yoğurtlarda depolamanın 1.gününden itibaren düşüş sergilediği belirtilmiştir. Erkek arı ununun serum ayrılması üzerinde pozitif etki yarattığı ve yoğurtların sıkı yapısının korunmasına yardımcı olduğu, siyah asker sineği ununun sütteki çözünürlüğü zayıf olduğu için serum ayrılması üzerinde yararlı bir etkisinin

olmadığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca yoğurtların serum ayrılması üzerinde ürünün protein içeriğinin de önemli rol oynadığını ve protein oranı arttıkça serum ayrılmasının azaldığı ifade edilmiştir (Neves ve ark., 2024).

Serum ayrılmasının tersine su tutma kapasitesi pıhtının sıklığı ve dayanıklılığı hakkında bilgi veren ve tüketicinin beğenisini yansıtan en önemli fiziksel özelliklerden birisidir. Çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi Çizelge 4.2. verilmiştir. En düşük su tutma kapasitesi A örneğinde depolamanın 21. gününde %37.62 olarak ve en yüksek su tutma kapasitesi ise en çok çekirge protein tozu (%3) ilave edilen E örneğinde depolamanın yine depolamanın 21. gününde % 63.24 olarak analiz edilmiştir. Probiyotik yoğurtlarda çekirge protein tozu ilavesi ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozu ilavesi ile yoğurtların protein miktarının artmasına ayrıca çekirge protein tozunun içerdiği bir miktar lifin de bunda etkili olduğu düşünülmektedir.

Çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların depolama sürecinde su tutma kapasitesi değerlerindeki değişim Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre tüm yoğurtlarda (kontrol örneği dahil) depolamanın 11.gününe kadar su tutma kapasitesi değerlerinde artış gözlenmiş, 21. güne geldiğimizde kontrol örneği (A) ve en düşük çekirge protein tozu katkılı (%0.5) B örneğinde su tutma kapasitesi değerleri düşüş gösterirken C, D ve E örneklerinde artış devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin su tutma kapasitesi üzerinde etkisinin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bu da özellikle ilave edilen çekirge protein tozunun bileşiminde yer alan protein ve liflerin suyu bağlamasına, ortamdaki proteinlerle yeni interaksiyonlar oluşturmaya ve ilaveten depolama süresince pH değerlerindeki düşmeye bağlı olarak (pH 4.0-4.6) proteinlerin su tutma kapasitelerinin artmasına bağlanabilir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların viskozite değerleri Çizelge 4.2. de görüldüğü gibi 4340 cP ile 9855 cP arasında değişiklik göstermiştir. Viskozite değeri en düşük A kontrol örneği olurken viskozite değeri en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Viskozite değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği değerlendirilmiştir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda ilave edilen çekirge protein tozu oranının probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca viskozite değerlerindeki değişim Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi kontrol yoğurdunun (A) ve en düşük çekirge protein tozu ilaveli (%0.5) B örneğinin viskozite değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş, buna karşın çekirge protein tozu ilaveli yoğurtların viskozite değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolamanın probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel manada önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yoğurt viskozitesinin, asitliğin gelişmesinden direk olarak etkilendiği, gerek fermentasyon ve gerekse depolama sürecinde asitlik miktarı arttıkça yoğurt viskozitesinin arttığı ve serumun ayrılmasına karşı bir direnç oluştuğu belirtilmiştir (Longtom, 1991). Soğukta muhafaza edilen yoğurtların depolama esnasındaki pH değerlerinin düşmesiyle ilgili olarak asit kazein jellerinde proteinler arası oluşumlar devam ederek proteinlerin kendi aralarındaki bağlar tekrar şekillenmektedir (Özer ve ark. 1997; Akın ve ark., 2009). Dolayısıyla bu bağlamda yoğurdun fermentasyonu sürecinde ve sonrasında jelin sıkılığı da artış göstermektedir.

5.3. Renk

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların L^* , a^* ve b^* renk değerleri ve bu değerlerin depolama periyodundaki değişimi Çizelge 4.3 te verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi çekirge protein tozu ilavesinin; L^* değeri ile belirlenen beyazlık değerinde azalmaya ($p>0.05$), a^* değeri ile ifade edilen yeşillik veya kırmızılık değerinde ve b^* değeri ile ifade edilen sarılık veya mavilik değerinde ise artmaya ($p>0.05$) sebep olduğu belirlenmiştir.

L^* renk değeri en yüksek kontrol örneğinde (A) depolamanın 1. gününde 66.05 olarak, en düşük ise E örneğinde depolamanın 21.gününde 52.07 olarak analiz edilmiştir. Çekirge protein tozu arttıkça L^* değerinde de azalış olduğu gözlenmiş bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun koyu kahverengi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

a^* renk değeri en yüksek E örneğinde yani en fazla çekirge protein tozu ilaveli (%3) depolamanın 1.gününde 6.95 olurken, en düşük ise kontrol örneğinde (A) depolamanın 21.gününde 4.68 olarak ölçülmüştür. Çekirge protein tozu ilavesi ile a^* renk değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür

b* renk değeri en yüksek E örneğinde yani en fazla çekirge protein tozu

ilaveli (%3) depolamanın 1.gününde 23.27 bulunurken, en düşük ise kontrol örneğinde (A) depolamanın 21.gününde 18.11 olarak bulunmuştur. Çekirge protein tozu ilavesi ile b* değerinde artış olduğu görülmektedir.

İstatistiksel analiz sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin kahveli probiyotik yoğurtların L*, a* ve b* renk değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Renk değerleri ile alakalı olarak yoğurtlarda ve probiyotik yoğurtlarda yapılmış olan birçok araştırmada, bu ürünlerin içerisine farklı maddelerin (bitkisel unlar, sebze ve tahıl lifleri, meyve ve meyve püreleri, katkı maddeleri vb.) eklendiği görülmüş ve bu eklenen maddelerin L* renk değerini düşürdüğü başka bir ifadeyle ürünlerin beyazlık ve/veya parlaklık derecesinde azalmaya neden olduğu ifade edilirken, a* ve b* renk değerlerini ise arttırdığı ifade edilmiştir (Hashim ve ark., 2009; Peker, 2012; Singh ve ark., 2012; Damian, 2013; Bakırcı, 2014; Özcan ve Kurtuldu, 2014; Elaltunkara, 2018; Hafif, 2019).

5.4. Tekstürel Özellikler

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların sertlik değerleri Çizelge 4.4. de görüldüğü gibi 112.35 g ile 219.00 arasında değişiklik göstermiştir. Sertlik değeri en düşük A kontrol örneği olurken sertlik değeri en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Sertlik değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği değerlendirilmiştir. Bu da özellikle yoğurda katılan çekirge protein tozunun bileşiminde bulunan protein ve liflerin suyu tutmasına, ortamdaki diğer proteinlerle yeni etkileşimler oluşturmaya ve ek olarak depolama boyunca pH'daki düşmeye (pH 4.0-4.6) bağlı olarak ortamdaki proteinlerin su tutma miktarlarının ve jel sıkılıklarının artmasıyla ilişkilendirilebilir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda ilave edilen çekirge protein tozu oranının probiyotik yoğurtların sertlik değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca sertlik değerlerindeki değişim Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekilden de izlenebileceği gibi A (kontrol), B ve C örneklerinin sertlik değeri depolamanın 11.

gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş, buna karşın çekirge protein tozunun en fazla ilave edilen D (%2) ve E (%3) örneklerinin sertlik değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolama sürecinin probiyotik yoğurtların sertlik değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Sodini ve ark. (2004) yoğurtların depolama sürecinin uzamasının sertlik ve sinerezis gibi bazı tekstürel parametreler üzerinde etkisi olduğunu ifade ederek bunun da yoğurtların asitlik değerlerinde ve kazeinlerin su tutma oranlarında oluşan artıştan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere ilave edilen çekirge protein tozu oranı arttıkça artan proteine bağlı olarak sertlik değerlerinin de arttığı ve bu yapıyı depolama süresince muhafaza ettiği görülmüştür. Bu durumun probiyotik yoğurtlara farklı oranlarda çekirge protein tozu katılmasının, probiyotik yoğurtların protein içeriğini yükselttiği ayrıca çekirge protein tozu bileşiminde bulunan protein, lif, vb. maddelerin suyu tutarak stabilizör gibi bir işlev yapmak suretiyle yoğurdun viskozitesine dolayısıyla da sertlik değerlerine olumlu katkılar yaptığı düşünülmektedir.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerleri Çizelge 4.4. da gösterilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere en düşük dış yapışkanlık değerleri -118.25 mJ ile A (kontrol) yoğurtlarında depolamanın 1. gün analizlerinde ölçülürken, en yüksek değer ise -253.55 mJ ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde ölçülmüştür. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek dış yapışkanlık değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durumun probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çekirge protein tozu bileşiminde yer alan protein ve liflerin yağ ikamesine benzer bir davranış gösterdiğini düşündürmektedir. Yağ oranının özellikle fermente ürünlerinin dış yapışkanlık değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu bilinmektedir. Probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca dış yapışkanlık değerlerindeki değişim Şekil 4.7'de verilmiştir. Şekilden de izlenebileceği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) örneklerinin dış yapışkanlık değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş, buna karşın

çekirge protein tozunun daha fazla ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) örneklerinin dış yapışkanlık değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların dış yapışkanlık değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Altunkaya (2006), yoğurdun viskoelastik yapısına dair bilgi veren dış yapışkanlığın, çok yüksek olması durumunda yoğurdun tekstürel yapısında bir hata olduğunu da gösterdiğini ifade etmiştir. Bu durumun depolama süresinin ilerleyen safhalarında yoğurttaki pıhtı kitlelerinin birbirine yapışmak suretiyle ipliksi görünüme dönüşmesine sebep olabileceğini açıklamıştır.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerleri Çizelge 4.4. da verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği en düşük iç yapışkanlık değerleri 0.16 mJ ile A (kontrol) örneğinde depolamanın 1. gün analizlerinde saptanırken, en yüksek değer ise 0.51 mJ ile E yoğurtlarında depolamanın 21. gün analizlerinde saptanmıştır. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek iç yapışkanlık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların protein içeriğinin artmasına ve çekirge protein tozunun bileşiminde yer alan bazı maddelerin (lif, protein vb.) su bağlama özellikleri yanında yoğurttaki proteinlerle ortamın jel kuvvetini arttırmaya yönelik etkileşimlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

El-zeini ve ark. (2016) çalışmalarında sertlik değerleri ile iç yapışkanlık değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer bir durum söz konusu olmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca iç yapışkanlık değerlerindeki değişim Şekil 4.8’de verilmektedir. Şekilden izlenebileceği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) yoğurtlarının iç yapışkanlık değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise sabit kalırken, çekirge protein tozunun daha fazla ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) yoğurtlarının iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerleri Çizelge 4.4. da verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi en düşük sakızimsılık değeri 41.35 N ile A (kontrol) yoğurdun da depolamanın 1. gününde tespit edilirken, en yüksek değer ise 91.85 N ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurdun da depolamanın 21.gününde tespit edilmiştir. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek sakızimsılık değerlerine sahip olduğu başka bir ifadeyle sakızimsılık değerler ile çekirge protein tozu oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bu durumun ilave edilen çekirge protein tozunun artmasıyla birlikte proteinler arasındaki iç bağların artması ve/veya ortamdaki liflerin suyu tutmaları sonucu artış gösteren sertlik ve iç yapışkanlığın sonucu sakızimsılığın da artış gösterdiği düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Sakızimsılık değeri sertlik ile iç yapışkanlık değerlerini çarpmak suretiyle hesaplandığından, farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerleri de bu değerlerin paralelinde değişimler göstermiştir.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süreçlerindeki sakızimsılık değerlerinin seyri Şekil 4.11’de verilmektedir. Şekilden de izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların sakızimsılık değerlerinde depolama boyunca düzenli bir artış gözlenmiştir. Depolamanın farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların sakızimsılık özelliklerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların kıvam değerleri Çizelge 4.4. de görüldüğü gibi 1276.0 gs ile 3797.0 gs arasında değişiklik göstermiştir. Kıvam değeri en düşük A kontrol örneği olurken, en yüksek örnek çekirge protein tozu ilavesinin (%3) en yüksek olduğu E örneği olmuştur. Kıvam değerlerinin çekirge protein tozu ilavesi ile artış gösterdiği gözlenmiştir. Probiyotik yoğurtların kıvam değerlerine farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Çalışmada çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kıvam değerlerinin yüksek bulunması, bu değerlerin yoğurtlar için saptanan sinerezis, viskozite ve su tutma değerleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Çünkü çekirge

protein tozu ilavesi örneklerin su tutma oranı ile viskozite değerlerini arttırırken, serum ayrılması (sinerezis) oranını azaltmıştır. Bu bağlamda çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kıvamlarının fazla olmasının bu nedenden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer olarak duyusal analizlerde de çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların panelistlerce kıvamının daha fazla olduğu (Çizelge 4.6.) ifade edilmiştir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama boyunca kıvam değerlerinin değişimi Şekil 4.10'da verilmektedir. Şekilden izlenildiği gibi A (kontrol) ve B (%0.5) yoğurtlarının kıvam değerlerinde depolamanın 11. gününe kadar artış daha sonra ise bir miktar düşüş gözlenirken, çekirge protein tozunun daha fazla oranlarda ilave edildiği C (%1), D (%2) ve E (%3) yoğurtlarının kıvam değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların kıvam değerlerine etkisi istatistiksel manada önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

5.5. Mikrobiyolojik Özellikler

Çekirge protein tozu ilave edilen kahveli probiyotik yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayılarına ait değerler Çizelge 4.5'de sunulmuştur. Çizelgeden görüldüğü gibi en az *S. thermophilus* sayısı kontrol yoğurdunda (A) 7.68 log kob/g ile depolamanın 21. günde bulunurken, en fazla *S. thermophilus* sayısı C örneğinde (%1 çekirge protein tozu katkılı) depolamanın 11. gününde bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin *S. thermophilus* sayısını arttırdığı ve bu artışın da istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bunun da özellikle çekirge protein tozu bileşiminde bulunan amino asit, lif gibi bileşenlerin *S. thermophilus*'un gelişimine ve çoğalmasına olumlu bir katkı yapmasından başka bir ifadeyle prebiyotik bir etki yaratmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde fermente süt ürünleri için toplam spesifik mikroorganizma sayısının en düşük 107 kob/g olması gerektiği ifade edildiğinden, çalışmamızda elde edilen *S. thermophilus* sayılarının ilgili tebliğe uygun olduğu görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada probiyotikli yoğurda ve geleneksel yoğurda Siyah asker sineği (*Hermetia illucens*) ve erkek arı (*Apis mellifera*) unu ilave edilmiştir.

Çalışmanın sonunda böcek unu kullanımının yoğurtların *S. thermophilus* bakteri sayıları üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Neves ve ark., 2024).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *S. thermophilus* sayılarının değişimi Şekil 4.11’de verilmektedir. Şekilden görüldüğü üzere tüm probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 11. gününe kadar arttığı sonra ise bir miktar düşüş gösterdiği izlenmiştir. Depolamanın başlangıcındaki artışın *S. thermophilus*’un ortamda yer alan besin maddelerini kullanmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Depolama süresinin sonlarına doğru ise fermentasyona bağlı olarak ortamdaki asitliğin artması ve diğer bakterilerle oluşan rekabet *S. thermophilus* sayısının azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Depolamanın kahveli probiyotik yoğurtların *S. thermophilus* sayısına etkisi istatistiksel manada önemli olmuştur ($p<0.05$).

Konu ile ilgili olarak çeşitli katkıların ilavesiyle üretilen fermente süt ürünlerinde (probiyotik yoğurt, yoğurt vb.) *S. thermophilus* sayıları depolama süresince benzer değişimler göstermiştir (Espirito Santo ve ark., 2010; Espirito Santo ve ark., 2012; Peker, 2012; Uzuner, 2012; Çevik, 2013; Bakırcı, 2014; Burak Çınar, 2016).

Farklı oranlarda çekirge protein tozu katkılı probiyotik kahveli yoğurtların *Lactobacillus acidophilus* sayıları standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.5’de verilmektedir. Çizelgeden izlenebileceği gibi en düşük *L. acidophilus* sayısı 7.18 log kob/g ile kontrol (A) grubunda depolamanın 21. gününde saptanırken, en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8.14 log kob/g ile %1.0 çekirge protein tozu katkılı (C) yoğurtlarda depolamanın 11. gününde saptanmıştır. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin *L. acidophilus* sayılarını arttırdığı bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun bileşiminde bulunan doymamış yağ asitleri, amino asitler, mineral maddeler, lifler gibi bazı besin maddelerinin *L. acidophilus*’un çoğalmasını ve gelişimini desteklemesinden (prebiyotik etki) kaynaklandığı düşünülmektedir. Kahveli probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayılarına farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Benzer olarak Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde de bu ürünlerle ilgili olarak toplam spesifik mikroorganizma sayılarının en düşük 107 kob/g olması gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda tüm kahveli probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* sayılarının

ilgili tebliğde bildirilen değerin üzerinde saptanmış ve bu sonuçların tebliğle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Dave ve Shah (1997) fermente edilmiş süt ürünlerinde asitlik, diğer mikroorganizma bulunma durumu, pH, ortamdaki oksijen varlığı ve miktarının probiyotik bakteri sayısını etkileyen en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı oranlarda çekirge protein tozu katkılı kahveli probiyotik yoğurtların depolama periyodunda *L. acidophilus* sayılarının değişimi Şekil 4.12'de sunulmuştur. Şekilden izlenebileceği üzere probiyotik yoğurtların hepsinin *L. acidophilus* sayılarının depolama süresinin 11. gününe kadar artıp daha sonra ise azaldığı belirlenmiştir. Depolama sürecinin kahveli probiyotik yoğurtların bu bakteri sayıları üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Depolama periyodunda probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* bakteri sayısındaki azalmanın, ortamdaki bakteriyel gelişime paralel olarak yoğurtların pH değerinin azalmasına ve organik asitlerle diğer bileşiklerin birikiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hood ve Zoitola (1988) ve Shah (2001) probiyotik yoğurtların depolanması esnasında aynı nedenlerden dolayı bakteri sayılarında azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlarda saptanan *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayıları Çizelge 4.5 te görülmektedir. Buna göre en düşük BB-12 sayısı A (kontrol) örneğinde depolamanın 21. gününde 6.81 log kob g-1 bulunurken, en yüksek sayı ise C örneğinde depolamanın 11. gününde 8.14 log kob g-1 olarak bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin BB-12 sayılarını arttırdığı bunun da ilave edilen çekirge protein tozunun bileşiminde yer alan bazı besin maddelerinin (amino asit, lif vb) bu bakterilerin gelişimini ve çoğalmasını teşvik etmesinden ve prebiyotik etki göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların BB-12 sayılarına farklı oranlarda çekirge protein tozu katkısının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde toplam spesifik mikroorganizma sayısının fermente sütler için en düşük 107 kob/g olmasının gerektiği belirtilmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda probiyotik kahveli yoğurtlarda saptanan BB-12 sayılarının genelde tebliğde bildirilen değerin üzerinde olduğu (sadece A ve E yoğurtları depolamanın

21.gününde bu değerin altında kalmıştır) ve sonuçların diğer bakterilerin sayılarındaki gibi tebliğle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca BB-12 sayılarındaki değişim Şekil 4.13’de verilmiştir. Şekilden de izlenebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların BB-12 sayıları depolama süresi boyunca bir azalma göstermiştir. Anaerobik bir bakteri kabul edilen BB-12 gelişimi üzerinde ortamda oksijen olması olumsuz etki göstermektedir. Probiyotik yoğurtlarda kullanılan ambalajın oksijen geçirgenliği nedeniyle depolama süresi boyunca BB-12 sayılarında düşüş olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlara konuyla ilgili yapılan diğer bazı çalışmalarda da ulaşılmıştır (Güler-Akın ve Akın, 2007; Kailasapathy ve ark., 2008). Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların BB-12 sayıları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların maya-küf sayıları ortalamalar olarak Çizelge 4.5’de verilmektedir. Buna göre maya-küf sayıları 0.0 ile 1.85 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde 1.gün ve 14.gün maya-küf tespit edilmemiştir. Bununla beraber depolamanın 21.gününde tüm örneklerde belirtilen sayılar arasında maya-küf tespiti yapılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin probiyotik yoğurtların maya-küf sayıları üzerindeki etkisi önemsiz olurken ($p>0.05$), depolama süresinin etkisi ise önemli ($p<0.05$) olmuştur.

5.6. Duyusal Özellikler

Çekirge protein katkılı probiyotik yoğurtların panel üyelerinden almış oldukları renk ve görünüş puanları Çizelge 4.6’ da görülmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere D örneği (%2 çekirge protein tozu ilaveli) 4.86 ile en yük yüksek puanı depolamanın 1. gününde alırken, en düşük puanı ise 4.27 ile A örneği (kontrol) depolamanın 21. gününde almıştır. Genel olarak bakıldığında aynı gün analizlerinde yoğurtların birbirlerine oldukça yakın puanlar aldığı (4.70–4.86, 4.46-4.69 ve 4.27-4.55) gözlenmiştir. Nitekim uygulanan istatistiksel analizler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların renk ve görünüşüne etkisi önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.

Yapılan bir çalışmada yoğurda farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge tozu (*Oxya chinensis sinuosa*) ilave edilerek yüksek proteinli yoğurtlar üretilmiş ve

organoleptik değerlendirmeye 10 panelist katılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucu yoğurtlardan %0,5 ila %2 oranında çekirge tozu içeren formülasyonların renk değerlendirmesinde daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2017).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca renk ve görünüş puanlarının değişimi Şekil 4.14’de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanlarının depolama süresi boyunca bir azalma gösterdiği saptanmıştır. Bu sonucun depolama süresi boyunca pigmentlerin parçalanmasına bağlı olarak rengin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresinin kahveli probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Farklı oranlarda çekirge protein tozu ilave edilerek üretilen kahveli probiyotik yoğurtların panelistlerden almış oldukları yapı ve kıvam puanları Çizelge 4.6. da verilmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği üzere en düşük yapı ve kıvam puanlarını 3.95 ile A (kontrol) yoğurdu depolamanın 21. gününde alırken, en yüksek puanı ise 4.88 ile E (%3 çekirge protein tozu) yoğurdu depolamanın 1. gününde almıştır. Çekirge protein tozu katkılı probiyotik yoğurtların kontrol örneğinden daha yüksek yapı ve kıvam puanlarına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durumun probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çekirge protein tozu bileşiminde yer alan protein ve liflerin suyu bağlayarak yapı ve kıvam üzerinde olumlu etkiler yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarına farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin etkisi istatistiki anlamda önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Probiyotik yoğurt ve yoğurt gibi fermente süt ürünleri üzerinde yapılan bazı çalışmalarda, ürüne katılan nişasta, lif, stabilizör, bitkisel unlar, vb. katkı maddelerinin su tutma oranlarının fazla olmasından dolayı bu ürünlerin viskoziteleri ve yapıları üzerinde pozitif etkiler yapmak suretiyle yapı ve kıvam puanlarını arttırdığı açıklanmıştır (Güven ve ark., 2005; Bakırcı, 2014; Crispin-Isidro ve ark., 2014; Özcan ve Yıldız, 2016; Elaltunkara, 2018; Hafif, 2019).

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresince yapı ve kıvam puanlarındaki değişim Şekil 4.15’de verilmektedir. Şekilden izlenebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarının depolama süresi boyunca düştüğü ancak çekirge protein tozu ilaveli probiyotik bu düşüşün daha yavaş

gerçekleştiği gözlenmiştir. Depolamanın kahveli probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarına üzerine istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($p<0.05$).

Kim ve ark. (2017), yoğurda farklı oranlarda (%0, %0.5, %1 ve %2) çekirge tozu (*Oxya chinensis sinuosa*) ilave edilerek tapmış oldukları çalışmalarında, çekirge tozu ilave edilen yoğurtların, kontrol yoğurtlarına göre panel üyelerinden yüksek yapı ve kıvam puanları aldıklarını bildirmişlerdir.

Çekirge protein katkılı probiyotik yoğurtların panelistlerden almış oldukları tat ve koku puanları Çizelge 4.6’ da verilmiştir. Çizelgeden izlenildiği gibi C örneği (%1 çekirge protein tozu ilaveli) 9.69 ile en yük yüksek puanı depolamanın 1. gününde alırken, en düşük puanı ise 6.50 ile E örneği (%3 çekirge protein tozu ilaveli) depolamanın 21. gününde almıştır. Her ne kadar en çok beğenilen C (%1 çekirge protein tozu ilaveli) yoğurtları olsa da, probiyotik yoğurtlara ilave edilen çekirge protein tozu oranı arttıkça tat ve koku puanlarının düştüğü görülmektedir. Bunun da çekirge protein tozunun kendine has keskin aromasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların tat ve koku puanlarına etkisi önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Farklı oranlarda çekirge tozu ilavesi ile 3 kurabiye formülasyonu hazırlanmıştır. Kontrol numunesi, %1 ve %2 çekirge unu ilave edilen örneklerin duyuusal analiz değerlendirilmesi yapılmıştır. 10 kişilik panelist grubu değerlendirmesine göre %1 çekirge unu ilave edilen formülasyon 4,7/5 puan alarak en çok beğenilen örnek olmuştur (Güney ve ark., 2024).

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresince tat ve koku puanlarının değişimi Şekil 4.16’da verilmiştir. Şekilden görülebileceği gibi tüm probiyotik yoğurtların tat ve koku puanlarının depolama süresince düştüğü ancak bu düşüşün özellikle E (%3 çekirge protein tozu ilaveli) örneklerinde daha sert olduğu gözlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozunun keskin aromasının depolamanın ilerlemesiyle birlikte yoğurtlarda artan asitlikten olumsuz etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Probiyotik yoğurtların tat ve koku puanları üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlara panel üyelerince verilen genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.6’ da sunulmuştur. Çizelgeden de

izlenildiği gibi C örneği (%1 çekirge protein tozu ilaveli) 19.34 ile en yüksek genel kabule edilebilirlik puanını depolamanın 1.gün analizlerinde alırken, en düşük puanı ise 15.76 ile E örneği (%3 çekirge protein tozu ilaveli) depolamanın 21. gün analizinde almıştır. Çekirge protein tozu oranı arttıkça probiyotik yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğü gözlenmiştir.

Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların duyu analizi sırasında değerlendirmeye katılan panelistlerden değerlendirmeye aldıkları probiyotik yoğurtları en sevdiklerinden daha az sevdiklerine doğru bir beğeni sıralaması oluşturulması talep edilmiş ve panelistler öncelikli olarak C (%1 çekirge protein tozu ilaveli) örneğini daha sonra ise B örneğini (%0.5 çekirge protein tozu ilaveli) beğendiklerini açıklamışlardır. Nitekim bu beğenme sırası yoğurtların genel puanlarına da yansımıştır. Çalışmada B, C ve D yoğurtlarının kontrol yoğurtlarından daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanları aldığı gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarına etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çekirge protein tozu ilaveli kahveli probiyotik yoğurtlarda depolama süresince genel kabule edilebilirlik puanlarında meydana gelen değişimler Şekil 4.14.'de verilmiştir. Buradan izlenebileceği gibi çekirge protein tozu ilave edilen genel kabul edilebilirlik puanlarının diğer tüm duyu özelliklerinde olduğu gibi depolama süresince bir miktar düştüğü ve bu düşüşün istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

SONUÇLAR**6. SONUÇLAR**

Bu çalışmada probiyotik yoğurt üretiminde hayvansal proteinlere yeni bir alternatif olarak çekirge protein tozunun kullanım olanakları ve sürdürülebilirlik potansiyeli amaçlanmış ve farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla çekirge protein tozunun renginden kaynaklanan renk olumsuzluğunu (koyu kahverengi) gidermek amacıyla kahveli yoğurt üretimi tercih edilmiştir. Bunun için farklı oranlarda çekirge protein tozu ilavesiyle hazırlanan 5 ayrı kahveli probiyotik yoğurt üretilmiş ve 21 gün süreyle depolanarak, depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir.

Buna göre analiz sonuçları incelendiğinde kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların kurumadde, yağ ve yağsız kurumadde oranlarına etkisinin önemsiz ($p>0.05$), protein oranlarına etkisinin ise önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin, yoğurdun fizikokimyasal parametreleri üzerinde önemli ($p<0.05$) etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Çekirge protein tozu ilavesi, yoğurtların pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite ve su tutma kapasitesi gibi özelliklerine istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olurken, depolamanın etkisi ise sadece yoğurtların viskozite ve serum ayrılması değerlerinde önemli ($p<0.05$) olmuştur. Yine kahveli probiyotik yoğurtların L^* , a^* ve b^* renk değerleri üzerine çekirge protein tozu ilavesinin etkisi tüm değerler için önemli ($p<0.05$) bulunurken, depolama süresinin etkisi ise tüm değerlerde önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların tekstürel özelliklerinden sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve kıvam değerleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. Bunun da çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların protein içeriğinin artmasına ve çekirge protein tozunun bileşiminde yer alan bazı maddelerin (lif, protein vb.) su bağlama özellikleri yanında yoğurttaki proteinlerle ortamın jel kuvvetini arttırmaya yönelik etkileşimlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kahveli probiyotik

SONUÇLAR

yoğurtların tüm tekstürel özelliklerine depolama süresinin etkisi de önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Yine kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) suşları üzerindeki etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu ve bu bakterilerin sayılarının, çekirge protein tozu ilaveli yoğurtlarda (0.5 log luk bir artış) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, çekirge protein tozunun bu bakteriler için prebiyotik etki göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Depolama süresinin bu bakterilerin sayıları üzerindeki etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Yoğurtların tümünde depolamanın 11. gününe kadar maya-küf gelişimi gözlenmemiş, ancak 21. gün analizlerinde tüm örneklerde maya-küf gelişimi gözlenmiştir.

Kahveli probiyotik yoğurtların duyu özellikleri değerlendirildiğinde, çekirge protein tozu ilavesinin yoğurtların "renk ve görünüş" puanlarına etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuş, ancak "yapı ve kıvam", "tat ve koku" ve "genel kabul edilebilirlik" puanlarına etkisi önemli ($p<0.05$) olmuştur. Depolama süresinin etkisi ise tüm özellikler üzerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların (E %3.0 çekirge protein tozu ilaveli hariç) kontrol yoğurtlarından daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Panelistler en çok %1.0 çekirge protein tozu ilaveli C örneğini beğendiklerini ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, yoğurt ve probiyotik yoğurt üretiminde çekirge protein tozunun uygun bir besinsel özelliklerini ve protein içeriğini arttırmak amacıyla kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Bununla birlikte çekirge protein tozunun daha farklı oranlarının yoğurtlar, makarna, ekmek gibi tahıl ürünlerinde besleyici özelliği arttırmak ve bazı fiziksel /tekstürel kusurların giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

7. ÖNERİLER

Elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde kahveli probiyotik yoğurtlara çekirge protein tozu ilavesinin belirli bir orana kadar yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine genelde olumlu katkılar yaptığı görülmüştür.

İlave edilen çekirge protein tozunun probiyotik yoğurtların özellikle protein içeriğini önemli oranda arttırdığı, buna bağlı olarak da yoğurtların fiziksel (viskozite, serum ayrılması ve su tutma kapasitesi) ve tekstürel (sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, sakızimsılık ve kıvam değerleri) özelliklerinde de olumlu iyileşmeler olduğu görülmüştür.

Yine çekirge protein tozunun *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) bakteri sayılarında yaklaşık 0.2-0.5 log'luk bir artışa neden olduğu dolayısıyla prebiyotik bir etki gösterdiği de düşünülmektedir.

Duyuşsal açıdan bakıldığında çekirge protein tozunun renginden dolayı (koyu kahverengi) sade yoğurt üretiminde kullanılmasının “renk ve görünüş” açısından olumsuz etkilendiği ve bu sebeple çalışmada kahveli yoğurt üretiminin tercih edilmesine neden olmuştur. Kahveli probiyotik yoğurt üretiminde çekirge protein tozunun duyuşsal özelliklere etkisi olumlu olarak gözlemlenmiştir. Nitekim çalışmada çekirge protein tozu ilaveli probiyotik yoğurtların hepsi panelistlerden kabul edilebilir puanlar almışlardır. Ayrıca en çok beğenilen yoğurtların %1 ve %2 çekirge protein tozu katkılı yoğurtlar olduğu görülmüştür.

Yoğurt ve probiyotik yoğurt üretiminde çekirge protein tozunun uygun bir besinsel özelliklerini ve protein içeriğini arttırmak amacıyla kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Bununla birlikte çekirge protein tozunun daha farklı oranlarının makarna, ekmek gibi tahıl ürünlerinde hayvansal protein içeriğini arttırmak ve bazı fiziksel /tekstürel kusurların giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Ayrıca alınan önlemlere rağmen dünya nüfusundaki hızlı artış, küresel ısınma, sanayi ve insan kaynaklı çevre kirlenmesi, tarım arazilerini ve su kaynaklarının

ÖNERİLER

azalmasına sebep olmakta ve yeterli ürün dolayısıyla da protein üretimini güçleştirmektedir. Yenilebilir böcekler içeren gıda ürünlerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir kaynakları kullanarak daha fazla tüketici kabulü ile belirli işlevlere ve beslenme profillerine sahip ürünler sağlamak için umut verici bir strateji olarak görülmektedir.

Bu nedenle dünyadaki gelişmelere paralel olarak bugün ya da yarın böcek katkılı ürünlerin, gıda ham maddelerinin veya kozmetik ürünlerinin hayatımıza gireceği gerçeğini görerek bu konuda ilmi, dini, endüstriyel ve bilimsel araştırmaların hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ve bu hassas konunun İslami bakış açısından da çözüme kavuşturulması konusunda gereken adımların atılması son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges-A review. *Trends in food science & technology*, 129, 558-580.
- Premalatha, M., Abbasi, T., Abbasi, T. Ve Abbasi, S. A. (2011). Energy Efficient Food Production to Reduce Global Warming and Ecodegradation: The Use of Edible İnsects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4357-4360.
- Akalın, A. S., Kınık, Ö., & Gönç, S. (1998). Yoğurt Üretimi ve Depolama Sırasında Organik Asitlerin Belirlenmesi. *Gıda*, 23(1).
- Akin, N. (2009). Dondurma Bilimi ve Teknolojisi. *Damla Ofset*, Konya, 425s.
- Aksoy Baş, A., El, S., N. (2021). Geleceğin Protein Kaynağı: Yenilebilir Böcekler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2021, 9.5: 887-896.
- Altunkaya, S. (2006). Yoğurt yapımı. Samsun: T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü.
- Andaç, A. E., Tuncel, N. Y. (2023). Sürdürülebilir ve Yeni Bir “Gıda” Alternatifi Olarak Yenilebilir Böcekler. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 9(1), 251-267.
- Atamer, M. Ve Sezgin, E. (1986). Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 11(6): 327-331.
- Ayensu, J., Annan, R. A., Edusei, A. Lutterodt, H. (2019). Beyond nutrients, health effects of entomophagy: a systematic review. *Nutrition and Food Science*, 49(1), 2-17, <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2018-0046>.
- Badıllı, A. G. (2020). Yağı azaltılmış fonksiyonel dondurma üretiminde süt tozu yerine nohut ununun kullanılabilme olanaklarının araştırılması/Investigation of possibilities of chickpea flour usage opportunities instead of milk powder in reduced fat functional ice cream production (Doctoral dissertation).
- Bakirci, S. (2014). Balkabağı Lifi Kullanımının Yarım Yağlı Yoğurdun Kalitesi ve Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 104s.
- Bek, Y. Ve Efe, E. (1995). Araştırma ve Deneme Metotları Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 200s.
- Bilginer, H., ve Çetin, B. (2019). Probiyotikler ve belirlenmelerinde kullanılan in vitro testler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 312-325.
- Boran, M. (2020). Fıkıhta Çekirgenin Hükmü. *İhya Uluslararası İslam Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 259-278.
- Burak Çınar, Ş. (2016). Probiyotik Yoğurt Üretiminde Ayva Tozu Kullanımının Ürünün Mikrobiyolojik ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 75s.

- Casarotti, S. N., Carneiro, B. M., & Penna, A. L. B. (2014). Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *Journal of dairy science*, 97(10), 6027-6035.
- Crispin-Isidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J. And Vernon-Carter, E. J. (2014). Effect of Inulin and Agave Fructans Addition on the Rheological, Microstructural and Sensory Properties of Reduced-Fat Stirred Yogurt. *LWT- Food Science and Technology*, 62(2):438-444.
- Cueva, O. And Aryana, K. J. (2008). Quality Attributes of a Heart Healthy Yogurt *LWT-Food Science and Technology*, 41(3): 537-544.
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N., & Ramón, A. N. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, 37(4), 627-631.
- Çamurcu, H. (2005). Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 8 (13), 87-10
- Çayır, M. S. (2007). Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 38s.
- Çelik, G. (2022). Çekirgenin (*Locusta migratoria*) beş temel sosta farklı kurutma teknikleri ile kullanımının araştırılması (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Çevik, G. B. (2013). Peynir Altı Suyu Tozu ve Turunç İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 82s.
- Damian, C. (2013). Influence of Dietary Fiber Addition on Some Properties of Yoghurt. *Annals of Chemistry*, 24(1):17-20.
- De Carvalho, N. M., Madureira, A. R., & Pintado, M. E. (2020). The potential of insects as food sources—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(21), 3642-3652.
- Demirci M., Yetim H. (2021). İnsan gıdası olarak böcek proteinleri tüketimi ve getirdiği sorunlar. *Helal ve Etik Araşt. Derg*, 3(2): 11-22.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T. Ve Shah, N.P. (2006). Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16(10):1181- 1189.
- Drake, M. A., Chen, X. Q., Tomorapu, S. And Leeneanan, B. (2000). Soy protein fortification affects sensory chemical, and microbiological properties of dairy yogurts, *Journal of Food Science*, 65(7):1244-1247.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. And Gürbüz, F. (1987). Researches and Practice Methods (Statistical Methods II). A. U. Agricultural Faculty, 1021:381.
- El-Zeini Hoda, M., Moneir El-Abd, M., Mostafa, A. Z. And Yasser El-Ghany, F. H. (2016). Effect of Incorporating Whey Protein Concentrate on Chemical, Rheological and Textural Properties of Ice Cream. *Journal of Food Processing & Technology*, 7(2).

- Elaltunkara, Z. (2018). Nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun probiyotik yoğurt üretiminde prebiyotik olarak kullanım olanaklarının araştırılması/Investigation of usage possibilities of pomegranate seed and pomegranate peel powders as prebiotic in the production of probiotoc yogurts (Doctoral dissertation).
- Eminoğlu, G., Şenel, E. (2019). Süt ve Ürünlerinin Duyusal Değerlendirmesinde Kemometrik Yaklaşımlar. Akademik Gıda, 17(1), 102-110. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.544842>
- Erdoğan, B., Peksever, D., Görür, A., Sümer, O., El, S. (2021). Sürdürülebilir protein kaynağı olarak yenilebilir böceklerin besleyici özellikleri ve tüketici kabulü. *Gıda*, 46(5), 1105-1116.
- Erkaya, T. (2009). İnek, Manda, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti ve Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 118s.
- Erkmen, O. (2000). Probiyotik Bakterilerin Önemi. *Gıda Bilimi Teknolojisi*, 5(1):26-32.
- Espirito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A. And Oliveira, M. N. (2012). Influence of Milk Type and Addition of Passion Fruit Peel Powder on Fermentation Kinetics, Texture Profile and Bacterial Viability in Probiotic Yoghurts. *LWT Food Science and Technology*, 47(2):393-399.
- Fraqueza, M. J. R., Patarata, L. A. S. C. (2017). Constraints of HACCP application on edible insect for food and feed. *Future foods*, 89-113.
- George A.C. And William L.K. (2013). Microfluidization of Full-Fat Ice Cream Mixes Effects of Gum Stabilizer Choice On Physical and Sensory Changes. *Journal of Food Process Engineering* 29–35.
- Gökırmaklı, Ç., Bayram, M. (2018). Gıda İçin Gelecek Öngörüler: Yıl 2050. *Akademik Gıda*, 16(3), 351-360.
- Gülbandılar, A., Okur, M., Dönmez, M. (2017). Fonksiyonel Gıda Olarak Kullanılan Probiyotikler ve Özellikleri. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 10(1), 44-47.
- Güler-Akin, M. B. Ve Akin, M. S. (2007). Effect of Cysteine and Different Incubation Temperatures on the Microflora, Chemical Composition and Sensory Characteristics of Bio-yogurt Made from Goat's Milk. *Food Chemistry*, 100:788-793s.
- Güney, S. K., Bedir, İ., Sarıal, E. (2024). Yenilebilir Böcek Kavramı ve Unlu Mamulde Kullanımı: Yenilebilir Çekirge (*Locusta Migratoria*) İçeren Kurabiyelerin Duyusal Kalitesinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(s2), 2216-2221.
- Gürlük, S., Turan, Ö. (2008). Dünya Gıda Krizi: Nedenleri ve Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 63-74.
- Güven, M., Yaşar, K., Karaca, O. B. Ve Hayaloğlu, A. A. (2005). The Effect of Inulin as a Fat Replacer on the Quality of Set-Type Low-Low Yogurt Manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3):180-184.

- Haber, M., Mishyna, M., Martinez, J. I., Benjamin, O. (2019). The Influence Of Grasshopper (*Schistocerca Gregaria*) Powder Enrichment On Bread Nutritional And Sensorial Properties. LWT, 115, 108395.
- Hafif, O. (2019). Farklı oranlarda kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) unu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi/The effect of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) flour in different rates addition on the physicochemical, textural, microbiological and sensory properties of probiotic yogurts (Doctoral dissertation).38-78.
- Hashim, I. B., Khalil, A. H. And Afifi, H. S. (2009). Quality Characteristics and Consumer Acceptance of Yogurt Fortified with Date Fiber. Journal Dairy Science, 92(11):5403-5407.
- Hood, S. K., And Zoitola, E. A. (1988). Effect of Low pH on the Ability of Lactobacillus Acidophilus to Survive and Adhere to Human Intestinal Cells. Journal of Food Science, 53(5): 1514-1516.
- Horzum, R.A. (2016). Türkiyenin Yoğurt Atlası.Yükseklisans Semineri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvansal Ürünler Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Burdur.
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. NFS, 18, 1-11. doi:10.1016/j.nfs.2019.11.002 Işıdan, H. (2009). Probiyotikler. *Aquaculture Studies*, 2009(1), 9-12.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I. And 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 pp.
- Karabıyık, S. (2006). Süzme Yoğurt Prosesinde Mikrobiyolojik Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Fen
- Karaman, R., Bozok, D. (2019). Alternatif Besin Kaynağı Olarak Çekirge: Nitel Bir Uygulama (Grasshopper As An Alternative Food Source: A Qualitative Application). Journal Of Tourism & Gastronomy Studies, 7(3), 1573-1587.
- Kızılaslan, N., Solak, İ. (2016). Yoğurt ve insan sağlığı üzerine etkileri. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (12), 52-59.
- Kim, H. S., Kim, Y. J., Chon, J. W., Kim, D. H., Song, K. Y., Kim, H., & Seo, K. H. (2017). Organoleptic evaluation of the high-protein yoghurt containing the edible insect *Oxya chinensis sinuosa* (grasshopper): A preliminary study. Journal of Dairy Science and Biotechnology, 35(4), 266-269.
- Longton, M. (1991). The Microstructure of Yogurt, SIK Yogurt, No. 580: 1-26 p.
- Metin, M. (1977). Gıdalarda Kalite ve Kalite Kontrol. Gıda, 2(4).
- Metin, M. (1996). Süt Teknolojisi 1.Bölüm: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Müh. Fak Yay. No:33, E.Ü. Rektörlüğü Basımevi, Bornova, 633.

- Nakov, G., Komlenic, D.K., Ivanova, N., Damyanova, S., Godjevargova, T. Ve Susak, A. (2018). "Sensory Analysis of Biscuits from Einkorn Flour, Barley Flor, Einkorn Flakes and Wheat Flour in Different Proportions and Different Sugars". In Proceedings of the 9th International Congress Flour-Bread' 17, 105 – 114.
- Neves, V., Campos, L., Ribeiro, N., Costa, R., Correia, P., Gonçalves, J., & Henriques, M. (2024). Insect Flour as Milk Protein Substitute in Fermented Dairy Products. *Food Bioscience*, 104379.
- Onurlubaş, E., Gürler, A. Z. (2016). Gıda Güvenliği Konusunda Tüketicilerin Bilinç Düzeyini Etkileyen Faktörler. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 33(1), 132-141. <https://doi.org/10.13002/jafag925>
- Osımanı, A., Garofalo, C., Aquilanti, L., Milanović, V., Cardinali, F., Taccar, M., Pasquini, M., Tavoletti, S. And Clementi, F. (2017). Transferable antibiotic resistances in marketed edible grasshoppers (*Locusta migratoria migratorioides*). *Food Science*, 82 (5), 1-11.
- Oysun, G. (1996). Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 504. Ofset Basımevi. Genişletilmiş II. Baskı, İzmir, 230s.
- Öner, Z., Şanlıdere Aloğlu, H. (2020). Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri Kitabı 189-218
- Özcan, T. (2013). Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. 2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, Nutrition and Food Science II, 53:118-122.
- Özcan, T., Yıldız, E. (2016). Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(7), 579-587.
- Özcan, T. And Kurtuldu, O. (2014). Influence of Dietary Fiber Addition on The Properties of Probiotic Yogurt. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5):397-401.
- Özcan, T. Ve Yıldız, E. (2016). Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyuşal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(7):579-587.
- Özdemir, S., Özkan, K., Mert, A. (2020). Ekolojik Bakış Açısı ile İklim Değişimi Senaryoları. *Biological Diversity and Conservation*, 13(3), 361-371. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2020.762985>
- Özek, K. (2016). Böcek Kökenli Protein Kaynaklarının Yem Değeri ve Kanatlıların Beslenmesinde Kullanılabilme Olanakları. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(3): 272-278.
- Özer, B., Robinson, R. K., Grandison, A. S. And Bell, A. E. (1997). Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50(4): 129-133.
- Özkaya, F. D., Öztürk, B. (2021). Coğrafi İşaretli Gıdalarda Organoleptik Analizin Önemi. *Gastronomide Alternatif Yaklaşımlar*. 103s

- Öztürk, A., Nart, S., Altunışık, R. (2016). Tüketicilerin Helal Tüketim Davranışlarının Belirleyicileri: Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Bir Araştırma. *International Journal Of Islamic Economics And Finance Studies*, 1(2), 141-160.
- Peker, H. (2012). Keçiyoynuzu Gamı Kullanılarak Az Yağlı Yoğurt ve Zeytin Yaprağı Ekstraktı Kullanılarak Fonksiyonel Meyveli Yoğurt Üretimlerinin Araştırılması. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 70s.
- Ramos-Elorduy Blasquez J., Pinomorenjo, M., Martinez Camacho H. (2012). Could grasshoppers be nutritive meal? *Food Nutr. Sci.*, 3(2), 164-175.
- Renner, E. (1991). *Dictionary of Milk and Dairying*. Printing Pustet Resenburg, Germany, 384s.
- Sevilmiş, G. (2008). Bazı Fonksiyonel Gıdalarda Tüketici Kararları ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 107s.
- Seyhan, S., Nakılcıoğlu, E. (2022). Sürdürülebilir Beslenme Kapsamında Yenilebilir Böcekler. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 1166-1178.
- Shah, N. P. (2001). Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. *Food Technology*, 55(11):46-53.
- Siddiqui, S.A., M. Ghisletta, B.M. Yunusa, F.A. Jiddum, Y.R. Saraswati, I. Fernando, A.A. Nagdalian, A.A. Gvozdenko, Mohd Asif Shah, J.M. Lorenzo, And B.N. Dar. (2023). "Grasshoppers and locusts as human foods – a comprehensive review". *Journal of Insects as Food and Feed* 9.10 1247-1264. <https://doi.org/10.3920/JIFF2023.0010> Web.
- Singh, M., Kim, S. And Liu, S. X. (2012). Effect of Purified Oat β -glucan on Fermentation of Set-Style Yogurt Mix. *Journal of Food Science*, 77(8):195-201.
- Sogarı G., Liu A., Li J. (2019). Understanding Edible Insects as Food in Western and Eastern Societies. In D, Bogueva D, Marinova T, Raphaely K, Schmidinger (Ed.), *Environmental, Health, and Business Opportunities in the New Meat Alternatives Market* (pp. 166- 181). IGI Global.
- Stull, V. J., Finer, E., Bergmans, R. S., Febvre, H. P., Longhurst, C., Manter, D. K., Weir, T. L. (2018). Impact Of Edible Cricket Consumption On Gut Microbiota In Healthy Adults, A Double-Blind, Randomized Crossover Trial. *Sci Rep*, 8(1), 10762.
- Tang C., Yang D., Liao H., Sun H., Liu C., Wei L., & Li F. (2019). Edible insects as a food source: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(1): 1-13.
- Tekiner, İ. H., Darama, G., Özatila, B., Yetim, H. (2022). Beslenme ve Gıda Teknolojisi Yönünden Yenilebilir Böcekler. *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 4(1), 18-29. <https://doi.org/10.53569/apjhls.1111684>
- Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44)

- Uymaz, B. 2010. Probiyotikler ve Kullanım Alanları. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 16(1).
- Uzuner, A. E. (2012). Probiyotik Yoğurt Üretiminde Pirinç Sütü Kullanımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 75s.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F. (1996). Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No: 19, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 140s,
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security Food and agriculture organization of the United Nations. (No. 171).
- Yaşar, İ., Kök, Ş, Kasap, İ. (2021). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerindeki Olası Etkileri. Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 2(4), 67-75.
- Yılmaz, L. (2006). Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 154s.