

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KONSANTRASYONLARDA PEYNİR ALTI SUYUYLA
ÜRETİLEN KOMBU ÇAYININ MORMİKS VE DUT TOZUYLA
FONKSİYONEL HALE GETİRİLMESİ

Esra BEBEK

Danışman: Doç.Dr. Filiz YANGILAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN
2023

Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KONSANTRASYONLARDA PEYNİR ALTU SUYUYLA ÜRETİLEN KOMBU ÇAYININ MORMİKS VE DUT TOZUYLA FONKSİYONEL HALE GETİRİLMESİ

Esra BEBEK

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Filiz YANGILAR

Bu çalışmada Kombu çayı kültürü (SCOBY) ile peyniraltı suyunun (PAS) farklı konsantrasyonları (%25, %50, %75) ve biyoaktif bileşenlerce zengin olan mormiks ile doğal tatlılık vermesi amacıyla dut tozu kullanılarak zenginleştirilen fermente içeceklerin fermentasyon süresince (1., 5., 7., 9., 11. ve 13. günler) mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. En düşük asetik asit bakteri sayısı (6,87 log₁₀ kob/mL) kontrol örneğinde, en yüksek (8,07 log₁₀ kob/mL) ise yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₃) ile üretilen örnekte bulunmuştur. *Lactobacillus* spp. ve *Lactococcus* spp. sayıları en yüksek bulunan örnek KMP₃ örneği olarak belirlenmiştir. Kombu çayı içeceklerinde gelişen maya sayıları üzerinde örneklerin etkisi çok önemli tespit edilmiştir (p<0,01). Kombucha fermentasyonu için yeşil çay ile farklı hammaddelerin kullanımı kurumadde, titrasyon asitliği ve pH değerlerinde değişikliklere neden olmuştur. Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozu ile katkılandırmanın ve fermentasyonun viskozite sonuçları üzerindeki etkisi çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombucha çaylarının L*, a*, b*, C*, H⁰ ve ΔE* renk parametrelerinin fermentasyon süresince değiştiği belirlenmiştir. Kombucha kültürü ile yapılan fermente içecek örneklerinde ilave edilen hammaddelere bağlı olarak toplam fenolik madde (981,33-1515,3 mg GAE/g) ve antioksidan kapasitelerinde (DPPH %59,03-94,29) fermentasyon boyunca artış saptanmıştır. Duyuşal analiz sonucuna göre en beğenilen ürün yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₁) ile hazırlanan fermente içecek olmuştur. Üretiminde kullanılan PAS ve mormiks gibi hammaddeler kuvvetli antioksidan özellik kazandırdığı için yeni bir fermente içecek olarak Kombu çayının değerlendirilebileceği sonucu tez bulgularından elde edilmiştir.

2023, 64 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Dut tozu, Fonksiyonel gıda, Kombucha kültürü, Mormiks, Peyniraltı suyu

ABSTRACT

Master Thesis

FUNCTIONALIZATION WITH MORMIX AND MULBERRY POWDERS OF KOMBUCHA PRODUCED WITH WHEY AT DIFFERENT CONCENTRATIONS

Esra BEBEK

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Filiz YANGILAR

In this study, the fortified fermented beverages with Kombucha culture (SCOBY) and different concentrations of whey (PAS) (25%, 50%, 75%) by using mulberry powder to give natural sweetness with mormix rich in bioactive components during fermentation (1st, 5th, 7th, 9th, 11th and 13th days) microbiological, physico-chemical and sensory properties were investigated. The lowest acetic acid bacteria count ($6.87 \log_{10}$ cfu/mL) was found in the control sample, and the highest ($8.07 \log_{10}$ cfu/mL) was found in the sample produced with green tea+75% whey+mormix+mulberry powder (KMP₃). *Lactobacillus* spp. and *Lactococcus* spp. counts was determined with the highest in the KMP₃ sample. The effect of the samples on the yeast counts developed in Kombucha drinks was determined to be very significant ($p < 0.01$). The use of green tea and different raw materials for Kombucha fermentation caused changes in dry matter, titration acidity and pH values. The viscosity results was found to be very significant during fermentation and adding with different concentrations of whey and mormix+mulberry powder ($p < 0.01$). It was determined that L^* , a^* , b^* , C^* , H^0 and ΔE^* color parameters of Kombucha teas enriched with whey and mormix+mulberry powder changed during fermentation. In fermented beverage samples made with Kombucha culture, an increase was observed in total phenolic substance (981.33-1515.30 mg GAE/g) and antioxidant capacity (DPPH 59.03-94.29%) during fermentation depending on the raw materials added. The sensory analysis results showed that the most preferred sample was a fermented beverage prepared with green tea+25% whey+mormix+mulberry powder (KMP₁). It has been obtained from the thesis findings that Kombucha can be evaluated as a new fermented beverage because raw materials such as whey and mormix used in its production provide strong antioxidant properties.

2023, 64 Pages

Keywords: Mulberry powder, Functional food, Kombucha culture, Mormix, Whey

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında mesleki bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, ayrıca insani ve ahlaki değerleri ile kendime idol olarak gördüğüm, eğitim ve iş hayatımı birlikte yürütmemde anlayış gösteren kıymetli tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Filiz YANGILAR'a ve Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı Başkanı Sn. Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında proje desteklerinden dolayı üniversitemiz Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: FYL-2022-835) teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bugünlere gelmemde büyük emeği olan, hayatım boyunca aldığım her kararda yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aileme sonsuz sevgimle teşekkürlerimi sunarım.

Esra BEBEK

Ağustos, 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Kombu çayı üretimi	12
3.2.2. Mikrobiyolojik analizler	14
3.2.2.1. Asetik asit bakteri sayımı.....	14
3.2.2.2. <i>Lactococcus</i> spp. sayımı	14
3.2.2.3. <i>Lactobacillus</i> spp. sayımı.....	14
3.2.2.4. Maya sayımı.....	14
3.2.3. Fiziko-kimyasal analizler.....	14
3.2.3.1. Kurumadde.....	14
3.2.3.2. pH.....	15
3.2.3.3. Toplam asitlik miktarı.....	15
3.2.4. Renk tayini.....	15
3.2.5. Toplam fenolik bileşik miktarı tayini	15
3.2.6. Antioksidan tayini.....	15
3.2.7. Viskozite	16
3.2.8. Duyusal analizler	16
3.2.9. İstatistiksel analizler	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	18
4.1. Süt ve peyniraltı suyunun bazı fiziko-kimyasal özellikleri	18

4.2. Mikrobiyolojik özellikler	18
4.2.1. Asetik asit bakteri sayımı (AAB)	18
4.2.2. <i>Lactobacillus</i> spp. sayımı	20
4.2.3. <i>Lactococcus</i> spp. sayımı	22
4.2.4. Maya sayısı	24
4.3. Kombu çaylarının fiziko-kimyasal özellikleri.....	26
4.3.1. Kurumadde	26
4.3.2. pH	27
4.3.3. Toplam asitlik miktarı.....	29
4.4. Viskozite.....	30
4.5. Renk sonuçları.....	32
4.5.1. L^* değerleri.....	32
4.5.2. a^* değerleri	34
4.5.3. b^* değerleri	36
4.5.4. Chroma (C^*) değerleri.....	38
4.5.5. Hüge (H^o) değerleri.....	39
4.5.6. Toplam renkteki değişim (ΔE^*).....	41
4.6. Toplam fenolik madde değerleri	43
4.7. Antioksidan kapasitesi.....	45
4.8. Duyusal analiz sonuçları	47
4.8.1. Renk ve görünüş	48
4.8.2. Koku	49
4.8.3. Tat	50
4.8.4. Asidik tat.....	51
4.8.5. Genel kabul edilebilirlik	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kombucha'dan üretilen yararlı metabolitler	3
Şekil 1.2. Kombucha fermantasyonunun mikrobiyal metabolizması	6
Şekil 3.1. Farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu (PAS), mormiks+dut tozuyla üretilen Kombu çayının üretim akış şeması	13
Şekil 4.1. AAB sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	20
Şekil 4.2. <i>Lactobacillus</i> spp. sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	22
Şekil 4.3. <i>Lactococcus</i> spp. sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	24
Şekil 4.4. Maya sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	26
Şekil 4.5. pH değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	29
Şekil 4.6. Viskozite değerlerine (50 rpm) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	32
Şekil 4.7. L^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	34
Şekil 4.8. a^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	36
Şekil 4.9. b^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	38
Şekil 4.10. C^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	39
Şekil 4.11. H^o değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	41
Şekil 4.12. ΔE^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon ..	42
Şekil 4.13. Toplam fenolik madde değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	45
Şekil 4.14. Toplam antioksidan aktivitelerine (DPPH) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon	47
Şekil 4.15. Deneme örneklerinin duyuşal sunumları	47

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Kombucha'nın genel kimyasal yapısı.....	2
Tablo 1.2. Kombucha'nın in-vitro biyolojik aktiviteleri.....	4
Tablo 3.1. Kombu çayı formülasyonları	12
Tablo 3.2. Duyusal değerlendirme formu	17
Tablo 4.1. Hammadde özellikleri (n=2).....	18
Tablo 4.2. Kombu çaylarının AAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	18
Tablo 4.3. Kombu çaylarının AAB sayım sonuçları (log ₁₀ kob/mL).....	19
Tablo 4.4. Kombu çaylarının <i>Lactobacillus</i> spp. sayısına ait varyans analiz sonuçları ..	20
Tablo 4.5. Kombu çaylarının <i>Lactobacillus</i> spp. sayım sonuçları (log ₁₀ kob/mL).....	21
Tablo 4.6. Kombu çaylarının <i>Lactococcus</i> spp. sayısına ait varyans analiz sonuçları ...	22
Tablo 4.7. Kombu çaylarının <i>Lactococcus</i> spp. sayım sonuçları (log ₁₀ kob/mL)	23
Tablo 4.8. Kombu çaylarının maya sayısına ait varyans analiz sonuçları	24
Tablo 4.9. Kombu çaylarının maya sayım sonuçları (log ₁₀ kob/mL)	25
Tablo 4.10. Kombu çaylarının kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
Tablo 4.11. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen kurumadde değerleri (%).....	27
Tablo 4.12. Kombu çaylarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
Tablo 4.13. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen pH değerleri.....	28
Tablo 4.14. Kombu çaylarının toplam asitlik miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	29
Tablo 4.15. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen toplam asitlik miktarı (%).....	30
Tablo 4.16. Kombu çaylarının viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları	31
Tablo 4.17. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen viskozite değerleri (cP)	31
Tablo 4.18. Kombu çaylarının <i>L*</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	33
Tablo 4.19. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen <i>L*</i> değerleri.....	33
Tablo 4.20. Kombu çaylarının <i>a*</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	34
Tablo 4.21. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen <i>a*</i> değerleri.....	35
Tablo 4.22. Kombu çaylarının <i>b*</i> değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	36

Tablo 4.23. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen b^* değerleri.....	37
Tablo 4.24. Kombu çaylarının C^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	38
Tablo 4.25. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen C^* değerleri	39
Tablo 4.26. Kombu çaylarının H^o değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	40
Tablo 4.27. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen H^o değerleri.....	40
Tablo 4.28. Kombu çaylarının ΔE^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	41
Tablo 4.29. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen ΔE^* değerleri	42
Tablo 4.30. Kombu çaylarının toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	43
Tablo 4.31. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 mL).....	44
Tablo 4.32. Kombu çaylarının DPPH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	45
Tablo 4.33. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen DPPH değerleri (%)	46
Tablo 4.34. Kombu çaylarının renk ve görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları	48
Tablo 4.35. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen renk ve görünüş değerleri.....	48
Tablo 4.36. Kombu çaylarının koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	49
Tablo 4.37. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen koku değerleri	50
Tablo 4.38. Kombu çaylarının tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	51
Tablo 4.39. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen tat değerleri.....	51
Tablo 4.40. Kombu çaylarının asidik tat değerlerine ait varyans analiz sonuçları	52
Tablo 4.41. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen asidik tat değerleri	52
Tablo 4.42. Kombu çaylarının genel kabul edilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	53
Tablo 4.43. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen genel kabul edilebilirlik değerleri.....	53

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
H_2SO_4	Sülfürik Asit
<i>Kob</i>	Koloni Oluşturan Birim
<i>Log</i>	Logaritma
C^*	Chroma
H°	Huge angle
ΔE^*	İki renk arasındaki fark

Kısaltmalar

DPPH	1,1-difenil-2- pikrilhidrazil
FCR	Folin–Ciocalteu reaktifi
GAE	Gallik asit eşdeğer
MRS	De Man, Rogosa and Sharpe
GYC	Glucose Yeast Calcium Carbonate
YGC	Yeast Extract Glucose Chloramphenicol
AAB	Asetik Asit Bakterileri
TFM	Toplam Fenolik Madde

1. GİRİŞ

Gün geçtikçe sağlık sorunlarının artması insanları daha fazla yeterli ve dengeli beslenmeye yöneltmeye ve kimyasal ilaçlarla tedavi olmak yerine bitkisel ürünleri tercih etmeye neden olmuştur. Bu amaçla zengin besin içeriğine sahip, biyoyararlılığı yüksek, fonksiyonel gıda arayışı ile içerik yönünden sağlıklı ürünler oluşturulup; sağlık üzerindeki etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı spesifik gıda kategorisinde fonksiyonel gıdaları “FOSHU” (Known as Foods for Specified Health Use=Belirtilen Sağlık Faydası için Kullanılan Gıda) olarak tanımlamıştır (Arai, 1996; Ulukent, 2019). Bu gıdalardan bazıları barsak mikrobiyotasını iyileştirip, besin emilimini düzenler ve/veya bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların riskini azaltır (Crowe ve Francis, 2013). 2010 yılından itibaren FOSHU olarak onaylanan 950’den fazla gıda mevcuttur (Shimizu ve Hachimura, 2011).

Ülkemizde ticari olarak fonksiyonel gıdalar büyük bir öneme sahip olup, ticarete yaklaşık 2,2 milyon \$’lık bir yeri olduğu bilinmektedir. Dünya piyasasında fonksiyonel gıdaların sayısı ve çeşidi her geçen gün artış göstermektedir. Biyoaktif özellikleri in vitro ve in vivo araştırmalarla ispatlanmış gıda katkı maddelerinin kullanımı ile katma değeri yüksek yeni fonksiyonel gıda çeşitlerinin araştırılıp geliştirilmesi, üretilmesi ve uluslararası pazara sunulması mümkün olmaktadır (Gok ve Ulu, 2019; Erol, 2023). Yapılan çalışmaların çoğu fonksiyonel gıdaların sağlık ve besin değeri üzerindeki faydalarının ortaya konulmasına yönelik yürütülmüştür (Kaur ve Singh, 2017). Bu gıdaların önemi hastalıklara sebep olan risk etmenlerini azaltarak önleyici tedavide rol almalarıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde fonksiyonel gıdaların üretiminde harcanan yüksek maliyetlerin asıl sebebi tip 2 diyabet, obezite, Alzheimer gibi kronik hastalıkları önlemeye yardımcı olan yeni nesil gıda ürünlerinin geliştirilmesidir (Anonim 2021). Bu ürünler arasında Kombucha’nın fonksiyonel bir gıda olarak popülerliği, anti-inflamatuar potansiyel ve antioksidan aktivite gibi çoklu fonksiyonel özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Villarreal-Soto vd., 2018). Kombucha, Çin’de Tsin Hanedanlığı döneminde M.Ö. 220 senelerinde bulunmuş toksik maddelerin vücuttan atılması ve vücuda enerji verici gıda maddesi olarak kullanılmıştır. M.S. 414 yılında Koreli Dr. Kombu, Japon hükümdarı Inkyı’nın tedavisi esnasında Kombucha’yı ilaç olarak değerlendirmiştir. İsmi Doktor Kombu’dan almış olup “Kombu’nun Çayı” anlamını

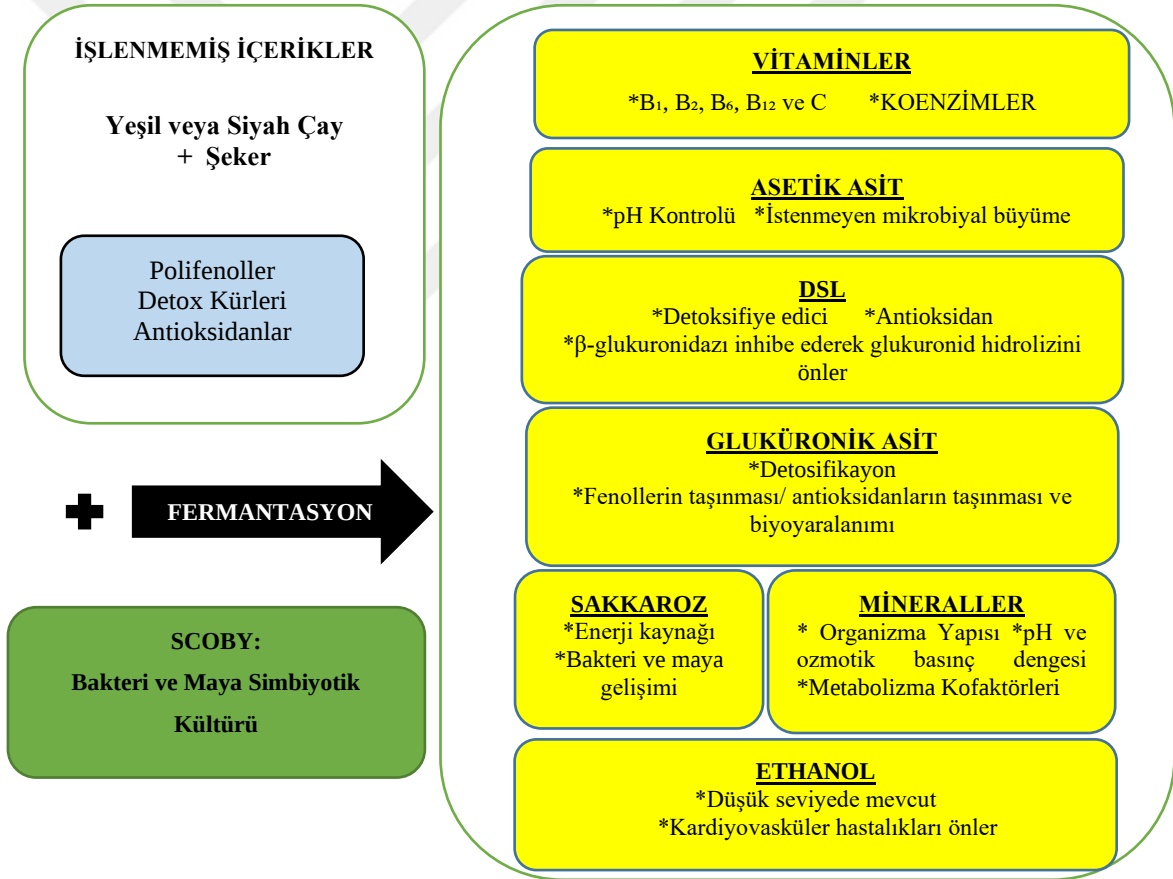
ifade eden “Kombucha” olarak devam ettirmiştir (Dufresne ve Farnworth, 2000; Ulusoy, 2019). Japonca’da geniş yapraklı deniz yosunu (*Laminaria japonica*)’na verilen “Kombu” ve “çay” anlamına gelen “Cha” kelimelerinin birleşmesiyle de “Kombu çayı” oluşmuştur (Değirmencioğlu vd., 2019). Kombu coğrafi bölgelere göre farklı isimlerle bilinmektedir. Örneğin; Japonya’da Kombu, Kore’de Dasima ve Çin’de Haidai isimleriyle tanınır (Van Toan, 2018). Bunun yanı sıra Kombucha; Champignon de longue vie, ling zhi, kocha kinoko, chainii grib ve chainii kvass gibi farklı isimlerle de tanınmaktadır (Malbasa vd., 2011; Watawana vd., 2015). 20. yüzyılın başlarında Almanya ve Fransa’da da Kombu ismiyle hızla yayılmaya başlamıştır (Dufresne ve Farnworth, 2000; Jayabalan vd., 2014). Kombucha’nın genel kimyasal yapısı Tablo 1.1’de gösterilmiştir (Villarreal-Soto vd., 2018).

Tablo 1.1. Kombucha’nın genel kimyasal yapısı

	Bileşikler	Ortalama Kompozisyon	Başlangıç Sakkaroz içeriği	Fermantasyon süresi (gün)	Referanslar
Organik Asitler	Asetik Asit	5,6 g/L	70 g/L	15 gün	Blanc (1996)
	Asetik Asit	8,36 g/L	100 g/L	18 gün	Jayabalan vd. (2007)
	Asetik Asit	11 g/L	100 g/L	30 gün	Chen ve Liu (2000)
	Glukonik Asit	39 g/L	100 g/L	60 gün	Chen ve Liu (2000)
	Glukuronik Asit	0,0160 g/L	70 g/L	21 gün	Lonçar vd. (2006)
	Laktik Asit	0,18 g/L	100 g/L	18 gün	Jayabalan vd. (2007)
Vitaminler	Vitamin B1	0,74 mg/mL	70 g/L	15 gün	Bauer-Petrovska ve Petrushevskaja-Tozi (2000)
	Vitamin B2	8 mg/ 100 mL	70 g/L	10 gün	Petrushevskaja-Tozi (2000)
	Vitamin B6	0.52 mg/mL	70 g/L	15 gün	Malbaša vd. (2011)
	Vitamin B12	0,84 mg/mL	70 g/L	15 gün	Bauer-Petrovska ve Petrushevskaja-Tozi (2000)
	Vitamin C	25 mg/L	70 g/L	10 gün	Bauer-Petrovska ve Petrushevskaja-Tozi (2000) Malbaša vd. (2011)
Genel Kompozitler	Etanol	5,5 g/L	100 g/L	20 gün	Chen ve Liu (2000)
	Proteinler	3 mg/mL	100 g/L	12 gün	Jayabalan vd. (2007)
	Çay Polifenoller	7,8 Mm GAE	100 g/L	15 gün	Chu ve Chen (2006)
Mineraller	Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0,1 ile 0,4 µg/mL	70 g/L	15 gün	Bauer-Petrovska ve Petrushevskaja-Tozi (2000)
Anyonlar	F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , NO ₃ ⁻ , I ⁻ , SO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻	0,04 ile 3,20 mg/g	100 g/L	7 gün	Kumar, Narayan ve Hassarajani (2008)

Leal vd. (2018), Kombucha'nın tadının hafif asidik ve hafif karbonatlı olduğunu bu sebeple de tüketicilerin daha fazla beğendiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum yüksek karbonatlaşma özelliğiyle köpüklü şaraplar veya alkolsüz içecekler için daha düşük alkol oranına sahip içeceklerin hazırlanmasında bir ikame olarak önemlilik göstermektedir (Paludo, 2017). Kombucha'nın içecek türlerinden; alkolsüz, düşük alkollü (%0,5'ten daha az alkol) veya alkollü çeşitleride raflarda yerini almıştır (Nunmer, 2013).

Kombucha'nın yararlı bileşenleri arasında; polifenoller, aminoasitler, laktik/glukonik/glukuronik asit, vitaminler, antibiyotikler ve fermentasyon süresince üretilen çeşitli mikronutrientler yer almaktadır (Jayabalan vd., 2007). Kombucha'dan üretilen yararlı metabolitler Şekil 1.1'de verilmiştir (Martínez Leal vd., 2018).



Şekil 1.1. Kombucha'dan üretilen yararlı metabolitler

Tablo 1.2'de Kombucha'nın in-vitro ortamdaki biyolojik aktiviteleri gösterilmiştir (Villarreal-Soto vd., 2018).

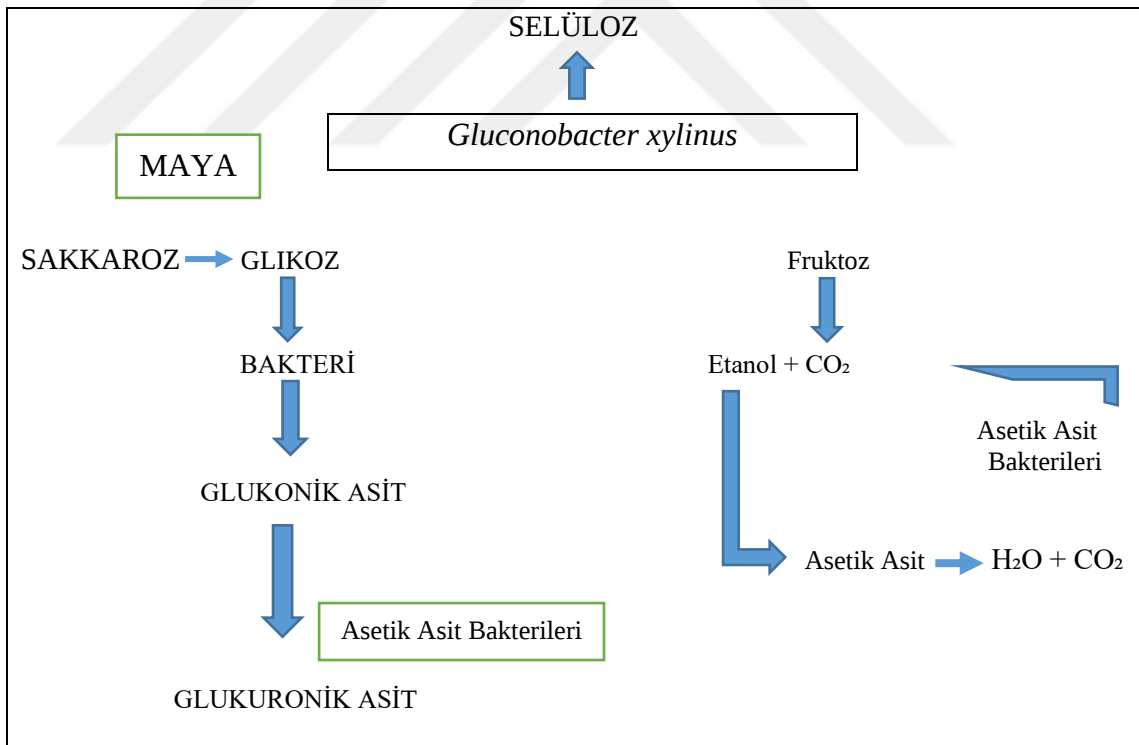
Tablo 1.2. Kombucha'nın in-vitro biyolojik aktiviteleri

Biyolojik parametreler	Test Edilen Kombucha'nın Koşulları	Sonuçlar	Yazarlar
Antimikrobiyal Aktivite	Fermantasyonun 14. günü	Büyüme inhibisyonu: <i>Shigellasonnei</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> ve <i>Salmonella typhimurium</i>	Sreeramulu vd. (2000)
	Fermantasyonun 9. günü	<i>Helicobacter pylori</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ve <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Greenwalt vd. (1998)
	Fermantasyonun 21. günü	<i>Cveida glabrata</i> , <i>Cveida tropicalis</i> , <i>Cveida sake</i> , <i>Cveida dubliniensis</i> ve <i>Cveida albicans</i>	Battikh vd. (2012)
Antioksidan Aktivite	Karışık asetik bakteri kültürü ve <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile fermantasyonun 10. günü	0,1 mL Kombucha çayı ile radikal DPPH'ye karşı %60 inhibisyon	Malbaša vd. (2011)
	Rooibos çayından Kombucha'nın fermantasyonun 7. günü	20 mg/kg'ın EC ₅₀ 'si	Hoon vd. (2014)
	Fermantasyonun 21. günü	0,92 mg/mL'nin IC ₅₀ 'si	Chakravorty vd. (2016)
Anti-inflamatuar Aktivite	Meşe infüzyonunun fermantasyonun 8. günü	Proinflamatuar sitokinlerin TNF-alfa ve IL-6'nın baskılanması.	Vázquez-Cabral vd. (2017)
Antikanserojen Aktivite	Fermantasyonun 14. günü kloroform, etil asetat ve bütanol oluşumu	786-O'da %21,5 sitotoksik etki ve 100 µg/mL ile U2OS hücrelerinin %93,45 inhibisyonu, A549'da hücre hareketliliğini azaltmıştır.	Jayabalan vd. (2011)

Kombu çayının insan sağığı açısından sindirimi hızlandırma, mikrobiyal enfeksiyonları önlenme, stres ve kansere karşı koruyucu olma, hemoroid, profilaktik ve terapötik faydalar sağlama gibi çeşitli etkileri tespit edilmiştir. Ayrıca kolesterol seviyesinde, toksinlerin vücuttan atılmasında ve kanın temizlenmesinde etkili olduğuda bildirilmiştir (Dufresne ve Farnworth, 2000; Malbaşa vd., 2011; Jayabalan vd., 2014; Amarasinghe vd., 2018). Kombu çayı ile yapılan çalışmalara göre; depresyon, diyabet, gastrit ve ülser gibi hastalıkları koruyucu-önleyici-tedavi edici özelliklerinin bulunduğu belirtilmiştir (Bhattacharya vd., 2013). Tüm bunların yanında enflamasyon ve artrit, kanserin ve bağışık sisteminin güçlendirilmesinde de Kombucha'nın faydalı olduğu, etkilerinin antioksidan aktiviteleriyle bağlantılı olduğu ve bu özelliğinde fermantasyon sırasında açığa çıkan polifenoller ve bazı organik asitlerden kaynaklandığı paylaşılmıştır (Vijayaraghavan vd., 2000). Polifenoller yüksek dozda antioksidan özellikleri olduğu için serbest oksijen radikallerinin giderilmesinde etki gösterirler (Srihari ve Satyanarayana, 2012). Kombu çayının antioksidan özellikleri üzerinde yapılan çalışmalarda bu bilgileri doğrulamaktadır. Jakubczyk vd. (2020) beyaz, yeşil, siyah ve kırmızı çaylar ile ürettikleri Kombucha'ların en yüksek antioksidan aktivitesinin yeşil çayla hazırladıkları örnekte olduğunu paylaşmışlardır. Ayrıca Kombucha'nın mikrobiyal olarak asetik asit içeriğine göre gram pozitif ve gram negatif mikroorganizmalar üzerinde geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir (Malbasa vd., 2004). Örneğin, Steinkraus vd. (1996) 4,36 g/L kuru çay ve %10 sakkaroz içeren ve çay mantarı ile fermente edilmiş çayın, fermantasyon ürünü olan asetik asitin antibiyotik aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir. Battikh vd. (2012) Kombucha'nın antimikrobiyal aktivitesini test ederek, *Candida* spp. karşı geleneksel içeceklere göre daha iyi bir inhibisyon etki sağladığını bildirmişlerdir.

Siyah/yeşil çayın sakkarozla fermentasyonu sonucu üretilen Kombucha'nın alternatif hammaddeleri arasında buğday çimi suyu, kiraz suyu, melisa, kekik, nane, adaçayı, ıhlamur, soya, peynir altı suyu, civanperçemi, guava yaprakları, tarçın, kakule, gojiberi, kırmızı ve siyah gojiberi gibi tıbbi bitkiler de yer almaktadır (Ulusoy, 2019). Kombucha fermantasyonunda, Kombucha kültüründe (SCOBY) mevcut mayalar ilk önce sakkarozu hidrolize ederek glukoz ve fruktozun etanole dönüşmesini ve sonrasında asetik asit bakterileri tarafından asetik asite ayrışmasını gerçekleştirirler (Essawet vd., 2015). Fermentasyon süresine bağlı olarak asetik asit bakteri suşlarının aktivitesiyle gelişme

ortamında bir biyofilm oluşur (Watawana vd., 2016). Bu selülozik biyofilm tabakası ‘tea fungus’ olarak bilinmekte ve ‘SCOBY’ olarak adlandırılmaktadır. Kombucha selülozik biyofilm tabaka ve altında yer alan sıvı kısım olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Chu ve Chen 2006; Bhattacharya vd., 2013). Selülozik biyofilm tabaka, hava/ortam ara yüzeyinde başlangıçta çözünmüş oksijenden dolayı ortamdaki selülozu sentezleyen bakteri popülasyonundaki artışa bağlı olarak sadece selüloz filmdeki bakterilere izin verir. Fermantasyon devam ettikçe filmde kalınlaşma görülür ve sıvı üzerinde asılı bir yapı oluşur. Film, yoğunluğuna bağlı olarak sıvı içine batma noktasına geldiğinde selüloz sentezi artık sona ermektedir. Böylece mikroorganizmalar SCOBY’de absorbe olur ve oksijen kaynağı yetersizliğiyle asetik asit bakterileri inaktif olur (Villarreal-Soto vd., 2018). Bu aşamada fermantasyon substratı, süresi ve laktik asit bakterilerinin mevcudiyeti üretim basamağında kimyasal, mikrobiyal ve biyoaktiviteleri etkileyebilir (Jayabalan vd., 2007; Chen ve Liu, 2000; Yang vd., 2009). Kombucha fermantasyonunun mikrobiyal metabolizması Şekil 1.2’de verilmiştir (Villarreal-Soto vd., 2018).



Şekil 1.2. Kombucha fermantasyonunun mikrobiyal metabolizması

Diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite gibi metabolik bozuklukların görülme sıklığının şeker tüketiminin artmasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (Özdemir vd., 2015;

Arslaner ve Salık, 2017). Düşük kalorili gıdalara tüketici talepleri daha fazla arttığı için, alternatif tatlandırıcı ile üretilen ürünler son yıllarda daha popüler hale gelmiştir. İştah açıcı özellikte ve kalorisi düşük olan meyvelerden birisi de duttur (Wang vd., 2013). Moraceae familyasının Morus cinsinde yer alan ve 24 türü ile birlikte 100 çeşidi bilinen bir meyve çeşididir (Ercişli ve Orhan, 2007). Bu meyvenin antiinflatuar, antikolesterol, antidiyabetik, antioksidan ve antiobezite özellikleri ile farmakolojik etkiler sağladığı paylaşılmıştır (İnanc vd., 2020; Kang vd., 2006; Kim ve Park 2006; Ye vd., 2002; Yu vd., 2021; Zhang ve Shi 2010; Özbacı vd., 2023). Yüksek fenolik ve antioksidan bileşiklerinin yanı sıra dut sanayi (pestil, pekmez, meyveli dondurma, reçel, ispiroto, sirke, vb.) farmakoloji, kozmetik ve peyzaj gibi çok geniş kullanım alanlarına da sahiptir (Kıralan ve Gündoğdu, 2021).

Tüm dünya'nın 2019 yılının Mart ayından itibaren etkilendiği COVID-19 salgını düşünüldüğünde, bağışıklık sisteminin güçlü olması bir kez daha önemini göstermiştir. Bundan dolayı peynir altı suyu (PAS) gibi besinsel yönden oldukça zengin ve sütün bileşimine benzer besin öğelerine sahip olan bir yan ürünün biyoaktif açıdan değerli bileşiklere sahip Kombucha ile birlikte daha da fonksiyonellik kazanması güçlü bir bağışıklık sistemi oluşturma aşamasında önem göstermektedir. Aynı zamanda sağlığı koruyucu ve geliştirici özelliklere sahip sanayi yan ürünlerinin değerlendirilmesiyle doğanın korunması da sağlanmış olmaktadır (Kurt ve Gülümser, 1987; Metin, 1998; Cansız vd., 2020).

PAS'ın bileşimi; sütün bileşimine, pıhtılaşma yöntemine, pıhtı sıcaklığına ve süresine, pıhtı kesim büyüklüğüne, pıhtının preslenme süresi vb. bazı parametrelere göre değişiklik göstermektedir (Carvalho vd., 2013). PAS proteinleri, biyolojik değer açısından yüksek proteinlerdir ve esansiyel amino asitler (lizin, triptofan, izolösin, treonin vb.) açısından fazlaca zengindir. PAS proteinleri kazeinden daha yüksek Protein Verimlilik Oranına (PER) sahiptir (Walzem vd., 2002). PAS'ın en fazla içerdiği proteinler sırasıyla β -laktoglobulin (%58; β -Lg), α -laktoalbumin (%20; α -La), immunoglobulinler (%10; Ig), sığır serum albumini (%10; BSA), laktoferrin (%3; LF) ve laktoperoksidazdır (%0,3; LP). (Farrell vd., 1987). PAS proteinleri; yumurta, süt, kazein, kırmızı et, soya, mısır ve buğday proteinlerine göre daha yüksek konsantrasyonlarda esansiyel ve sülfürlü amino asit içeriğine sahiptir (Smithers, 2008; Kumar, 2018). Ayrıca PAS proteinlerinin

antioksidan, antibakteriyel, antihipertansif, antitümör, antiviral ve hipolipidemik olarak da etkili olduğu bilinmektedir (Rezende vd., 2014; Bilal ve Altiner, 2017; Yüksel vd., 2019).

Bağışıklık sisteminin geliştirilmesinde biyoaktif bileşik içeriği açısından son derece zengin bir ürün olan mormikte son derece önem arz etmektedir. Mor renkli meyve ve sebzelerin renk bileşenlerinin ayrılması işlemi ile üretilen mormiks, konsantre renk maddesi olup bu meyvelerdeki mor pigment içeriğinden kaynaklanan mor rengini sağlamaktadır (Baylan ve Badem, 2023). Mormiks özellikle damarlar üzerinde önemli katkılar sağlayarak, kalp, beyin ve bacak damarlarındaki tıkanmaları önlemektedir. Vücudun glisemik indeksini regüle ederek şeker hastalığı başta olmak üzere çoğu kronik hastalıklara karşı koruyucu etki sağlamaktadır. Japonya’da üretimi ve tüketimi zorunlu olan mormiksin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesine bağlı olarak tanınırlığı gittikçe artmış ve çoğu ülkede üretimine başlanmıştır. Ülkemizde ilk defa 2019 yılında Malatya’da üretilmiştir (Cömert ve Gün, 2020).

Yenilikçi gıdalar hazırlanırken tüketicilerin kabul şartlarının göz önünde bulundurularak üretilmeleri son derece önem arz etmektedir. Bu kapsamda yenilikçi gıdalardan Kombucha’nın süt yan endüstrisinde atık olarak değerlendirilen PAS, iyi bir antioksidan kaynağı mormiks ve doğal meyvesinden elde edilen dut tozunun kullanılarak besinsel içeriğinin daha da zenginleştirilebileceği araştırılmıştır. Fermente ürünlerin besinsel içerikleri ve sağlık üzerine etkileri bilimsel çalışmaların bu alanda yapılmasına süreklilik sağlamaktadır. Bu çalışmada da fermente Kombu içecek üretiminde peyniraltı suyu, mormiks ve dut tozu kullanılarak üretilen fonksiyonel ürünlerin bazı fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin araştırılması yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Djurić vd. (2004) portakal, armut, şeftali ve elma sularınının üretilmesinde; Sakhale vd. (2012) farklı oranlarda mango pulpu kullanılarak ürettikleri içeceklerde; Sady vd. (2013) düşük mineralli doğal maden suyu, portakal suyu konsantresi, şeker ve sitrik asit kullanarak hazırladıkları içecekler; Argan vd. (2015) meyve suyu konsantreleri (elma, vişne) veya meyve pulpu (kayısı) içeren içeceklerde; Sabokbar ve Khodaiyan (2015) farklı kefir kültürü (% 5 ve 8; w/v) kullanarak ürettikleri Nar suyu içeceklerinde; Güzeler ve Esmek (2014) kefir kültürü kullanılarak ürettikleri içeceklerde; Baccouche vd. (2013) Frenk inciri içeceğinde ve Dhamsaniya ve Varshney (2013), farklı oranlarda muz suyu, *Mentha arvensis* ekstraktı ilave ederek hazırladıkları içeceklerde PAS kullanmışlardır. Bu literatür taramalarına ilaveten kefir kültürü ve peyniraltı suyunun fermente edilmesiyle üretilen ve milone olarak adlandırılan %0.8 oranında alkol ve CO₂ gazı kullanılarak şişelenen içecek aslında bir peyniraltı suyu içeceğidir. Polonya’da serwoit ismiyle üretilen içekte peyniraltı suyu köpüklü şarabı olarak tanınan bir içektir (Alpkent ve Göncü, 2003; Dinçoğlu ve Ardiç, 2012). Yapılan çalışmalarda peynir altı suyunun kullanılmasının fiziksel, kimyasal ve duysal yönden ürünlere fonksiyonellik kazandırdığı bildirilmiştir. Cruz vd. (2009), PAS ve Barbados kiraz (*Malpighia emarginata* DC) suyunu kullanılarak üç farklı %50 peynir altı suyu+%50 barbados kiraz suyu, %70 peynir altı suyu+%30 barbados kirazı suyu ve %30 peynir altı suyu+%70 barbados kirazı suyu ürettikleri çalışmalarında %70 peynir altı suyu+%30 barbados kiraz sulu formülasyonun duysal değerlendirmeler sonucu Brezilya marketlerinde pazarlanabileceğini paylaşmışlardır. Dragone vd. (2009) PAS kullanılarak üretilen alkollü içeceklerden peynir altı suyu birası, şarabı, likörü gibi ürünlerin üretiminin yapılarak tüketime sunulabileceğini bildirmişlerdir.

Castro vd. (2012) süt ve peynir altı suyunu farklı oranlarda sırasıyla (%100-0, 80-20, 66-35, 50-50, 35-65 ve 20-80) kullanarak çilek aromalı probiyotik sütlü (%2 v/v *Lactobacillus acidophilus*) içecekler üretmişlerdir. Duysal özelliklerine göre en çok beğenilen içecek %65 oranda peynir altı suyu kullanılarak üretilen içecek olmuştur. Araştırmacılar sütlü probiyotik içeceği üretiminde peynir altı suyu kullanımının alternatif bir yöntem olarak uygulanabileceğini ifade etmişlerdir.

Kumar ve Bangaraiah (2014), farklı oranlarda PAS ve portakal suyunu sırasıyla (%85-15, 80-20, 75-25, 70-30, 65-35) kullanarak, %8 şeker, % 0,05 pektin, % 0,15 karboksil metil selüloz ilavesi ile çeşitli içecekler hazırlamışlardır. %70-30 ile %65-35 peynir altı suyu-portakal suyu oranlarını kullanarak hazırladıkları içeceklerin duyusal yönden daha çok kabul gördüğünü belirtmişlerdir.

Güven vd. (2019) PAS ve siyah havuç suyunun konsantre halini kullanarak şalgam suyu ürettikleri içeceklerin tuz miktarının azaltılmasını hedefledikleri çalışmalarında PAS kullanılmasıyla daha düşük tuz içeriğine sahip ve daha besleyici şalgam sularının hazırlanabileceğini bulmuşlardır.

Sarıkaya vd. (2021) 60:40 oranında kefirli süt ve çeşitli bitki çaylarını (adaçayı, böğürtlen ve yeşil çay) kullanarak ürettikleri çalışmalarında en yüksek antioksidan ve fenolik madde içeriğinin yeşil çay özlü fermente içekte olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar depolama süresinin 20. gününde asitlik değerlerindeki artışın tat ve aroma açısından çok fazla kabul görmediğini açıklamışlardır.

Özer (2023) farklı oranlarda peynir altı suyu (PAS) ve Chia tohumu unu ilave edilerek ayran örnekleri hazırlamış, K (kontrol grubu), K2 (%1 Chia tohumu unu), K3 (%0,5 Chia tohumu unu) örneklerini 1. Grup (% 25 PAS+K2), 2. Grup (%25 PAS+K3), 3. Grup (%50 PAS+K2) ve 4. Grup (%50 PAS+K3) olarak üretmiş. Bu örnekleri +4 °C’de muhafaza ederek 1., 3., 5., 7. ve 14. günlerinde fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı yaptığı çalışma sonucunda ayran örneklerinde peynir altı suyu ve Chia tohumu unu kullanımının psikrofil bakteri (log kob/mL), koliform grup bakteri (log kob/mL), maya-küf (log kob/mL), lactobacil spp. (log kob/mL) ve lactococ spp. (log kob/mL), pH, asitlik (laktik asit), suda çözünebilir kuru madde (%), serum ayrılması (%), renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ve duyusal özellikleri üzerine etkili olduğunu ifade etmiştir.

Güldane vd. (2017) beyaz, siyah ve yeşil çay kullanılarak üretilen Kombucha içeceklerinin pH değerlerini sırasıyla 3,11; 3,22; 3,16 ve toplam asitlik (% asetik asit) değerlerini sırasıyla 8,9; 9,2; 9,0 olarak tespit etmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarının ise en yüksek beyaz çayla üretilen Kombucha (736,1 mg GAE/L) örneğinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Delik vd. (2021) geleneksel Kombu çayı ve *Origanum bilgeri* bitkisiyle ürettikleri Kombu çayı örneklerinin antioksidan aktivitesinin yakın sonuçlar gösterdiğini ayrıca toplam flavonoid ve fenolik madde miktarının geleneksel çaydan daha yüksek değerlere sahip olduğunu paylaşmışlardır. Araştırmacılar panelistlerin depolamanın 7. ve 14. günlerinde *O. bilgeri* katkılı Kombu çayının genel kabulünü daha yüksek puanlarla belirlediklerini bildirmişlerdir.

Vitas vd. (2019) siyah ve yeşil çaya ilaveten 6 farklı substrat [geyikotu (*Satureja montana*), nane (*Mentha piperita*), ısırgan otu (*Urtica dioica*), yabancı kekik (*Thymus serpyllum*), mürver (*Sambucus nigra*) ve ayva (*Cydonia oblonga*)] kullanarak Kombucha üretmişlerdir. Araştırmacılar örneklerin antioksidan aktivitelerini inceledikleri çalışmalarında siyah ve yeşil çayın en iyi aktivite sağladığını ve bunları sırasıyla kekik>ayva>ısırgan otu>nane>geyikotu>mürverin takip ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar fermentasyon süresinin antioksidan aktiviteyi arttırdığını da paylaşmışlardır.

Ivanišová vd. (2019) 22°C'de 7 gün fermentasyon sonrasında siyah çaydan ürettikleri Kombucha'daki fenolik maddelerin konsantrasyonunu araştırmışlardır. Siyah çay Kombucha içeceğinde çoğu fenolik madde içeriğinin (gallik asit, klorojenik asit, protokateşik asit, p-kumarik asit, ellagik asit, rutin, vitexin, resveratrol vb.) yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneklerin bu bileşiklerden kaynaklanan toplam fenolik, flavonoid ile antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğunda ifade etmişlerdir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Kombu çayı üretiminde kullanılan yeşil çay yaprakları (*Camellia sinensis*), dut kurusu, sakkaroz ve mormiks (Sankara Gıda) piyasadan sağlanmıştır. Starter kültür (SCOBY) medikal aracılığıyla temin edilmiştir. Değişken parametre olarak kullanılan PAS ise yerel bir üreticiden alınan sütün peynir mayası ile mayalanmasıyla elde edilmiştir.

3.2. Yöntem

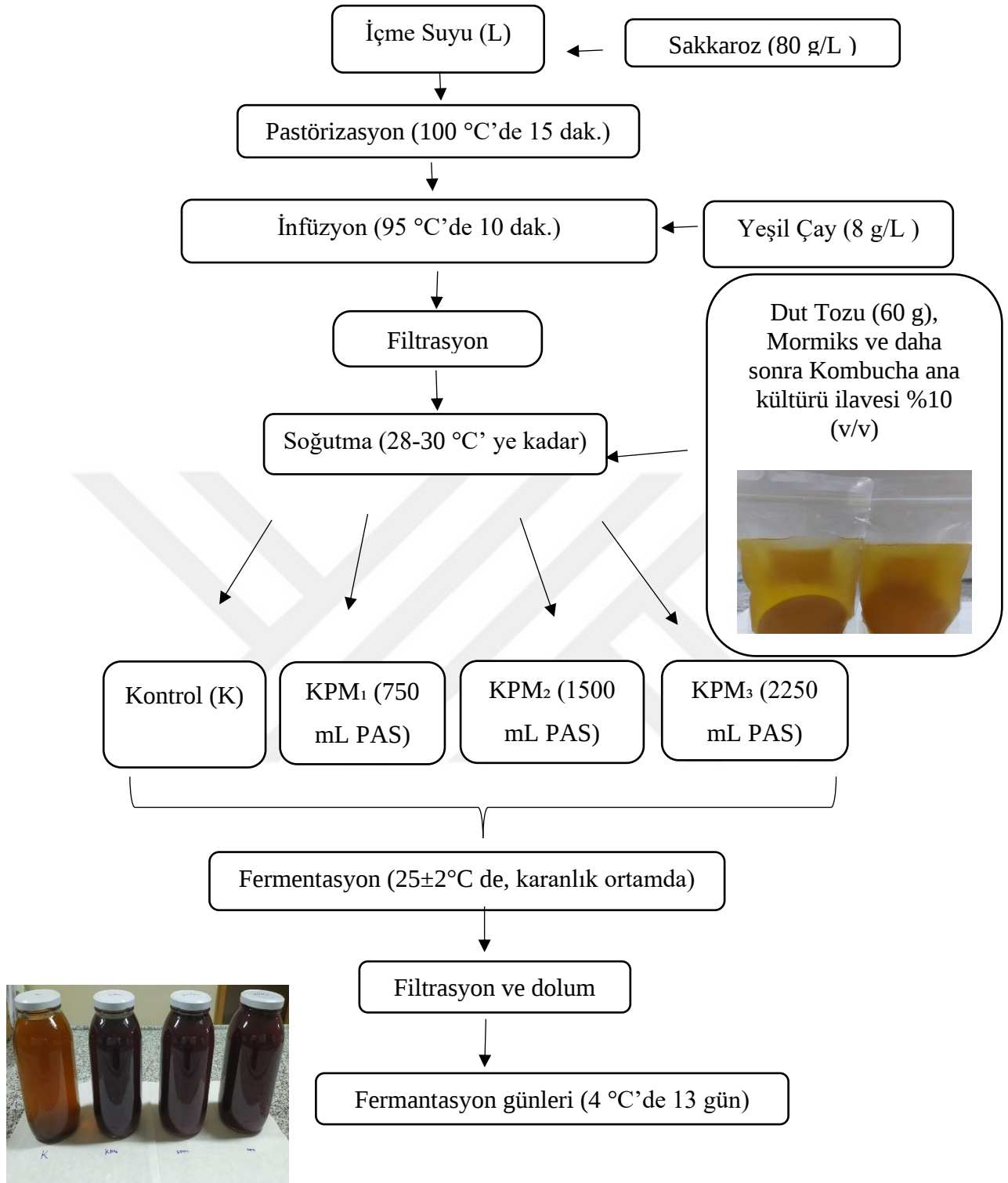
3.2.1. Kombu çayı üretimi

Kombu çayının üretimi Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Uygulama Mutfağında gerçekleştirilmiştir. Kombu çay örneklerinin formüle edilmesinde daha önceki yapılan çalışmalar gözönünde bulundurularak yapılan ön denemelerden sonra belirlenen oranlar kullanılmıştır (Tablo 3.1.). Jayabalan vd. (2007)'nin metodunun modifiye edilmesiyle 90°C'de 10 dakika demleme işlemi uygulayarak fermente içecekler üretilmiştir. Süzme işlemi uygulanan karışım 28-30°C'ye kadar soğutularak dut tozu ve mormiks ilave edilmiştir. Daha sonra %10 SCOBY Kombucha kültürü eklenmiştir. Demlenen çaylar 25±2°C'de fermentasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresince; 1., 3., 5., 7., 9., 11., 13. günlerde analizleri yapılmıştır. Kombucha üretimleri 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Kombu çayı formülasyonları

Gruplar	Kombu çayı (İçme suyu+yeşilçay+sakkaroz+SCOBY) (mL)	PAS (mL)	Dut kurusu tozu (g/3L)	Mormiks (g/3L)
K	3000	0	0	0
KMP ₁	2250	750	180	90
KMP ₂	1500	1500	180	90
KMP ₃	750	2250	180	90

*K: Sadece yeşil çay; KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.



Şekil 3.1. Farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu (PAS), mormiks+dut tozuyla üretilen Kombü çayının üretim akış şeması

3.2.2. Mikrobiyolojik analizler

3.2.2.1. Asetik asit bakteri sayımı

Sayım Glucose Yeast Extract Calcium Carbonate Agar (GYC) ile dökme plak yöntemi kullanılarak 30°C’de 3-5 gün süreyle aerobik ortamda ekimi yapılmıştır (Irigoyen vd., 2004). Süre sonunda petrilere oluşan krem rengi ve çevresinde temiz presipitasyon zonu bulunan koloniler tipik AAB kolonisi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.2.2. *Lactococcus* spp. sayımı

Sayım M17 (pH 7,2+/-0,2) agarda dökme plak yöntemi ile yapılmış olup petri kutuları 30°C’de 2 gün aerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır (Irigoyen vd., 2004).

3.2.2.3. *Lactobacillus* spp. sayımı

Kombucha örneklerinin laktik asit bakteri sayımında dökme plak yöntemiyle MRS agar (pH 6,5+/-0,2) kullanılmıştır. Ekim yapılan petrilere 30°C’de 3 gün anaerobik (çift katlı ekim) ortamda inkübe edilmiştir (Irigoyen vd., 2004).

3.2.2.4. Maya sayımı

Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) agar kullanılarak içeceklerin maya sayıları tespit edilmiştir. 25°C’de 4 gün aerobik şartlarda inkübasyon yapılmıştır (Witthuhn vd., 2005).

3.2.3. Fiziko-kimyasal analizler

3.2.3.1. Kurumadde

Kombu içecek örneklerinden 5 mL tartılarak 105 °C de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüv de kurutulmuş ve desikatörde sabit tartıma gelen kaplar tartılarak kuru madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3.2. pH

pH değerleri, Eutech pH 150 Model bir pH metre kullanılarak Cemeroğlu (2007) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.3.3. Toplam asitlik miktarı

Kombu çayı örneklerinden 10 mL erlenmayere konulup üzerine 20 mL saf su eklenip birkaç damla fenolfitalein indikatörü damlatılarak 0,1 N NaOH ile titre edilip asetik asit cinsinden tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.2.4. Renk tayini

Kombu çayı örneklerinin renk tayini için HunterLab (Colorflex-EZ, Hunterlab, Virginia, ABD) cihazı kullanılarak L^* , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2007). Ayrıca, Hue (H^0), Chroma (C^*) ve ΔE^* değerleri aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C^*=[(a^2+b^2)]^{1/2}$$

$$H^0= \tan^{-1}(b/a)$$

$$\Delta E=[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

3.2.5. Toplam fenolik bileşik miktarı tayini

Kombu içeceklerinin toplam fenolik madde miktarı (TFM) analizinde Folin–Ciocalteu methodu kullanılmıştır. İçecek örnekleri 0,5 ml ekstrakt kapaklı cam tüplerin içerisine aktararak, üzerine sırasıyla 2,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilerek hazırlanmış) ve yaklaşık 8 dk. kadar bekleme süresinden sonra 2ml %7,5'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilmiştir. Vortex yapıldıktan sonra örnekler 50°C'lik su banyosunda 5 dk. inkübasyona tabi tutulup oda sıcaklığına gelmesi beklenildikten sonra 760 nm dalga boyunda okuma işlemi yapılmıştır (Şkerget vd., 2005).

3.2.6. Antioksidan tayini

Kombu içecek örneklerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde; 0,025 ml örnek 4 ml metanol kullanılarak seyreltilmiştir. 0,6 ml metanol ile hazırlanmış 1 mM 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) çözeltisi ilave edildikten sonra vortex ile homojenize

edilen örnekler 30 dk. kadar oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Analizler 517 nm dalga boyunda ölçümü yapılmış olup antioksidan kapasitesi % inhibisyon olarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Chu ve Chen, 2006).

$$\text{DPPH inhibisyon oranı (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

A_0 : Körün (Kontrol grubu) absorbansı

A_1 : Örneğin absorbansı

3.2.7. Viskozite

Kombu çayı örneklerinin viskozite analizi için Brookfield marka viskozimetre (Model DV-1; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA, USA) kullanılmıştır (Aktan ve Yıldırım, 2011).

3.2.8. Duyusal analizler

Kombu çayı örneklerinin duyusal değerlendirmesinde her bir örnek için renk ve görünüş, koku, tatlılık, asidik tat ve genel kabul edilebilirlik gibi özelliklerini içeren 8 kişiden oluşan bir panelist grubu ile duyusal analizlere tabi tutulmuştur. Kullanılan duyusal analiz formu Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Duyusal değerlendirme formu

Panelistin Adı Soyadı:			Tarih:	
Parametreler	Örnekler			
	K	KPM₁	KPM₂	KPM₃
Renk ve görünüş				
Koku				
Tat				
Ekşilik				
Genel kabul edilebilirlik				
Puanlama: Son derece iyi: 9 Biraz kötü: 4 Çok iyi: 8 Orta derecede kötü: 3 Orta derecede iyi: 7 Biraz iyi: 6 Çok kötü: 2 Son derece kötü: 1 Ne iyi ne kötü: 5				

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilmiştir.

RENK ve GÖRÜNÜŞ: Piyasadaki Kombuların rengine ve örneklerin berraklığı ile partikül içerip içermemesine göre değerlendirilmiştir.

KOKU: Aromatize edici maddelerin örnekler üzerinde oluşturduğu etki yönünden değerlendirilmiştir.

TATLILIK: Kombu çayına özgü tat yönünden değerlendirilmiştir.

ASİDİK TAT: Kombu çayına özgü ekşilik göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK: Kombu çayının genel kabulü esas alınarak değerlendirilmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analizler

Kombu çayı üretimi için belirlenen formülasyonlara pastörize PAS'ın 3 farklı konsantrasyonu (%25, %50 ve %75'i) şeklinde faktöriyel düzende iki tekrarlı olarak elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırmalı varyans analizini (ANOVA) takiben Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak SPSS 22 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ile gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Süt ve peyniraltı suyunun bazı fiziko-kimyasal özellikleri

Üretimde kullanılan hammaddelerin bazı fizikokimyasal özellikleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Hammadde özellikleri (n=2)

Hammadde	Kurumadde (%)	pH	Laktik asit (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)
Süt	11,69±0,14	6,72±0,02	0,14±0,02	0,45±0,09	2,92±0,13	0,71±0,09
Peyniraltı suyu	6,52±0,38	6,41±0,02	0,16±0,01	0,38±0,02	0,69±0,07	0,53±0,00

4.2. Mikrobiyolojik özellikler

4.2.1. Asetik asit bakteri sayımı (AAB)

Kombu içeceklerinin AAB sayılarının varyans analiz sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirme işleminde örnek, fermantasyon ve örnekxfermantasyon sürelerinin AAB sayıları üzerine etkisi istatistiksel açıdan çok önemli belirlenmiştir ($p<0,01$).

Tablo 4.2. Kombu çaylarının AAB sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	2,166	161,107**
Fermantasyon	6	,144	10,690**
Fermantasyon x Örnek	18	,056	4,178**
Hata	28	0,013	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermantasyon sürelerinin AAB sayılarına ait sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir. Fermantasyon günlerinde yapılan analiz sonuçlarında örneklerin birbirleri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

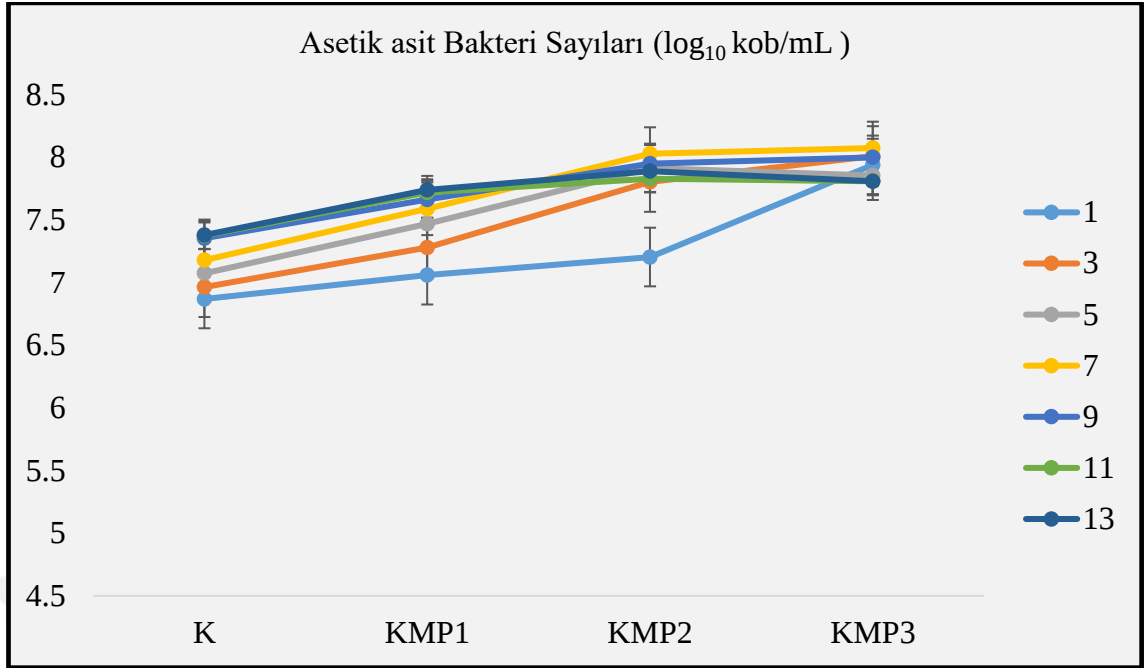
Tablo 4.3. Kombü çaylarının AAB sayım sonuçları (log₁₀ kob/mL)

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,87±0,02 ^c	6,96±0,04 ^d	7,13±0,01 ^c	7,15±0,07 ^{cd}	7,31±0,01 ^a	7,22±0,07 ^b	7,19±0,07 ^{bc}	7,12±0,14 ^d
KMP ₁	7,06±0,01 ^{ab}	7,28±0,53 ^{ab}	7,01±0,02 ^b	7,19±0,01 ^{ab}	7,40±0,00 ^{ab}	7,54±0,007 ^a	7,55±0,007 ^a	7,29±0,25 ^c
KMP ₂	7,20±0,00 ^b	7,80±0,27 ^a	7,94±0,00 ^a	8,00±0,07 ^a	7,91±0,02 ^a	7,87±0,02 ^a	7,92±0,01 ^a	7,81±0,27 ^b
KMP ₃	7,94±0,01 ^c	8,01±0,01 ^{ab}	7,85±0,03 ^d	8,07±0,03 ^a	8,00±0,00 ^{bc}	7,81±0,01 ^d	7,83±0,04 ^d	7,93±0,09 ^a
Ortalama	7,26±0,43 ^d	7,51±0,49 ^{bc}	7,48±0,44 ^c	7,60±0,46 ^{abc}	7,65±0,32 ^a	7,61±0,27 ^{abc}	7,62±0,30 ^{ab}	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Deneme örneklerin asetik asit bakteri sayıları depolama periyodu boyunca 7,12-7,93 log kob/mL aralığında tespit edilmiştir. Konsantrasyonlara göre ortalamalara bakıldığında; KMP₃ örneğinin AAB sayıları diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Örnekteki bu farklılığın ilave edilen peynir altı suyu miktarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Fermantasyon süreleri örneklerin AAB sayılarını etkilemiş olup ortalamalara göre en yüksek canlılık (7,65) fermantasyonun 9. gününde tespit edilmiştir. Kombü içeceklerinin en düşük AAB sayısı (6,87 log₁₀ kob/mL) K örneğinde fermantasyonun 1. gününde, en yüksek sayısı ise (8,07 log₁₀ kob/mL) KMP₃ örneğinin 7. gününde belirlenmiştir. Şarkaya (2019) fermente süt içecekleri üretiminde Kombucha kültürü kullandıkları çalışmalarında fermantasyonun 1. ve 10. günlerinde AAB sayılarını yakın değerlerde 20. ve 30. günlerde ise AAB sayılarında artma şeklinde bulgular elde etmişlerdir. Kombü içeceklerinin AAB sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. AAB sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksyon

4.2.2. *Lactobacillus* spp. sayımı

Kombu çayı örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayılarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozlu içeceklerde örnek, fermentasyon ve örnek×fermantasyon süresi interaksyonunu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli tespit edilmiştir.

Tablo 4 4. Kombu çaylarının *Lactobacillus* spp. sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	,381	40,448**
Fermentasyon	6	3,567	378,864**
Fermentasyon x Örnek	18	,309	32,799**
Hata	28	,009	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecek örnekleri ile fermentasyon süresinin *Lactobacillus* spp. sayılarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir. Kombü örneklerinde *Lactobacillus* spp. bakteri sayıları depolama periyodu boyunca 5,34-5,69 log kob/mL aralığında tespit edilmiştir. Kontrol grubu (K), %25 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₁), %50

PAS+mormiks+dut tozu (KMP₂) ve %75 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₃) gruplarının *Lactobacillus* spp. bakteri sayısı 1. günde sırasıyla 6,01, 5,03, 6,30 ve 6,06 log kob/mL olarak bulunmuştur. PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte Kombü içeceklerinde *Lactobacillus* spp. sayılarında dalgalanmaların olduğu fakat fermentasyon günlerinin tamamında canlı organizma sayısının 4,00 log₁₀ kob/mL üzerinde bulunduğu tespit edilmiştir.

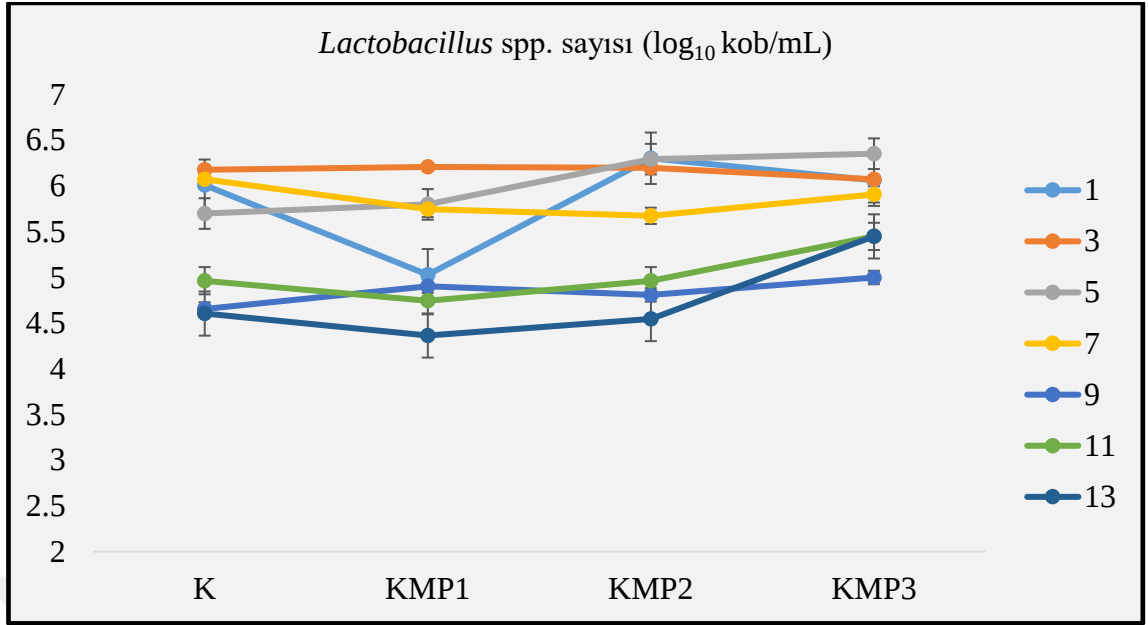
Tablo 4.5. Kombü çayılarının *Lactobacillus* spp. sayım sonuçları (log₁₀ kob/mL)

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,01±0,01 ^b	6,18±0,09 ^a	6,03±0,03 ^b	6,16±0,01 ^a	4,15±0,02 ^e	4,91±0,02 ^c	4,53±0,04 ^d	5,42±0,83 ^b
KMP ₁	5,03±0,02 ^{de}	6,21±0,15 ^a	5,37±0,02 ^c	6,00±0,00 ^b	5,16±0,02 ^d	5,00±0,00 ^f	4,62±0,02 ^e	5,34±0,54 ^c
KMP ₂	6,30±0,43 ^a	6,20±0,14 ^a	6,22±0,02 ^a	5,47±0,03 ^b	4,64±0,02 ^c	4,47±0,02 ^{cd}	4,07±0,06 ^d	5,34±0,91 ^c
KMP ₃	6,06±0,04 ^b	6,02±0,03 ^b	6,35±0,03 ^a	5,91±0,01 ^c	5,00±0,00 ^e	5,45±0,04 ^d	5,03±0,04 ^e	5,69±0,51 ^a
Ortalama	5,85±0,54 ^c	6,15±0,11 ^a	5,99±0,40 ^b	5,88±0,27 ^c	4,73±0,41 ^e	4,95±0,37 ^d	4,56±0,36 ^f	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozu ilavesinin ve fermentasyon sürelerinin *Lactobacillus* spp. sayıları üzerindeki etkisi önemli (p<0,01) bulunmuştur. Bütün örnekler için bütün fermentasyon sürelerindeki *Lactobacillus* spp. sayıları birbirinden farklı tespit edilmiştir. İçecek örneklerine ait en düşük *Lactobacillus* spp. sayısı fermentasyonun 13. gününde (4,07 log₁₀ kob/mL) KMP₂ örneğinde, en yüksek sayısı ise (6,35 log₁₀ kob/mL) KMP₃ örneğinin 5. gününde saptanmıştır. Şarkaya (2019) Kombucha ile fermente ettikleri içecek örneklerinin en yüksek LAB sayısını (log 5,59 kob/mL) adaçaylı ve yeşil çaylı örneklerinde belirlemiştir. Ayrıca fermentasyonun 10. gününde Kombucha-süt içecekleri arasında en yüksek LAB sayısı sırasıyla log 6,71 böğürtlenli 6,68 adaçaylı, 6,48 yeşil çaylı ve 6,39 kob/mL Kombucha'lı içeceklerde tespit etmiştir. Kombü içeceklerinin *Lactobacillus* spp. sayılarına ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. *Lactobacillus* spp. sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.2.3. *Lactococcus* spp. sayımı

Kombu içecek örneklerinin *Lactococcus* spp. sayılarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozlu içeceklerin *Lactococcus* spp. sayıları için örnek ve fermentasyonun etkisi önemli tespit edilmiştir ($p<0,01$). Benzer şekilde örnek x fermentasyon interaksiyonunun da önemli olduğu sonucu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Kombu çaylarının *Lactococcus* spp. sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	,033	4,877**
Fermentasyon	6	,589	86,678**
Fermentasyon x Örnek	18	,151	22,224**
Hata	28	,007	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecek çeşitleri ve fermentasyon süresinin *Lactococcus* spp. sayılarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir. İncelenen Kombu örneklerinde kontrol grubu ile PAS ve mormiks+dut tozlu içeceklerin ortalama *Lactococcus* spp. sayıları 6,64-6,75 $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir. Fermentasyon süreleri örneklerin *Lactococcus*

spp. sayılarını etkilemiş olup ortalama 6,30-6,99 log₁₀ kob/mL arasında değişmiştir. Adaçaylı ve Kombucha'lı fermente içeceklerde *Lactococcus* spp. sayıları log 6,55 ve 6,56 kob/mL arasında belirlemiştir. Laktokok sayısının en az (log 6,38 kob/mL) olduğu örneğin yeşil çaylı örnek olduğunu tespit etmişlerdir.

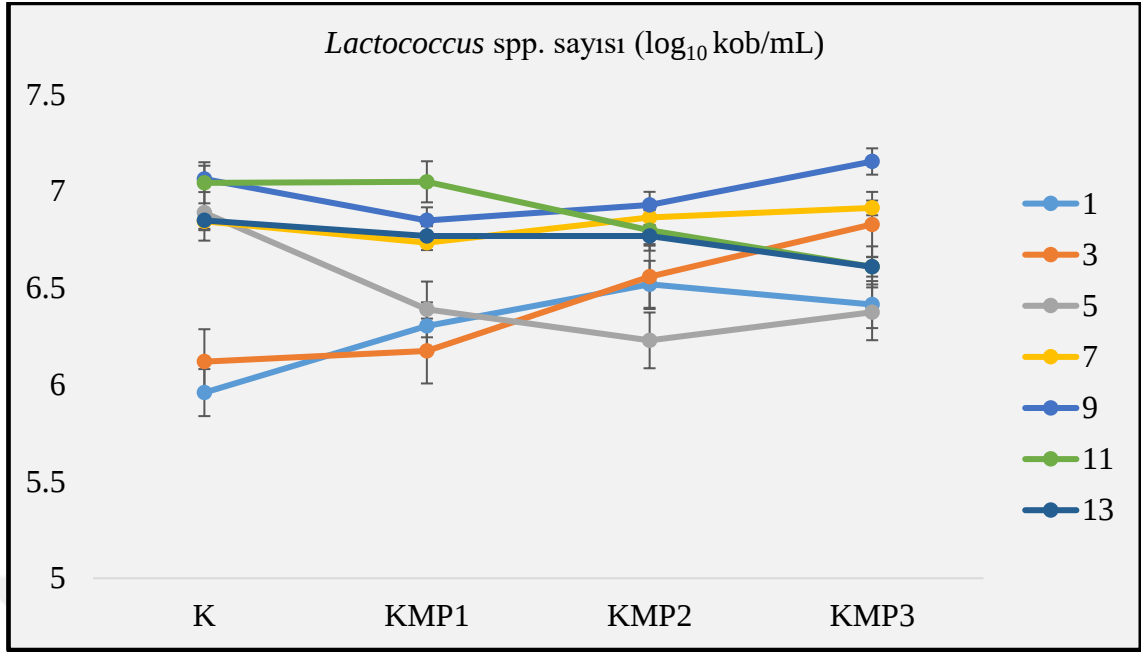
Tablo 4.7. Kombu çaylarının *Lactococcus* spp. sayım sonuçları (log₁₀ kob/mL)

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	5,96±0,0 1 ^d	6,12±0,0 2 ^c	6,99±0,0 1 ^b	7,03±0,02 b	7,14±0,00 a	7,03±0,03 b	7,01±0,02 b	6,75±0,47 a
KMP ₁	6,30±0,0 0 ^d	6,17±0,0 3 ^e	6,74±0,0 8 ^c	6,66±0,02 c	7,00±0,00 b	7,09±0,01 a	6,66±0,01 c	6,66±0,32 b
KMP ₂	6,52±0,0 2 ^b	6,56±0,4 1 ^b	6,08±0,0 2 ^c	6,81±0,01 ab	6,69±0,01 ab	7,00±0,00 a	6,86±0,03 ab	6,64±0,31 b
KMP ₃	6,41±0,0 2 ^e	6,79±0,0 2 ^c	6,37±0,0 3 ^e	6,91±0,02 b	7,15±0,03 a	6,67±0,04 d	6,61±0,01 d	6,70±0,26 ab
Ortalama a	6,30±0,2 2 ^f	6,41±0,3 3 ^e	6,54±0,3 7 ^d	6,85±0,14 bc	6,99±0,19 a	6,93±0,20 ab	6,80±0,15 c	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Lactococcus spp. sayıları özellikle fermentasyonun 13. gününde bütün örneklerde azalma göstermiştir. İçeceklerdeki *Lactococcus* spp. bakterisinin en yüksek sayısı (7,15 log₁₀ kob/mL) KMP₃ örneğinde fermentasyonun 9. gününde, en düşük sayısı ise (5,96 log₁₀ mL) K örneğinin 1. gününde saptanmıştır. Şarkaya (2019) Kombucha örneklerinin laktokok sayılarını genel olarak log 5,64 ve 7,15 kob/mL arasında tespit etmiş olup fermentasyonun 1. ve 30. günlerinde sayılarının daha yüksek, 10. ve 20. günlerde ise daha düşük olduğunu bildirmiştir. Kombu içeceklerinin *Lactococcus* spp. sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. *Lactococcus* spp. sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.2.4. Maya sayısı

Farklı oranlarda PAS ilaveli Kombü içeceklerinin maya sayılarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur. PAS ve mormiks+dut tozlu içeceklerin örnek, fermentasyon ve örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyonunun maya sayılarına olan etkisi çok önemli tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Tablo 4.8. Kombü çaylarının maya sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	3,540	131,753**
Fermentasyon	6	,293	10,916**
Fermentasyon x Örnek	18	,100	3,723**
Hata	28	,027	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin maya sayım sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir. Maya sayısı tüm gruplarda 10^4 kob/mL seviyesi üzerinde bulunmuştur. En yüksek PAS konsantrasyonuna sahip KMP₃ içeceğinde maya sayısı daha yüksek bulunmuştur. Bu sonucu üretimde kullanılan hammaddelerin etkileyebileceği

düşünülmektedir. Fermantasyon günleri de maya sayılarını etkilemiş ve sonuçlar arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Maya sayıları özellikle fermantasyonun 13. gününde bütün örneklerde azalma göstermiştir. İçecek örneklerindeki mayanın en yüksek sayısı (7,30 log₁₀ kob/mL) KMP₃ örneğinde fermantasyonun 11. gününde, en düşük sayısı ise (5,46 log₁₀ kob/mL) K örneğinin 1. gününde saptanmıştır. Akarca ve Tomar (2020) Kombucha çayı üretiminde kırmızı havuç, kırmızı pancar ve mor lahana kullanmışlar ve örnek çeşidi, fermentasyon süresi, örnek çeşidi x fermentasyon süresi aralarındaki interaksiyonun ozmofilik maya sayıları üzerinde oldukça anlamlı (p<0,0001) olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları bu çalışma bulgularıyla uyum göstermektedir.

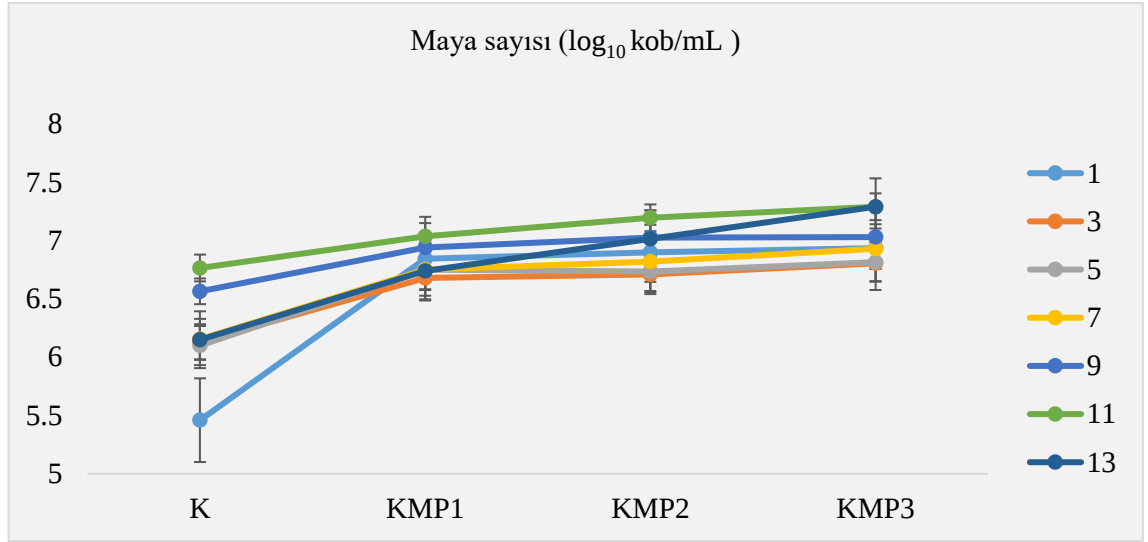
Tablo 4.9. Kombu çayılarının maya sayım sonuçları (log₁₀ kob/mL)

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	5,46±0,19 b	6,13±0,82 ab	5,42±0,0 3 ^b	5,46±0,0 1 ^b	6,20±0,00 ab	6,54±0,0 1 ^a	5,92±0,03 ab	5,87±0,48 c
KMP₁	6,84±0,04 c	6,68±0,02 d	6,80±0,0 7 ^c	6,82±0,0 2 ^c	6,91±0,02 b	7,01±0,0 1 ^a	6,36±0,02 c	6,77±0,20 b
KMP₂	6,90±0,01 b	6,71±0,15 c	6,68±0,0 1 ^c	6,69±0,0 7 ^c	6,99±0,01 ab	7,06±0,0 1 ^a	7,06±0,04 a	6,87±0,17 ab
KMP₃	6,93±0,07 cd	6,77±0,02 e	6,81±0,0 2 ^e	6,93±0,0 2 ^d	7,03±0,03 b	7,30±0,0 4 ^a	6,99±0,07 bc	6,96±0,16 a
Ortalama a	6,53±0,66 c	6,57±0,41 c	6,43±0,6 2 ^c	6,47±0,6 3 ^c	6,78±0,36 b	6,97±0,2 9 ^a	6,58±0,50 c	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Kombu içeceklerinin maya sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Maya sayılarına ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.3. Kombu çaylarının fiziko-kimyasal özellikleri

4.3.1. Kurumadde

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombu örneklerinin kurumadde değerlerini veren varyans analiz sonuçları Tablo 4.10'da aktarılmış olup içecek örneklerinin kurumadde oranlarına örnek çeşidinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Tablo 4.10. Kombu çaylarının kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	226,819	200,514**
Fermentasyon	6	1,886	1,668
Fermentasyon x Örnek	18	1,305	1,154
Hata	28	1,131	

* $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin kurumadde içeriklerine ait sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Örneklerin PAS konsantrasyonu arttıkça ortalama kuru madde oranlarında artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek içeriğe KMP₃ sahip olup bunu sırasıyla KMP₂, KMP₁ ve K örnekleri izlemiştir. Naji vd. (2021) Hibiskus ekstraktı tozunun farklı konsantrasyonlarını kullanarak ürettikleri soğuk çayların kurumadde içeriklerini %7,50-7,84 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar örnekler arasında kuru

madde değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını da paylaşmışlardır.

Tablo 4.11. Kombu aylarının fermentasyon suresince belirlenen kurumadde değerleri (%)

Grupla r	Fermentasyon suresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	8,48±0,23 _a	8,98±0,94 _a	8,66±0,47 _a	8,62±0,63 _a	8,49±0,14 ^a	8,40±0,14 ^a	8,56±0,20 ^a	8,60±0,39 ^d
KMP₁	14,46±0,01 ^a	14,20±0,28 ^a	12,59±4,86 ^a	14,31±0,43 ^a	10,96±1,24 ^a	12,02±0,11 ^a	14,32±0,60 ^a	13,26±1,95 ^c
KMP₂	16,02±0,60 ^b	16,07±0,02 ^b	16,94±0,73 ^{ab}	16,19±0,61 ^b	16,29±0,41 ^{ab}	16,43±0,60 ^{ab}	17,54±0,08 ^a	16,49±0,64 ^b
KMP₃	17,91±0,72 ^{ab}	16,33±0,05 ^c	18,15±1,11 ^{ab}	17,14±0,24 ^{bc}	17,25±0,35 ^{abc}	17,45±0,63 ^{abc}	18,67±0,10 ^a	17,55±0,85 ^a
Ortalama	14,22±3,79 ^{ab}	13,89±3,18 ^{ab}	14,08±4,44 ^{ab}	14,06±3,55 ^{ab}	13,24±3,92 ^b	13,57±3,88 ^{ab}	14,77±4,20 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil ay); KMP₁: Yeşil ay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil ay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil ay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve dut tozu katkılandırılmasının ve fermentasyonun kurumadde değerleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Kurumadde değerleri fermentasyon suresince bütün örneklerde farklı bulunmuş ve en düşük kurumadde oranı (%8,40) K grubunda fermentasyonun 11. gününde, en yüksek değer ise (%18,67) KMP₃ grubunda fermentasyonun 13. gününde analiz edilmiştir.

4.3.2. pH

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombu içecek örneklerine ait pH değerlerinin varyans analiz bulguları Tablo 4.12’de sunulmuştur. İncelenen içeceklerin örnek, fermentasyon ve rnekxfermentasyon interaksiyonunun pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 4.12. Kombu aylarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
rnek	3	8,960	1213,770**
Fermentasyon	6	,051	6,885**
Fermentasyon x rnek	18	,036	4,907**
Hata	28	,007	

**p<0,01 seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecek çeşitleri ve fermentasyon süresinin pH değerlerine ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.13'te verilmiştir. PAS'lı örneklerin pH değeri kontrole göre düşük çıkmıştır. Bu sonucu PAS ilavesiyle birlikte asidik bir içeriğe sahip olan mormiksin etkilediği de düşünülmektedir. Örnek çeşitlerinin ortalama pH değerleri 4,38-6,01 arasında değişmiştir. Fermentasyon süresi örneklerin ortalama pH değerlerinde genellikle düşmeye neden olmuştur. Bu bulgu fermentasyon süresince üretilen organik asitlerden kaynaklanmış olabilir (Dufresne vd. 2000; Jayabalan vd. 2014). Gerçekleşen fermentasyon sonucunda en düşük pH değeri KMP₁ örneğinde 4,25 olarak ölçülürken, en yüksek 6,47 olarak K örneğinde tespit edilmiştir. Ulusoy (2019) yeşil çaylı Kombucha içeceğinin pH'sının fermentasyon boyunca belirgin bir şekilde azaldığını ve fermentasyon süresince pH'nın 7,23'ten 3,97'ye kadar hızlıca düştüğünü ayrıca daha sonra 12. güne kadar da yavaşça azalmaya devam ettiğini bulmuşlardır. Villarreal-Soto vd. (2019) fermentasyon süresince Kombucha çaylarının pH değerlerinin azaldığını saptamışlardır. Güldane vd. (2017) beyaz, siyah ve yeşil çayları kullanarak ürettikleri Kombu çayı örneklerine ait pH değerlerini fermentasyonun 1. gününde sırasıyla 3,76±0,05; 4,04±0,05; 4,09±0,10 ve fermentasyonun tamamlandığı 11. günde ise 3,11±0,02; 3,22±0,02; 3,16±0,03 olarak belirlemişlerdir. Primiani vd. (2018) farklı bitkileri (yeşil çay, rosella, mangosten kabuğu, tarçın, seduhan yaprağı) kullanarak ürettikleri Kombu çaylarının en düşük pH değerini (2,57) mangosten kabuğu ve en yüksek değerini 3,05 ile yeşil çay ve 2,86 ile rosella çaylarında tespit etmişlerdir.

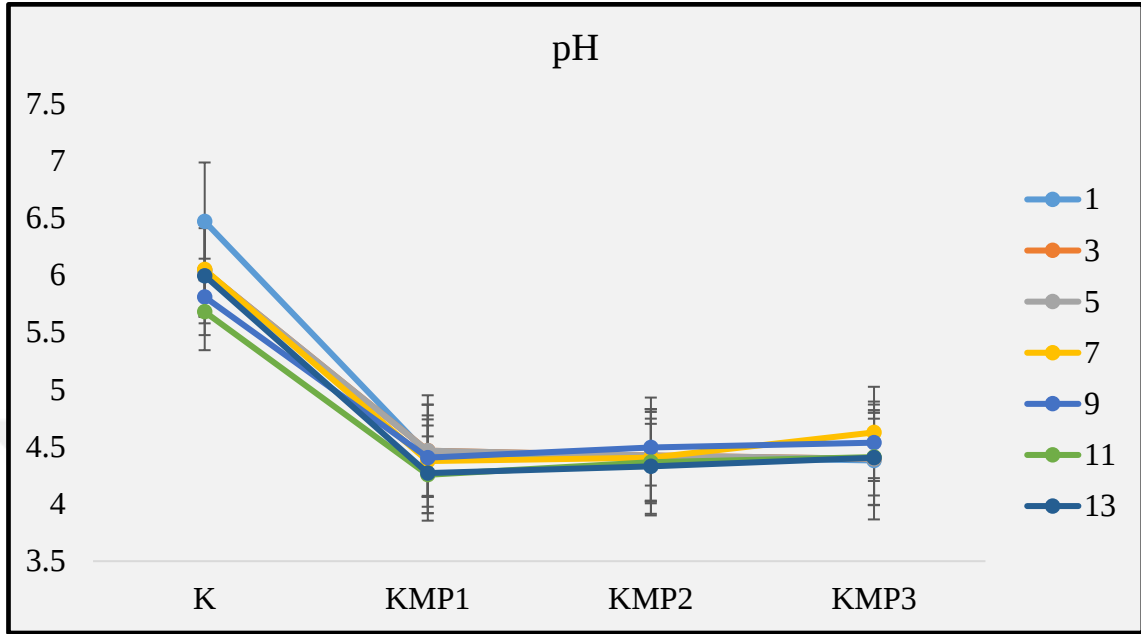
Tablo 4.13. Kombu çaylarının fermentasyon süresince belirlenen pH değerleri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,47±0,02 a	6,04±0,04 b	6,04±0,04 b	6,05±0,03 b	5,81±0,15 bc	5,68±0,25 c	5,99±0,01 b	6,01±0,2 5 ^a
KMP₁	4,43±0,01 ab	4,46±0,02 a	4,46±0,02 a	4,37±0,07 bc	4,40±0,00 c	4,25±0,02 d	4,27±0,01 d	4,38±0,0 8 ^b
KMP₂	4,41±0,00 ab	4,42±0,02 ab	4,43±0,02 ab	4,40±0,03 bc	4,49±0,00 a	4,36±0,02 bc	4,33±0,07 c	4,40±0,0 5 ^b
KMP₃	4,38±0,01 a	4,39±0,00 a	4,40±0,00 a	4,62±0,03 a	4,53±0,31 a	4,41±0,01 a	4,40±0,07 a	4,44±0,1 2 ^b
Ortalama	4,92±0,95 a	4,83±0,74 abc	4,83±0,74 abc	4,86±0,73 ab	4,81±0,63 bc	4,67±0,62 d	4,75±0,77 cd	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Kombu içeceklerinin pH değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. pH değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.3.3. Toplam asitlik miktarı

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombu içecek örneklerine ait toplam asitlik değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.14’te sunulmuştur. İçecek örneklerinin ve fermentasyonun pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunurken ($p < 0,01$), örnek x fermentasyon interaksiyonunun etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.14. Kombu çaylarının toplam asitlik miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	28,914	1499,222**
Fermentasyon	6	,086	4,448**
Fermentasyon x Örnek	18	,024	1,229
Hata	28	,019	

** $p < 0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri ve fermentasyon sürelerinin titrasyon asitlik değerlerine ait bulguları Tablo 4.15’te verilmiştir. Özellikle PAS konsantrasyonundaki artmaya bağlı olarak

içeceklerin asitlik değerlerinde de artma meydana gelmiştir. Kontrol grubu (K), %25 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₁), %50 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₂) ve %75 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₃) gruplarının ortalama toplam asitlik değerleri sırasıyla 0,34, 2,90, 3,12 ve 3,46 olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon günleri pH değerlerinde olduğu gibi toplam asitlik değerlerinde de farklılık göstermiştir. Komb ayı retiminde kullanılan hammaddelerin ve fermantasyon sürecinin bu sonucu etkileyebileceği dşnlmştir. Jayabalan vd. (2007) siyah ve yeşil çay ile Kombucha ürettikleri çalışmalarında asitlik değerlerini fermantasyonun 15. gününde siyah aylı örnekte 6,2 g/L ve yeşil aylı örnekte 9,5 g/L olarak tespit etmişlerdir. Cardoso vd. (2020) Komb ayı örneklerindeki ortaya çıkan en temel organik asitin asetik asit (3 g/L) olduğunu ve asetik asit bakterilerinin fermentasyon sırasında etanolün oksidasyonu ile çayın üretildiğini paylaşmışlardır. Kallel vd. (2012) yeşil ve siyah çaylar ile üretilen Kombucha'ların toplam asitlik değerlerini (asetik asit cinsinden) ilk gün 0,35 ve 0,45 g/L olarak ayrıca fermentasyonun 15. gününde 5,4 ve 8 g/L şeklinde belirlediklerini bildirmişlerdir.

Tablo 4.15. Komb aylarının fermantasyon süresince belirlenen toplam asitlik miktarı (%)

Gruplar	Fermantasyon sresi (gn)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	0,45±0,07 ^a _b	0,25±0,07 ^b	0,25±0,07 ^b	0,25±0,07 ^b	0,50±0,14 ^a	0,35±0,07 ^a _b	0,35±0,07 ^a _b	0,34±0,11 _d
KMP ₁	3,15±0,21 ^a	2,95±0,07 ^{ab}	2,95±0,07 ^{ab}	2,65±0,07 ^c	2,95±0,07 ^a _b	2,95±0,07 ^a _b	2,75±0,07 ^c _d	2,90±0,17 ^c
KMP ₂	3,05±0,07 ^a	3,05±0,35 ^a	3,05±0,35 ^a	3,00±0,14 ^a	3,25±0,07 ^a	3,45±0,01 ^a	3,05±0,01 ^a	3,12±0,21 _b
KMP ₃	3,40±0,14 ^a	3,55±0,07 ^a	3,55±0,07 ^a	3,35±0,07 ^a	3,60±0,28 ^a	3,65±0,07 ^a	3,35±0,07 ^a	3,49±0,15 ^a
Ortalama a	2,51±1,28 ^a _b	2,45±1,38 ^{ab} _c	2,45±1,38 ^{ab} _c	2,31±1,30 ^c	2,57±1,31 ^a	2,60±1,41 ^a	2,37±1,27 ^b _c	

K: Kontrol (sadece yeşil ay); KMP₁: Yeşil ay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil ay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil ay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

4.4. Viskozite

PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen Komb içecek örneklerine ait viskozite değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.16'da sunulmuştur. içecek örneklerinin, fermantasyonun ve rnekxfermentasyon interaksiyonunun viskozite sonuçlarına etkisi istatistiksel yönden önemli saptanmıştır (p<0,01).

Tablo 4.16. Kombü çaylarının viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	371421,429	49,844**
Fermantasyon	6	149172,875	20,019**
Fermantasyon x Örnek	18	30773,248	4,130**
Hata	28	7451,714	

**p<0,01 seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecek çeşitleri ve fermantasyon süresinin viskozite oranlarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir. Kombü çayı üretiminde farklı oranlarda peyniraltı suyu kullanımı örneklerin viskozite değerlerini artırmış olup ortalama en yüksek viskozite değeri (677,64) KMP₃ örneğinde bulunmuştur. Fermantasyon süreleri boyunca (7. gün hariç) Kombü içeceklerinin ortalama viskozite değerlerinde artmıştır. Fermantasyonun 1. gününde en düşük viskozite değeri (150 cP) KMP₁ örneğinde, en yüksek değer ise fermantasyonun 13. gününde (949 cP) KMP₃ örneğinde saptanmıştır. Akarca ve Tomar (2020) kırmızı ve mor sebzelerle hazırladıkları Kombucha çaylarının 50 rpm (cP)’de kırmızı havuç, kırmızı pancar ve mor lahana örneklerinde viskozite değerlerini sırasıyla 57,19, 72,50 ve 42,38 olarak belirlemişlerdir. Balcıoğlu (2013) çilekli fermente süt içecekleri ile yapmış oldukları çalışmasında viskozite değerlerini 967-1515 cp arasında bulmuştur. Aynı zamanda çilek konsantrasyonunun ve fermantasyon sürelerinin örneklerin viskozite değerlerini arttığını da vurgulamıştır.

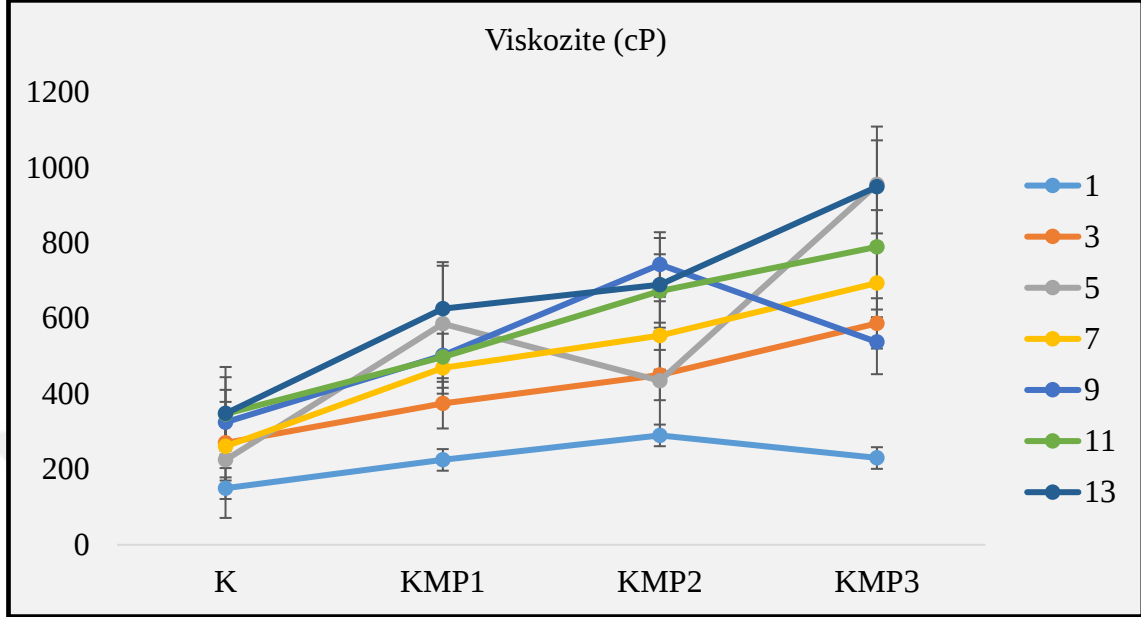
Tablo 4.17. Kombü çaylarının fermantasyon süresince belirlenen viskozite değerleri (cP)

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	225±35,3 5 ^a	270±42,42 a	225±77,7 8 ^a	261±69,2 9 ^a	325±7,07 a	347±52,32 a	348,5±16 ,26 ^a	285,92±63 ,18 ^d
KMP ₁	150±42,4 3 ^b	375±106,6 b	586±93,3 3 ^{ab}	555±134, 3 ^{ab}	502±110, 3 ^{ab}	498±4,94 ^{ab}	586±3,90 a	464,64±16 5,2 ^c
KMP ₂	290±127, 2 ^c	450±70,7 ^b c	435±49,4 bc	469±195, 1 ^{bc}	743±34,6 a	673±45,2 ^{ab}	690±98,9 ab	535,78±17 7,8 ^b
KMP ₃	230±155, 5 ^d	587±77,7 ^b c	955±35,3 a	694±149, 9 ^{bc}	538±36,7 c	790,5±12,0 ab	949±26,8 a	677,64±25 4,12 ^a
Ortalama	223,75±9 5,00 ^d	420,50±13 6,65 ^c	550,25±2 89,5 ^b	494,75±2 00,2 ^{bc}	527,12±1 65,4 ^b	577,25±18 2,31 ^{ab}	643,37±2 36,3 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Kombu içeceklerinin viskozite değerlerine (50 rpm) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.6’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Viskozite değerlerine (50 rpm) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.5. Renk sonuçları

Gıdaların renk düzeyleri tüketicilerin tercih noktalarını etkileyen değerlendirilme kriterlerinden bir tanesidir. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan fonksiyonel ürünlerin renk içeriklerinin analizinde hem renk cihazı kullanılarak L^* , a^* , b^* , C^* , H^o ve ΔE^* parametreleri hem de duyusal analizlerde oluşturduğumuz renk parametresinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

4.5.1. L^* değerleri

Kombu içeceklerinin L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile hazırlanan Kombu içecek örneklerinin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon interaksiyonunun L^* değerleri üzerine etkisi önemli tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Tablo 4.18. Kombü çaylarının L^* değerklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	1852,012	1323,494**
Fermantasyon	6	71,435	51,049**
Fermantasyon x Örnek	18	10,611	7,583**
Hata	28	1,399	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli KT: Kareler toplamı; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecek çeşitleri ve fermantasyon süresinin L^* değerklerine ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.19’da verilmiştir. Kontrol örneklerinde PAS ve mormiks+dut tozu katkısı olmadığından, parlaklık değerkleri diğer örneklere kıyasla anlamlı ve yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinin L^* değerklerinde dalgalanmalar olmuştur. Konsantrasyon arttıkça genellikle L^* değerkindeki azalmalar üzerinde mormiksin etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.19. Kombü çaylarında fermantasyon süresince belirlenen L^* değerkleri

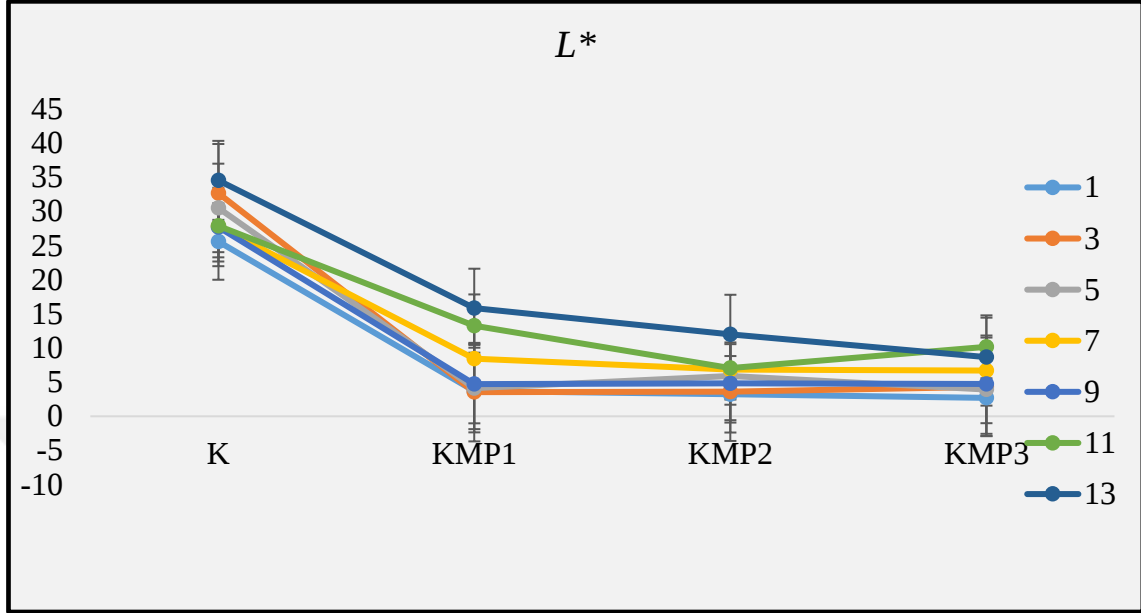
Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	25,59±0,00 ^d	32,66±0,50 ^{ab}	30,51±0,13 ^{bc}	27,80±2,84 ^{cd}	27,72±1,17 ^{cd}	27,88±0,45 ^{cd}	34,55±1,34 ^a	29,53±3,19 ^a
KMP ₁	3,71±0,00 ^c	3,53±0,36 ^c	4,12±0,07 ^c	8,44±1,81 ^b	4,71±0,39 ^c	13,24±2,17 ^a	15,83±0,48 ^a	7,65±4,90 ^b
KMP ₂	3,22±0,02 ^c	3,60±0,77 ^c	5,91±0,73 ^{bc}	6,83±1,85 ^b	4,82±0,39 ^{bc}	7,06±1,83 ^b	12,0±0,09 ^a	6,20±2,95 ^c
KMP ₃	2,69±0,02 ^d	4,31±2,63 ^{cd}	3,91±0,16 ^{cd}	6,69±1,50 ^{bc}	4,73±0,90 ^{cd}	10,1±0,77 ^a	8,66±0,22 ^{ab}	5,88±2,77 ^c
Ortalama	8,80±10,36 ^e	11,02±13,40 ^d	11,11±12 ^d	12,44±9,63 ^c	10,49±10,64 ^d	14,58±8,60 ^b	17,76±10,72 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerkler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozuyla fonksiyonelleştirmenin ve fermantasyonun L^* değerkleri üzerinde önemli bir etki oluşturduğu saptanmıştır ($p<0,05$). İçecek örneklerine ait en düşük L^* değeri (2,69) KMP₃ örneğinde fermantasyonun 1. gününde, en yüksek değeri ise (34,55) K örneğinde fermantasyonun 13. gününde saptanmıştır. Watawana vd. (2016) Kombucha örneklerinde L^* değerkindeki düşmenin fermantasyonun etkilediği pH’nın azalmasından ve mikroorganizma gelişmesi sonucundan kaynaklanan renk pigmentlerinin ve polifenolik bileşenlerinin parçalamasından olabileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışma bulguları içinde benzer

yorum yapılabilir. Kombü içeceklerinin L^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksyon Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. L^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksyon

4.5.2. a^* değerleri

Kombü içecek örneklerine ait a^* değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen Kombü içecek örneklerinin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon interaksyonunun a^* değerleri üzerine etkisi önemli belirlenmiştir ($p<0,01$).

Tablo 4. 20. Kombü çaylarının a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	83,291	51,760**
Fermentasyon	6	25,084	15,588**
Fermentasyon x Örnek	18	12,583	7,819**
Hata	28	1,609	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin a^* değerlerine ait sonuçları 4.21’de sunulmuştur. PAS ve mormiks ilavesinin a^* parametre değerlerinde azalmaya neden olmuş ve en düşük KMP₂ ve KMP₃ gruplarında bulunmuştur. Bu

bulgulara PAS'ın ve özellikle mormiksin etki ettiği düşünülmektedir. Kombü örneklerinin fermentasyon sürelerince ortalama a^* değerleri 9,36-13,63 arasında belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozuyla zenginleştirmenin ve fermentasyonun a^* değerleri üzerine etkisinin $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. İçecek örneklerine ait en yüksek a^* değeri (18,38) fermentasyonun 5. gününde K örneğinde bulunmuştur. Savan (2022), trabzon hurması ile ürettikleri Kombucha örneklerinin ilk fermentasyon süresince a^* değeri siyah ve oolong çay örneklerinde azaldığını ve yeşil çayda ise arttığını ifade etmişlerdir. Trabzon hurması konsantrasyonuna bağlı olarak örneklerin yeşil çaya % 5 hurma ilavesi ile a^* değeri azalmış ve %10 hurma ilavesi ile de daha da azaldığı bildirilmiştir.

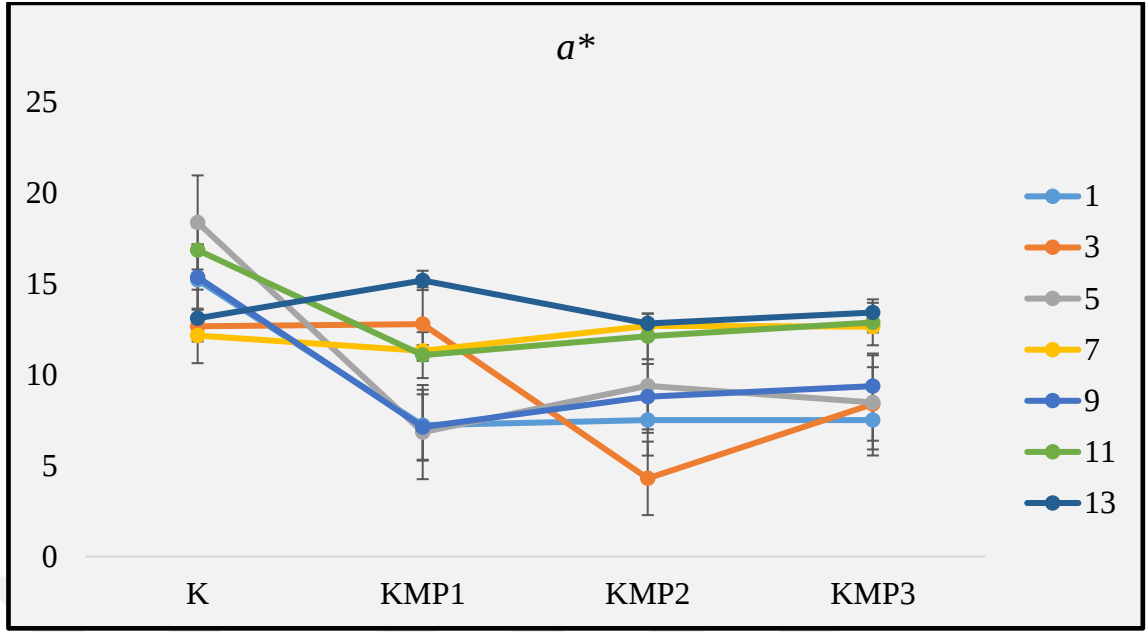
Tablo 4.21. Kombü çaylarında fermentasyon süresince belirlenen a^* değerleri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	15,21±0,0 2 ^{ab}	12,66±0,49 ^b	18,38±0,67 ^a	12,91±0,13 ^c	15,37±3,06 ^{ab}	16,86±2,78 ^{ab}	13,10±0,00 ^b	14,92±2,39 ^a
KMP₁	7,22±0,03 ^d	12,78±1,27 ^b	6,84±0,07 ^d	11,31±0,61 ^{bc}	7,12±0,67 ^d	11,08±0,66 ^c	15,19±0,41 ^a	10,22±3,15 ^b
KMP₂	7,50±0,00 ^b	4,30±2,91 ^c	9,39±0,23 ^b	12,69±0,31 ^a	8,79±0,02 ^b	12,11±0,23 ^a	12,82±0,02 ^a	9,66±3,13 ^b
KMP₃	7,51±0,01 ^c	8,39±3,82 ^c	8,48±0,25 ^c	12,6±0,12 ^{ab}	9,37±0,53 ^{bc}	12,8±0,60 ^{ab}	13,4±0,06 ^a	10,38±2,63 ^b
Ortalama	9,36±3,61 ^c	9,53±4,19 ^{bc}	10,77±4,80 ^b	12,39±0,72 ^a	10,16±3,54 ^{bc}	13,23±2,58 ^a	13,63±0,99 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Kombü içeceklerinin a^* değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki etkileşim Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. a^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.5.3. b^* değerleri

Kombu içecek örneklerine ait b^* değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.22’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen Kombu içecek örneklerinin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon interaksiyonunun etkisi b^* değerleri üzerine önemli etki sağlamıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.22. Kombu çaylarının b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	6515,233	2991,957**
Fermentasyon	6	14,319	6,576**
Fermentasyon x Örnek	18	17,197	7,897**
Hata	28	2,178	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin b^* değerlerine ait sonuçları Tablo 4.23’te verilmiştir. Mormiks ilavesinin içecek örneklerinde b^* değerlerinin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Renk değerlerinde tespit edilen bu farklılığın hammadde olarak kullanılan mormiksten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

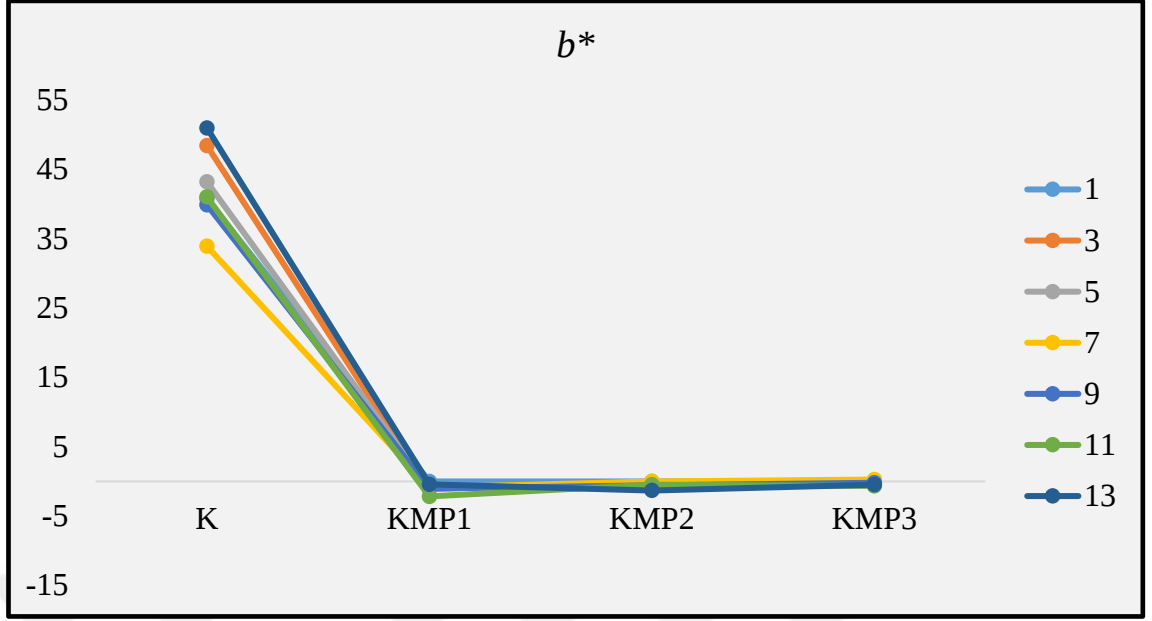
Tablo 4.23. Kombü çaylarında fermentasyon süresince belirlenen b^* değeri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	40,77±0,0 1 ^{cd}	48,42±1,4 1 ^{ab}	43,20±3,9 1 ^{bc}	33,91±4, 60 ^d	39,89±3,0 2 ^{cd}	41,02±3,1 5 ^{cd}	50,99±0,7 3 ^a	42,60±5, 84 ^a
KMP₁	- 0,05±0,53 ^a	- 1,09±0,45 ^b	- 1,03±0,06 ^b	- 0,86±0,6 3 ^{ab}	- 1,02±0,02 b	- 2,016±0,3 1 ^c	- 0,44±0,04 ab	- 0,94±0,6 g ^b
KMP₂	- 0,05±0,12 ^a	- 0,14±0,28 ^a	- 0,52±0,18 ^a	- 0,01±0,3 9 ^a	- 0,55±0,03 a	- 0,48±0,65 a	- 1,32±0,01 a	- 0,43±0,4 g ^b
KMP₃	- 0,01±0,00 7 ^a	- 0,42±0,63 ^a	- 0,20±0,05 ^a	- 0,26±0,2 2 ^a	- 0,21±0,54 a	- 0,65±0,56 a	- 0,48±0,01 a	- 0,24±0,4 1 ^b
Ortalama	10,19±18, 87 ^{bc}	11,69±22, 68 ^{ab}	10,36±20, 32 ^{bc}	8,32±15, 89 ^d	9,52±18,7 8 ^{cd}	9,43±19,5 4 ^{cd}	12,18±23, 95 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozuyla zenginleştirmenin ve fermentasyon sürelerinin b^* değeri üzerine etkisi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. İçecekler için en düşük b^* değeri KMP₂ ve KMP₃ örneklerinde, en yüksek değeri ise K örneğinde saptanmıştır. Giritlioğlu vd. (2020) kapari tomurcuk ve yeşil çay kullanarak ürettikleri örneklerde b^* değeri sadece yeşil çaylı, kapari tomurcuklu ve yeşil çay + kapari tomurcuklu Kombü çaylı örneklerde sırasıyla 4,29, 2,74 ve 3,45 olarak tespit etmişlerdir. Kombü içeceklerin b^* değeri için örnek×fermentasyon süreleri arasındaki etkileşim Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. b^* değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksyon

4.5.4. Chroma (C^*) değerleri

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombü içecek örneklerine ait C^* değerlerinin varyans analiz bulguları Tablo 4.24'te sunulmuştur. PAS ve mormiks+dut tozu ile hazırlanan Kombü içecek örneklerinin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon interaksyonunun etkisi C^* değerleri üzerinde önemli düzeyde farklılık oluşturmuştur ($p<0,01$).

Tablo 4.24. Kombü çaylarının C^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	4230,776	1194,205**
Fermentasyon	6	46,700	13,182**
Fermentasyon x Örnek	18	25,916	7,315**
Hata	28	3,543	

SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin C^* değerlerine ait sonuçları 4.25'te aktarılmıştır. Mormiks+dut tozu ve PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinde C^* değerlerinin genellikle artış gösterdiği tespit edilmiştir.

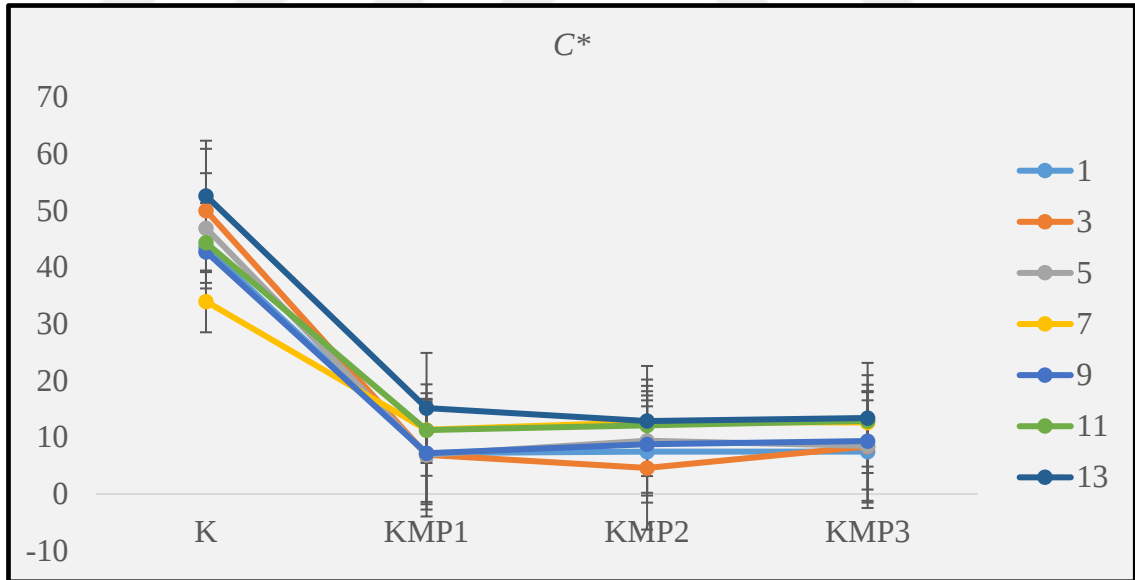
Tablo 4.25. Kombü çaylarında fermentasyon süresince belirlenen C^* değeri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	43,51±0,0 2 ^b	50,04±1,4 9 ^{ab}	46,94±3, 86 ^{ab}	33,99±4,5 1 ^c	42,76±3,9 2 ^b	44,35±3,9 8 ^b	52,64±0,7 1 ^a	44,89±6, 21 ^a
KMP ₁	7,22±0,03 c	12,83±1,2 4 ^b	6,93±0,0 6 ^c	11,35±0,5 6 ^b	7,19±0,61 ^c	11,28±0,7 0 ^b	15,19±0,4 1 ^a	10,28±3, 14 ^b
KMP ₂	7,50±0,07 cd	4,60±3,33 d	9,40±0,2 4 ^{bc}	12,69±0,3 1 ^a	8,80±0,02 ^c	12,13±0,2 1 ^{ab}	12,88±0,0 2 ^a	9,71±3,0 9 ^b
KMP ₃	7,51±0,01 c	8,41±3,84 ^c	8,48±0,2 5 ^c	12,6±0,12 ^a b	9,37±0,54 bc	12,9±0,57 ab	13,4±0,06 a	10,39±2, 63 ^b
Ortalama	16,43±16, 71 ^d	18,97±19, 53 ^{bc}	17,94±17,9 8cd	17,67±10, 23 ^{cd}	17,03±15, 97 ^{cd}	20,16±15, 02 ^b	23,53±17, 99 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

İçecek örneklerine ait en düşük C^* değeri (4,60) KMP₂ de fermentasyonun 3. gününde, en yüksek değer ise (52,64) K örneğinde fermentasyonun 13. gününde saptanmıştır. Kombü içeceklerin C^* değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. C^* değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.5.5. H₀ değeri

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombü içecek örneklerine ait H^0 değerlerinin varyans analiz bulguları Tablo 4.26'da verilmiştir. PAS ve mormiks+dut

tozu ile zenginleştirilen Kombu içecek örneklerinin, fermentasyonun ve rnekxfermantasyon interaksyonunun etkisi H^o değerleri üzerine önemli etki sağlamıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.26. Kombu aylarının H^o değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
rnek	3	19939,013	1939,877**
Fermentasyon	6	77,939	7,583**
Fermentasyon x rnek	18	28,524	2,775**
Hata	28	3,543	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin H^o değerlerine ait sonuçları 4.27’de sunulmuştur. Mormiks+dut tozu ve PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinde H^o değerlerinin kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

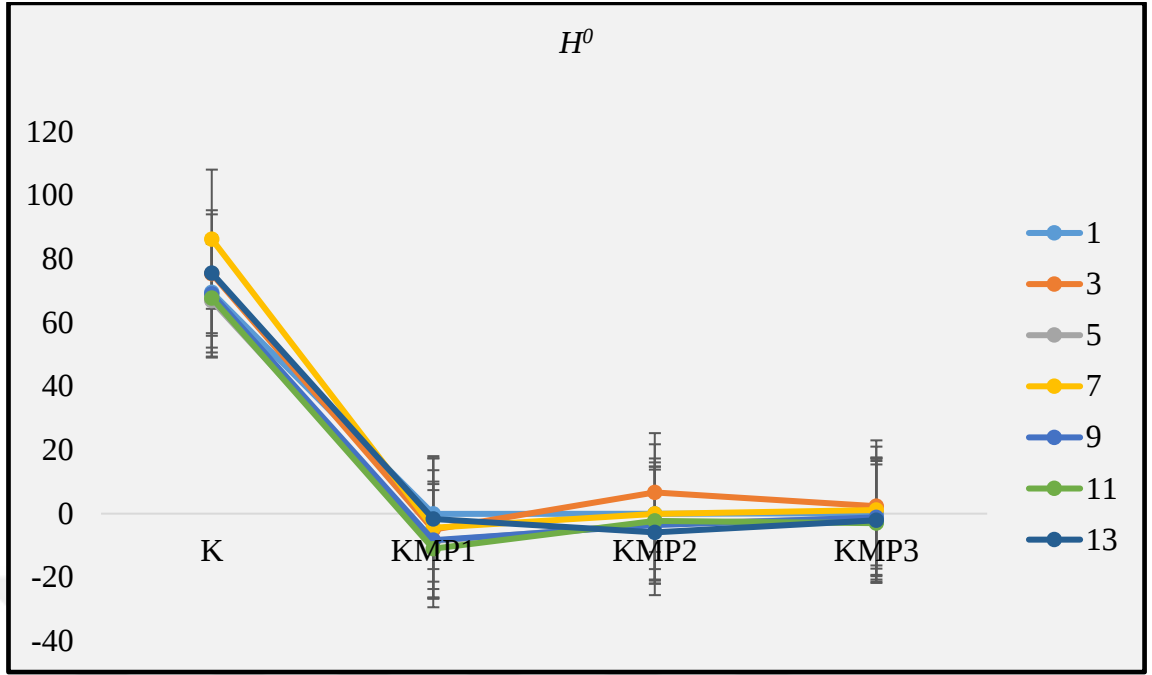
Tablo 4.27. Kombu çaylarında fermentasyon süresince belirlenen H^o değerleri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	69,53±0,0 1 ^c	75,34±0,1 3 ^b	66,90±1,1 1 ^c	86,19±2, 58 ^a	69,03±2,3 9 ^c	67,73±1, 78 ^c	75,58±0,1 9 ^b	72,90±6, 64 ^a
KMP ₁	- 0,03±4,20 ^a	- 5,01±2,53 ab	- 8,59±0,42 bc	- 4,42±3,4 4 ^{ab}	- 8,33±0,77 ^b c	-11±0,90 ^c	- 1,65±0,11 ^a	- 5,57±4,1 6 ^c
KMP ₂	- 0,03±0,91 ^a	- 6,63±13,8 a	- 3,14±1,03 a	- 0,07±1,7 8 ^a	- 3,60±0,21 ^a	- 2,29±3,1 1 ^a	- 5,87±0,07 ^a	- 1,19±5,5 4 ^b
KMP ₃	- 0,11±0,05 ^a b	- 2,39±2,95 a	- 1,34±0,33 ab	- 1,16±1,0 1 ^{ab}	- 1,22±3,25 ^a b	- 2,94±2,6 4 ^b	- 2,04±0,04 ^a b	- 0,55±2,3 1 ^b
Ortalama	17,39±32, 22 ^{abc}	19,83±34, 97 ^{ab}	13,45±33, 11 ^{de}	20,71±40, 51 ^a	13,96±34, 13 ^{cde}	12,87±34, 10 ^e	16,50±36, 50 ^{bcd}	

K: Kontrol (sadece yeşil ay); KMP₁: Yeşil ay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil ay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil ay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Kombu içeceklerine ait en düşük H^o değeri (-0,03) KMP₁ ve KMP₂ örneklerinde fermentasyonun 1. gününde, en yüksek değer ise (86,19) K rneğinde fermentasyonun 7. gününde belirlenmiştir. Kombu içeceklerinin H^o değerlerine ait rnekxfermantasyon süreleri arasındaki interaksyon şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. H^0 değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki etkileşim

4.5.6. Toplam renkteki değişim (ΔE^*)

PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirilen Kombu içecek örneklerine ait ΔE^* değerlerinin varyans analiz bulguları Tablo 4.28’de aktarılmıştır. PAS ve mormiks+dut tozu ile fonksiyonellik kazandırılan Kombu içecek örneklerinin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon etkileşiminin etkisi ΔE^* değerleri üzerine önemli bir etki sağlamıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.28. Kombu çaylarının ΔE^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	6042,542	1687,019**
Fermentasyon	6	107,360	29,974**
Fermentasyon x Örnek	18	28,715	8,017**
Hata	28	3,582	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermentasyon sürelerinin ΔE^* değerlerine ait sonuçları Tablo 4.29’da verilmiştir. PAS konsantrasyonundaki artış Kombu içeceklerinin pozitif ΔE^* (sarılık) değerleri almasını sağlamıştır.

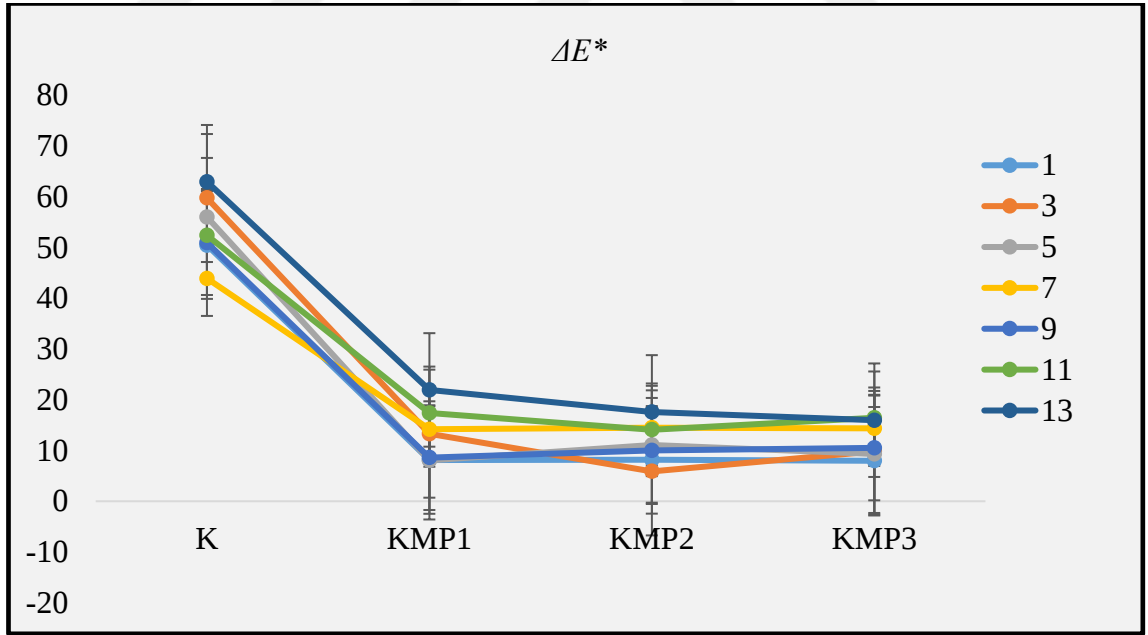
Tablo 4.29. Kombu çaylarında fermentasyon süresince belirlenen ΔE^* değerleri

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	50,48±0,0 1 ^{cd}	59,76±1,5 2 ^{ab}	56,01±3,1 7 ^{abc}	43,92±5,3 0 ^d	50,97±3,9 2 ^{cd}	52,40±3,6 1 ^{bc}	62,97±1,3 2 ^a	53,78±6, 54 ^a
KMP ₁	8,12±0,03 d	13,32±1,0 8 ^c	8,05±0,03 d	14,20±0,6 2 ^c	8,60±0,77 d	17,4±2,11 b	21,9±0,63 a	13,09±5, 14 ^b
KMP ₂	8,16±0,01 d	5,88±1,66 e	11,11±0,5 9 ^c	14,46±0,6 0 ^b	10,04±0,2 1 ^c	14,08±0,7 4 ^b	17,61±0,0 8 ^a	11,62±3, 91 ^b
KMP ₃	7,97±0,02 b	9,81±4,12 b	9,33±0,30 b	14,3±0,59 ^a	10,5±0,89 b	16,4±0,03 a	15,97±0,1 7 ^a	12,05±3, 51 ^b
Ortalama	18,68±19, 62 ^e	22,19±23, 42 ^c	21,12±21, 59 ^{cd}	21,73±13, 84 ^{cd}	20,02±19, 17 ^{de}	25,08±16, 98 ^b	29,62±20, 72 ^a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

İçecek örneklerine ait fermentasyonun 3. gününde en düşük ΔE^* değeri (5,88) KMP₂ grubunda, fermentasyonun 13. gününde ise en yüksek değer (62,97) K grubunda saptanmıştır. Kombu içeceklerinin ΔE^* değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. ΔE^* değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.6. Toplam fenolik madde değerleri

Farklı PAS konsantrasyonlarıyla ve mormiks+dut tozu kullanılarak zenginleştirilen Kombu çayı örneklerine ait toplam fenolik madde değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.30'da verilmiştir. İçecek örneklerinin, fermantasyonun ayrıca örneksfermantasyon interaksiyonunun da toplam fenolik madde içeriği üzerinde önemli bir etki oluşturduğu saptanmıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.30. Kombu çaylarının toplam fenolik madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	109591,422	363,186**
Fermantasyon	6	128200,236	424,855**
Fermantasyon x Örnek	18	11131,600	36,890**
Hata	28	301,750	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu çeşitleri ve fermantasyon süresinin fenolik madde miktarlarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.31'de verilmiştir. Kontrol grubu (K), %25 PAS+mormiks+dut tozu (KMP_1), %50 PAS+mormiks+dut tozu (KMP_2) ve %75 PAS+mormiks+dut tozu (KMP_3) gruplarının ortalama toplam fenolik madde değerleri sırasıyla 1114,5, 1172,5, 1267,48 ve 1309 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Kombu içecek örneklerinin hazırlanmasında kullanılan yeşil çayın fenolik madde içeriğinin yüksek olması da içecek örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında etkili olmuştur (Belitz vd., 2009; Daglia vd., 2014). Bununla birlikte mormiks+dut tozu ve PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinde toplam fenolik madde değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Bu durum fermantasyon işlemiyle, SCOBY kültüründeki mikroorganizmaların aktivitelerine bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip fenolikler, tanenler ve flavonoidler gibi küçük moleküllerin oluşması sonucu toplam fenolik madde içeriğinde artma olabileceği şeklinde de açıklanabilir (Chu ve Chen, 2006; Jayabalan vd., 2008; Bhattacharya vd., 2016; Gamboa Gómez vd., 2016; Liamkaew vd., 2016; Ulusoy, 2019), ancak uzun süreli fermentasyon mikroorganizmaları kendilerine enerji sağlamak üzere fenolik bileşenleri kullanmasına bağlı olarak polifenol konsantrasyonunda azalmaya yol açmaktadır (Watawana vd., 2016).

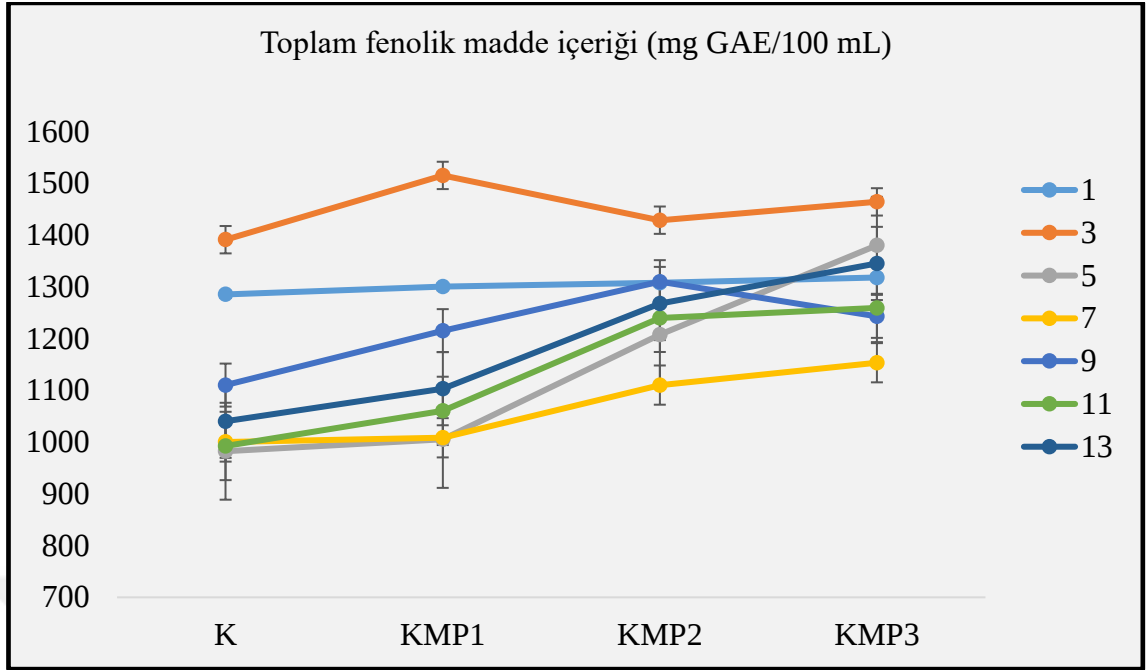
Tablo 4.31. Kombü çaylarında fermentasyon süresince belirlenen toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 mL)

Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	1285,3±2 0,76 ^b	1391,1±1 2,86 ^a	981,33±2, 78 ^e	1000,1±0 ,21 ^e	1110,2±1 4,35 ^c	992,5±3, 53 ^e	1040,3±13, 71 ^d	1114,5±15 5,4 ^d
KMP₁	1300,2±1 4,4 ^b	1515,3±2 0,7 ^a	1005,1±7, 28 ^f	1008,3±3 ,25 ^f	1215,3±2 0,7 ^c	1060,3±1 3,7 ^e	1103,2±4,5 9 ^d	1172,5±17 9,1 ^c
KMP₂	1307,8±1 1,1 ^b	1428,8±1, 69 ^a	1207,6±1 0,3 ^e	1110,1±1 4,3 ^f	1310±14, 1 ^b	1240±13, 4 ^d	1267,8 ±3,95 ^c	1267,48±9 5,24 ^b
KMP₃	1318,0±3, 46 ^{bc}	1464,1±2 0,01 ^a	1380,2±2 8 ^b	1153,3±3 ,74 ^e	1242,9±4, 17 ^d	1259,2±1 ,76 ^{cd}	1345,2±63, 3 ^b	1309±99,3 9 ^a
Ortalama	1302,8±1 6,54 ^b	1449,8±5 0,37 ^a	1143,8±1 73,8 ^e	1067,9±7 0,39 ^f	1219,6±7 7,7 ^c	1138±12 2,5 ^e	1189,1±13 3,3 ^d	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirmenin ve fermentasyonun toplam fenolik madde miktarları üzerindeki etkisi önemli (p<0,01) tespit edilmiştir. En düşük toplam fenolik madde değeri K grubunda (981,33 mg GAE/g) fermentasyonun 5. gününde en yüksek değer ise fermentasyonun 3. gününde %1 KMP₁ grubunda (1515,3 mg GAE/g) bulunmuştur. Farklı çalışmalarda, Kombucha çay örneklerinde fermentasyon boyunca antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Chu vd., 2006; Yıkmış vd., 2019). Bhattacharya vd. (2013) siyah ve yeşil çay ile sakkarozu kullanılarak Kombucha ürettikleri çalışmalarında (fermentasyon süresi 14 gün) Kombucha içecek örneklerinin fenolik madde içeriğinin siyah ve yeşil çaydan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Pereira vd. (2014) yeşil ve siyah çaylar ile ürettikleri Kombü örneklerinde sırası ile toplam fenolik madde içeriğini 1080 mg GAE/L ve 1120 mg GAE/L olarak bildirmişlerdir. Mormiks ilavesinin toplam fenolik miktarlarında fermentasyon süresince net bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Kombü içeceklerinin toplam fenolik madde değerlerine ait örnek×fermentasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Toplam fenolik madde değerlerine ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.7. Antioksidan kapasitesi

Kombu çayı örneklerinin toplam antioksidan kapasitelerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.32’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen içeceklerde örneklerin, fermentasyonun ve örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyonunun toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi önemli saptanmıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.32. Kombu çaylarının DPPH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	1848,255	428,552**
Fermentasyon	6	148,592	34,454**
Fermentasyon x Örnek	18	13,376	3,102**
Hata	28	4,313	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu çayı çeşitleri ve fermentasyon süresinin antioksidan içeriklerine ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.33’te verilmiştir. Bulgulara göre kontrol örneğinin antioksidan madde miktarında azalma görülürken, PAS konsantrasyonu arttıkça ve mormiksin de etkisiyle Kombu çayı örneklerinin DPPH değerlerinde artış gözlenmiştir. Malbaşa vd.

(2011) Kombu çayının fenolik madde bileşimi ve konsantrasyonunun aynı zamanda fermentasyon süresince ortaya çıkan askorbik ve organik asitlerinde antioksidan kapasitesini değiştirebileceğini bildirmişlerdir. Bhattacharya vd. (2013) siyah ve yeşil çaylar ile sakkaroz kullanılmasıyla ürettikleri Kombucha çay örneklerinin (fermantasyon süresi 14 gün) DPPH yöntemi ile tespit ettikleri antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların bulgularıyla benzerlik gösteren mevcut araştırma sonuçları iyi bir antioksidan kaynağı olarak PAS'ın ve mormiksin yeşil çayla birlikte Kombu örneklerinde kullanılabileceği bilgisini literatüre kazandırmıştır.

Tablo 4.33. Kombu çaylarında fermentasyon süresince belirlenen DPPH değerleri (%)

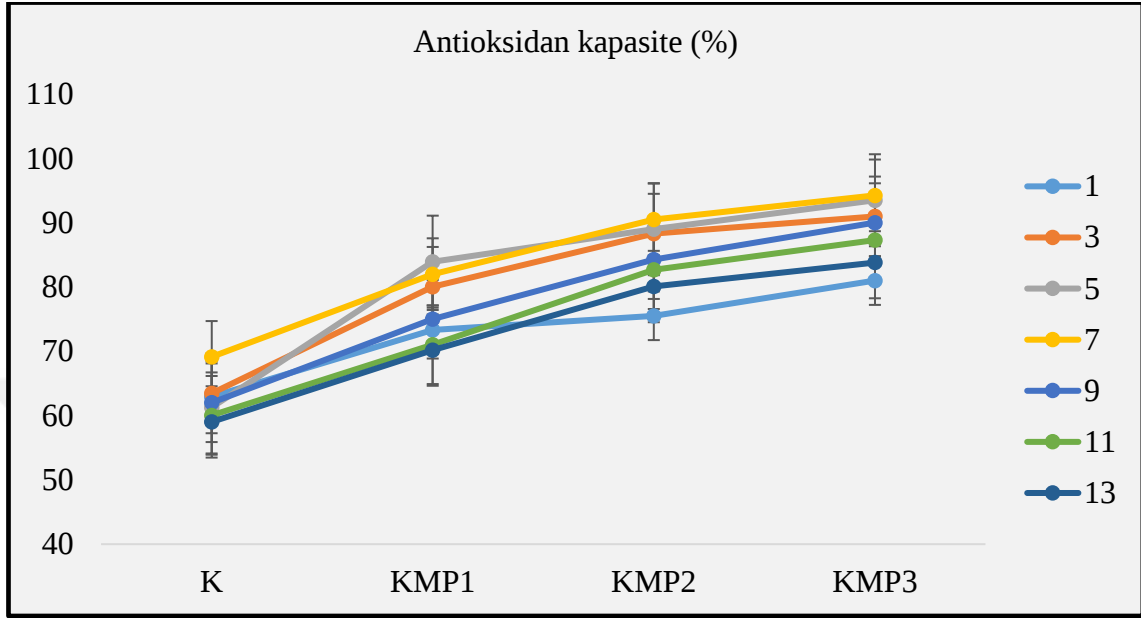
Gruplar	Fermentasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	62,95±0,63 ^a	63,47±4,18 ^a	61,28±9,87 ^a	69,15±0,20 ^a	62,01±0,02 ^a	60,05±0,02 ^a	59,09±0,04 ^a	62,56±4,34 ^d
KMP₁	73,36±0,16 ^e	80,06±0,04 ^c	83,97±1,15 ^a	82,03±0,04 ^b	75,01±0,02 ^d	71,05±0,02 ^f	70,21±0,26 ^f	76,53±5,27 ^c
KMP₂	75,54±0,19 ^f	88,33±0,47 ^b	89,03±0,94 ^b	90,55±0,67 ^a	84,29±0,13 ^c	82,73±0,46 ^d	80,10±0,05 ^e	84,37±5,19 ^b
KMP₃	81,03±0,04 ^e	91,01±0,02 ^b	93,53±0,70 ^a	94,29±0,13 ^a	90,05±0,02 ^b	87,33±0,38 ^c	83,84±1,18 ^d	88,72±4,75 ^a
Ortalama	73,22±7,01 ^d	80,72±11,59 ^b	81,95±13,79 ^{ab}	84,00±10,32 ^a	77,84±11,33 ^c	75,29±11,34 ^d	73,29±10,29 ^d	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0.01).

Yapılan analizler sonucunda içeceklere ait antioksidan değerlerinin 59,09-94,29 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek antioksidan değeri KMP₃ Kombu içeceğinde; en düşük antioksidan değeri ise K içeceğinde tespit edilmiştir. Kontrol örneğine göre deneme çalışması yapılan içeceklerdeki antioksidan oranları arasında farklılıklar bulunmuştur (p<0,01). Jakubczyk vd. (2020) yeşil, siyah, beyaz ve kırmızı çay ile yaptığı çalışmada; fermentasyon süresi ve çayın türünün, Kombuchanın antiradikal özellikleri üzerinde etkili olduğunu ve çay türü açısından, yeşil çaydan hazırlanan Kombucha'nın, en yüksek antioksidan potansiyeli ile karakterize edildiğini ve fermentasyonun ilk gününde en yüksek değeri verdiğini tespit etmiştir. Analiz edilen Kombucha içeceklerinin her birinde, fermentasyon süresinin artmasıyla serbest radikalleride aktive etme yeteneğinin azaldığı ifade edilmiştir. Kombu içecek örneklerine ait en düşük toplam antioksidan değeri (%59,03) K örneğinde fermentasyonun 13. gününde, en yüksek değer ise (%94,29) KMP₃

örneğinde fermentasyonun 7. gününde bulunmuştur. Kombu içeceklerinin antioksidan aktivitelerine (DPPH) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Toplam antioksidan aktivitelerine (DPPH) ait örnek×fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyon

4.8. Duyusal analiz sonuçları

Kombu içecek örneklerinin duyusal sunumlarına ait görsel Şekil 4.15’te verilmiştir. Duyusal analizlerde panelistler deneme Kombu içecek örneklerini renk ve görünüş, koku, tat, asidik tat ve genel kabul edilebilirlik gibi parametrelere göre değerlendirmişlerdir.



Şekil 4.15. Deneme örneklerinin duyusal sunumları

4.8.1. Renk ve görünüş

Kombu çayı örneklerinin renk ve görünüş puanlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.34'de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen örneklerde fermantasyon sürelerinin renk ve görünüş puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.34. Kombu çaylarının renk ve görünüş değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	1,001	,893
Fermantasyon	6	3,345	2,984*
Fermantasyon x Örnek	18	,809	,722
Hata	28	1,121	

* $p<0,05$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecekleri arasındaki farklılık ve fermantasyon sürelerinin renk ve görünüş puanlarına ait sonuçları Tablo 4.35'de verilmiştir. Mormiks+dut tozu ve PAS konsantrasyonundaki artış panelistlerin renk ve görünüş puanlarına verdiği puanlarda farklılığa neden olmuştur.

Tablo 4.35. Kombu çaylarının fermantasyon süresince belirlenen renk ve görünüş değerleri

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,90±1,97 a	6,65±2,19 a	7,04±2,62 a	5,65±0,91 a	7,55±0,77 a	7,53±0,6 6 ^a	6,03±0,0 4 ^a	6,76±1,3 4 ^a
KMP ₁	7,30±0,42 abc	7,32±0,45 abc	7,09±0,12 abc	6,60±0,56 bc	7,82±1,15 ab	8,20±0,2 8 ^a	6,15±0,2 1 ^c	7,21±0,7 8 ^a
KMP ₂	8,23±0,32 a	7,96±0,05 a	5,83±0,24 b	7,47±0,66 ab	7,15±1,62 ab	7,82±0,5 a	5,88±0,1 6 ^b	7,19±1,0 6 ^a
KMP ₃	8,45±0,63 a	6,20±0,28 a	5,90±0,14 a	7,20±1,13 a	6,28±1,8 ^a	7,25±1,7 6 ^a	5,73±0,3 8 ^a	6,71±1,2 2 ^a
Ortalama	7,72±1,06 a	7,03±1,11 abc	6,46±1,18 bc	6,73±0,98 abc	7,20±1,22 ab	7,70±0,8 2 ^a	5,94±0,2 4 ^c	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,01$).

Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozu ile zenginleştirmenin ve fermantasyonun renk ve görünüş puanları üzerine etkisinin $p<0,05$ düzeyinde önemli

olduğu belirlenmiştir. İçecek örneklerine ait en düşük renk ve görünüş puanı (5,65) K örneğinde fermantasyonun 7. gününde, en yüksek puan ise (8,45) KMP₃ örneğinde fermantasyonun 1. gününde saptanmıştır. Savan (2022) Trabzon hurması ile Kombucha içeceği ürettiği çalışmasında en berrak ve rengi en çok beğenilen örneğin hurmasız siyah çaylı Kombucha olduğunu bildirmiştir. %5 Trabzon hurması kullanarak hazırladıkları örneklerin %10 ilaveli örnekler göre daha çok beğenildiği paylaşılmıştır. Ayrıca panelistler sade Kombu çayı örneğinin rengini Trabzon hurmalı örneklerden daha koyu renkli olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacı sonuçları bu çalışma sonucuyla uyum göstermektedir.

4.8.2. Koku

Kombu çayı örneklerinin toplam koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.36'da verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen örneklerde örnek çeşitlerinin koku puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Tablo 4.36. Kombu çaylarının koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	26,696	11,610**
Fermantasyon	6	3,454	1,502
Fermantasyon x Örnek	18	1,634	,711
Hata	28	2,299	

** $p<0,01$ seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombu içecek çeşitleri ve fermantasyon süresinin koku puanlarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.37'de sunulmuştur. Özellikle PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinde koku değerlerinde farklılık belirlenmiştir.

Tablo 4.37. Kombu çaylarında fermantasyon süresince belirlenen koku değerleri

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,86±1,22 a	5,24±1,75 a	5,11±0,1 6 ^a	5,28±2,43 a	6,30±0,9 8 ^a	6,11±0,16 a	5,67±0,94 a	5,79±1,1 6 ^a
KMP₁	5,79±0,30 a	6,30±1,83 a	7,65±0,4 9 ^a	7,79±1,12 a	8,10±1,5 5 ^a	6,75±0,35 a	5,89±1,25 a	6,89±1,2 3 ^a
KMP₂	7,63±0,89 ab	7,85±1,20 ab	4,85±1,2 0 ^b	6,30±1,83 ab	8,35±0,4 9 ^a	7,17±1,17 ab	5,75±1,06 ab	6,84±1,4 8 ^a
KMP₃	6,25±1,76 a	3,45±0,63 a	3,25±1,7 6 ^a	3,40±3,39 a	4,45±0,6 3 ^a	3,85±2,61 a	2,95±2,75 a	3,94±1,9 2 ^b
Ortalama a	6,63±1,15 a	5,71±2,03 a	5,21±1,8 7 ^a	5,69±2,46 a	6,80±1,8 4 ^a	5,97±1,75 a	5,06±1,82 a	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

Fermantasyon süresince örneklerin tamamında koku puanları farklılık göstermiştir. Panelistler içecek örneklerine ait en düşük koku puanını (2,95) PAS konsantrasyonunun en yoğun olduğu KMP₃ örneğine fermantasyonun 13. gününde, en yüksek puanı ise (8,35) KMP₂ örneğine fermantasyonun 9. gününde vermişlerdir. Fermantasyon süresi ilerledikçe içecek örneklerinin tamamında koku puanlarının değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte fermantasyonun son günlerinde PAS'tan kaynaklanabileceği düşünülen çok yoğun bir koku puanı özellikle KMP₃ örneğinde belirlenmiştir. Giritlioğlu (2020) kapari tomurcuğu ile Kombu çayı ürettiği çalışmasında koku değerlerinin 4,85-5,65 arasında olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı, Kombu çayının asit içeriğinin keskin kokuya sahip bir ürün olmasından dolayı panelistlerin koku puanlarını değerlendirirken yüksek olmayan ve birbirine çok yakın olan puanları kullandıklarını ifade etmiştir.

4.8.3. Tat

Kombu çayı örneklerinin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.38'de verilmiştir.

Tablo 4.38. Kombü çaylarının tat değęlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	5,617	1,945
Fermantasyon	6	6,566	2,274
Fermantasyon x Örnek	18	2,282	,790
Hata	28	2,888	

SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içecekleri arasındaki farklılık ve fermantasyon sürelerinin tat puanlarına ait sonuçları Tablo 4.39’da paylaşılmıştır. Örneklerin tamamı için fermantasyon süresi boyunca tat puanlarında farklılıklar bulunmuştur. Artan PAS konsantrasyonu düşük tat puanlarının panelisler tarafından verilmesini sağlamıştır. Fermantasyon süresinin 13. gününde içeceklere ait en düşük tat puanı (2,83) KMP₃ grubunda, fermantasyonun 1. gününde ise KMP₃ grubunda en yüksek puan (8,42) saptanmıştır.

Tablo 4.39. Kombü çaylarında fermantasyon süresince belirlenen tat değęleri

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,06±4,3 2 ^a	6,83±3,0 6 ^a	4,80±1,69 a	4,90±0,14 a	6,25±1,06 a	6,32±0,96 a	4,68±0,4 5 ^a	5,69±1,80 ab
KMP₁	6,87±0,1 7 ^a	6,64±1,9 1 ^a	5,17±4,02 a	6,82±1,66 a	6,81±0,26 a	7,36±0,50 a	5,90±1,2 7 ^a	6,51±1,54 a
KMP₂	7,30±0,4 2 ^a	6,98±0,0 2 ^a	5,11±2,99 ab	6,57±0,81 ab	7,32±0,45 a	5,29±0,41 ab	3,83±0,2 4 ^b	6,06±1,55 ab
KMP₃	8,42±0,5 9 ^a	4,73±1,0 3 ^b	5,80±2,54 ab	5,85±1,20 ab	4,32±0,96 b	3,14±1,61 b	2,83±0,2 3 ^b	5,01±2,08 b
Ortalama a	7,16±1,8 9 ^a	6,29±1,7 2 ^a	5,22±2,24 ab	6,03±1,15 ab	6,17±1,34 ab	5,52±1,82 ab	4,31±1,3 1 ^b	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değęler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

4.8.4. Asidik tat

Kombü çayı örneklerinin asidik tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.40’da verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen içeceklerde örnekler ve fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyonunun asidik tat değęleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir (p<0,01).

Tablo 4.40. Kombü çaylarının asidik tat değęlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	16,162	7,521**
Fermantasyon	6	8,896	4,140**
Fermantasyon x Örnek	18	2,401	1,117
Hata	28	2,149	

**p<0,01 seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü çeşitleri ve fermantasyon süresinin asidik tat puanlarına ait Duncan çoklu test sonuçları Tablo 4.41’de verilmiştir. PAS konsantrasyonundaki artışla birlikte içecek örneklerinde asidik tat puanlarının azaldığı belirlenmiştir. Kombü örneklerinin tamamında bütün fermantasyon süreleri boyunca asidik tat puanları birbirinden farklı bulunmuştur. Fermantasyon süresinin 13. gününde içeceklere ait en düşük asidik tat puanı (2,82) KMP₃ grubunda, fermantasyonun 1. gününde ise K grubunda en yüksek puan (8,91) saptanmıştır.

Tablo 4.41. Kombü çaylarında fermantasyon süresince belirlenen asidik tat değęleri

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	8,91±0,12 a	7,82±1,66 a	4,67±3,29 a	7,37±2,30 a	7,86±0,19 a	4,80±0,28 a	5,47±2,1 6 ^a	6,70±2,1 1 ^a
KMP₁	6,12±0,17 ab	6,25±1,06 ab	7,82±0,25 a	6,58±0,82 a	7,32±1,86 a	6,89±0,14 a	4,17±0,2 4 ^b	6,45±1,2 9 ^a
KMP₂	8,74±1,04 a	4,82±3,08 b	5,39±0,55 ab	6,63±0,51 ab	5,67±0,95 ab	5,18±1,16 ab	3,82±1,1 5 ^b	5,75±1,8 4 ^a
KMP₃	5,83±1,64 a	3,82±0,25 a	3,43±0,60 a	5,73±3,20 a	3,74±0,38 a	4,79±1,11 a	2,82±1,1 5 ^a	4,30±1,5 8 ^b
Ortalama a	7,40±1,69 a	5,67±2,12 bc	5,32±2,14 bc	6,58±1,65 ab	6,14±1,90 ab	5,41±1,11 bc	4,07±1,4 4 ^c	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değęler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

4.8.5. Genel kabul edilebilirlik

Kombü çayı örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.42’de verilmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ile üretilen içeceklerde örnekler ve fermantasyon süreleri arasındaki interaksiyonunun genel kabul edilebilirlik değęleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir (p<0,01).

Tablo 4.42. Kombü çaylarının genel kabul edilebilirlik değerklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Örnek	3	14,822	7,605**
Fermantasyon	6	14,371	7,373**
Fermantasyon x Örnek	18	1,833	,940
Hata	28	1,949	

*p<0,05 seviyesinde önemli; SD: serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması; F: hesap değeri

Kombü içcekleri arasındaki farklılık ve fermantasyon sürelerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait sonuçları Tablo 4.43'te paylaşılmıştır. Panelistler genel kabul edilebilirlik puanlarının verilmesinde PAS konsantrasyondaki artışa karşı negatif bir yaklaşım sergilemişlerdir. Fermantasyonun ilk günlerinde özellikle KMP₂ ve KMP₁ örnekleri daha çok beğenilmiştir. Fermantasyonun son günlerinde PAS'tan kaynaklanabileceği düşünülen koku ve tat değişimleri panelist tercihlerini olumsuz etkilemiş olabilir. Fermantasyon süresinin 13. gününde içceklere ait en düşük genel kabul edilebilir puanı (1,73) KMP₃ grubunda, fermantasyonun 1. gününde ise KMP₂ grubunda en yüksek puan (8,09) saptanmıştır. Giritlioğlu vd. (2020) kapari tomurcuğu ve yeşil çaylı Kombü çayı örneklerinde en yüksek genel beğeni puanlarını örnek kapari tomurcuğu ve yeşil çay fermentasyonu ile ettikleri KC3 (5.61) örneğinde tespit etmişlerdir.

Tablo 4.43. Kombü çaylarının fermantasyon süresince belirlenen genel kabul edilebilirlik değerkleri

Gruplar	Fermantasyon süresi (gün)							Ortalama
	1	3	5	7	9	11	13	
K	6,82±1,15 ^a	7,10±1,55 ^a	6,68±0,44 ^a	6,80±1,13 ^a	6,07±0,09 ^a	5,18±3,08 ^a	3,95±1,4 ^{7a}	6,08±1,5 ^{8a}
KMP ₁	7,17±0,24 ^a bc	5,78±0,31 ^c	7,81±1,14 ^{ab}	7,57±0,60 ^{ab}	6,75±0,35 ^{bc}	8,41±0,57 ^a	3,82±0,2 ^{5d}	6,76±1,5 ^{4a}
KMP ₂	8,09±0,00 ^a	7,42±0,59 ^a	5,74±1,05 ^{ab}	7,41±0,83 ^a	7,67±0,94 ^a	4,97±2,87 ^{ab}	2,76±1,0 ^{7b}	6,29±2,0 ^{9a}
KMP ₃	5,82±2,57 ^a b	3,75±1,06 ^{ab}	3,32±0,96 ^{ab}	6,41±2,24 ^a	5,09±1,54 ^{ab}	4,68±2,38 ^{ab}	1,73±1,0 ^{3b}	4,40±2,0 ^{2b}
Ortalama	6,97±1,38 ^a	6,01±1,71 ^a	5,89±1,90 ^a	7,05±1,14 ^a	6,39±1,22 ^a	5,81±2,45 ^a	3,06±1,2 ^{5b}	

K: Kontrol (sadece yeşil çay); KMP₁: Yeşil çay+%25 PAS+mormiks+dut tozu; KMP₂: Yeşil çay+%50 PAS+mormiks+dut tozu ve KMP₃: Yeşil çay+%75 PAS+mormiks+dut tozu.

Farklı harfleri taşıyan değerkler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (p<0,01).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada fonksiyonel bir ürün olan Kombu çayı örneklerine PAS ile mormiks+dut tozu ilave edilerek besinsel ve fizyolojik özellikleri geliştirilen yeni bir ürün hazırlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla kontrol grubu dahil 3 farklı konsantrasyonda (%25, %50 ve %75) PAS+mormiks+dut tozu ilave edilerek toplam 4 farklı Kombu içecek çeşidi üretimi yapılmıştır. 1., 3., 5., 7., 9., 11., ve 13. fermantasyon günlerinde örneklerin mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyuşal özellikleri araştırılmış ve aşağıda vurgulanan sonuçlar elde edilmiştir:

1. Kombu içecek örneklerinin asetik asit bakteri sayıları 6,87-8,07 log₁₀ kob/mL arasında değişmiştir. PAS ve mormiks+dut tozu ilavesi ve fermantasyon değişkeninin asetik asit bakteri sayıları üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0,01). Fermente içecek örneklerinin *Lactobacillus* spp. sayıları 4,07-6,35 log₁₀ kob/mL, *Lactococcus* spp. sayıları 5,96-7,15 log₁₀ kob/mL ve maya sayıları ise 5,46-7,30 log₁₀ kob/mL olarak tespit edilmiştir.
2. Kombu içecek örneklerinde PAS, mormiks+dut tozu uygulamasına göre kurumadde oranları %8,40 ile %18,67 arasında belirlenmiştir. İlave edilen hammaddelere bağlı olarak kurumadde değerlerinin arttığı bulunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda PAS ve mormiks+dut tozu uygulamasının ve fermantasyon süresinin titrasyon asitlik değerleri üzerine etkisi önemli (p<0,01) tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre zenginleştirilen örneklerin asitlik değerleri daha yüksek bulunmuş ve içecek örneklerine ait pH değerleri 4,25-6,47 arasında değişim göstermiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, PAS ve mormiks+dut tozu ilavesi ve fermantasyon değişkenlerinin pH üzerinde önemli etki sağladığı belirlenmiştir (p<0,01).
3. Kombu çayı içeceklerinde fermantasyonun 1. gününde en düşük 50 rpm'de viskozite değeri (150 cP) KMP₁ örneğinde, en yüksek fermantasyonun 13. gününde (949 cP) KMP₃ örneğinde tespit edilmiştir. Yapılan muameleler ve fermantasyon süreleri örneklerinin viskoziteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki oluşturmuştur (p<0,01).
4. Kombu içeceklerinin hazırlanmasında kullanılan hammaddeler örneklerin L^* , a^* , b^* , C^* , H^0 ve ΔE^* değerlerinde farklı sonuçlar eldirmesini sağlamıştır.

5. Kombu içecek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği fermentasyon suresince yeşil ay+%75 PAS+mormiks+dut tozu (KMP₃) rneğinde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca kontrol örneğine göre fonksiyonel içeceklerdeki antioksidan kapasiteleri daha yüksek tespit edilmiştir.

5. Duyusal analiz sonuçlarına göre; KMP₁ rneği diğer örneklerden daha çok beğenilmiştir. Fermentasyon gününün artması asitlik miktarında artışa neden olmuş ve 13. gününde KMP₂ ve KMP₃ en düşük tat puanını alan örnekler olmuştur. Renk ve görünüş puanları mormiksin örneklere kazandırdığı renkten olabileceği düşünülerek bu örneklerde daha yüksek tespit edilmiştir.

Bu tez sonucunda, biyolojik değeri yüksek yiyecek tüketiminin sağlık üzerine etkisi göz önüne alındığında Kombucha ile fermente edilen yeşil ay, PAS, dut tozu ve mormiks kullanılmasının önemli bir katkı sağlayabileceği önerilmektedir. Elde edilen bu yeni besleyici değeri yüksek fonksiyonel içecekler özellikle rengi ve tadındaki hafif ekşiliği ve PAS'dan kaynaklanan aroması ile yaz aylarında ferahlatıcı bir içecek çeşidi olarak değer görebilir. Obezitenin günümüzde arttığı düşünüldüğünde şeker içeriği çok yüksek olan daha kalorili gazlı içeceklere karşı da alternatif sağlayabilecek terapötik özelliklere sahip bir ürün olarak düşünülmektedir. Ancak Kombucha'nın biyolojik aktivitelerini değerlendirmek amacıyla kapsamlı in vivo bilimsel çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akarca, G. and Tomar, O. (2020). “Kırmızı ve mor sebzelerle hazırlanan kombucha çaylarının kalite özelliklerinin belirlenmesi”, **Mediterranean Agricultural Sciences**, 33(2), 215-222.
- Aktan, N. ve Yıldırım, H. K. (2011). “Sirke Teknolojisi”, Güncelleştirilmiş III. Baskı. Sidaş Medya Ltd. Şrk., İzmir, 83.
- Alpkent, Z. ve Göncü, A. (2003). “Peynir Suyu ve Peynir Suyu Proteinlerinin Gıda, Kozmetik ve Tıp Alanlarında Kullanımı”, **Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Dergisi**, 26-30.
- Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S. and Waisundara, V. Y. (2018). “Evaluation of Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Kombucha “Tea Fungus” During Extended Periods of Fermentation”, **Food Science & Nutrition**, 6(3), 659-665.
- Anonim, (2021). I. Gıda ve Sağlıklı Beslenme Sempozyumu Raporu. [Http://Www.Tuba.Gov.Tr/Files/Yayinlar/Raporlar/T%C3%9Cba1%20g%C4%B1da%20ve%20sa%C4%9fl%C4%B1kl%C4%B1%20beslenme%20raporu.Pdf](http://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9Cba1%20g%C4%B1da%20ve%20sa%C4%9fl%C4%B1kl%C4%B1%20beslenme%20raporu.Pdf). (Erişim Tarihi: 16.06.2021).
- AOAC, (1990). Official Methods of Analysis. Maryland, USA: Association of Official Analytical, Chemists International
- Arai, S. (1996). “Studies on functional foods in Japan—state of the art”. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 60(1), 9-15.
- Argan, B. E., Güneşer, O., Toklucu, A. K. ve Yüceer, Y. K. (2015). “Production of whey powder added fruit beverages and some quality characteristics”. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, 3(8), 651-658
- Arslaner, A. ve Salık, M. A. (2017). “Ceviz Ezmesi ve Dut Kurusu Tozu İlavesiyle Üretilen Düşük Kalorili Dondurmanın Bazı Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi”, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 48(1), 57-64.
- Baccouche, A., Ennouri, M., Felfoul, I. and Attia, H. (2013). “A physical stability study of whey-based prickly pear beverages”, **Food Hydrocolloids**, 33(2), 234-244.
- Balcıoğlu, H. (2013). “Askorbik asit ve çilek ilavesinin probiyotik fermente süt içeceğinin bazı özellikleri üzerine etkileri”, Doktora Tezi, **Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Şanlıurfa.
- Battikh, H., Bakhrouf, A. and Ammar, E. (2012). “Antimicrobial effect of Kombucha analogues”, **LWT-Food Science and Technology**, 47(1), 71-77.

- Bauer-Petrovska, B. and Petrushevska-Tozi, L. (2000). "Mineral and Water Soluble Vitamin Content in The Kombucha Drink", *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 201–205.
- Baylan, İ. ve Badem, A. (2023). "Bazı Geleneksel Ürünlerin Mor Un ile Formüle Edilmesi ve Duyusal Analiz ile Değerlendirilmesi", *Kültür Araştırmaları Dergisi*, (17), 197-207.
- Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P. (2009). "Coffee, tea, cocoa", *Food Chemistry*, 938-970.
- Bhattacharya, S., Gachhui, R. and Sil, P. C. (2013). "Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats", *Food and Chemical Toxicology*, 60, 328-340.
- Bilal, T. ve Altınar, A. (2017). "Peynir altı suyunun insan ve hayvanlarda metabolizma üzerindeki etkileri", *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 6(1), 29-42.
- Blanc, P. J. (1996). "Characterization of the tea fungus metabolites", *Biotechnology Letters*, 18, 139-142.
- Cansız, Z., Uslu, C. C., Mutlu, C., Tontul, S. A., Ercan, R. ve Erbaş, M. (2020). "Farklı Oranlarda Peynir Altı Suyu Kullanımının Beyaz Ve Tam Buğday Unlarından Üretilen Ekmeklerin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi", *Gıda/The Journal of Food*, 45(1).
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D'Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L. and de Barros, F. A. R. (2020). "Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities", *Food Research International*, 128, 108782.
- Carvalho, F., Prazeres, A. R. and Rivas, J. (2013). "Cheese whey wastewater: Characterization and treatment", *Science of The Total Environment*, 445, 385-396.
- Castro, W. F., Cruz, A. G., Bisinotto, M. S., Guerreiro, L. M. R., Faria, J. A. F., Bolini, H. M. A. and Deliza, R. (2013). "Development of probiotic dairy beverages: Rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation", *Journal of Dairy Science*, 96(1), 16-25.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D. and Gachhui, R. (2016). "Kombucha Tea Fermentation: Microbial And Biochemical Dynamics", *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63-72.

- Chen, C. and Liu, B. Y. (2000). "Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation", *Journal of Applied Microbiology*, 89(5), 834-839.
- Chu, S. C. and Chen, C. (2006). "Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha", *Food Chemistry*, 98(3), 502-507.
- Cömert, M. ve Gün, A. (2020). "Fonksiyonel Gıda Olarak Mor Ekmek", *Journal of International Social Research*, 13(74).
- Crowe, K. M. and Francis, C. (2013). "Position of the academy of nutrition and dietetics: functional foods", *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8), 1096-1103.
- Cruz, A. G., Sant'Ana, A. D. S., Macchione, M. M., Teixeira, Â. M. and Schmidt, F. L. (2009). "Milk drink using whey butter cheese (queijo manteiga) and acerola juice as a potential source of vitamin C", *Food and Bioprocess Technology*, 2, 368-373.
- Daglia, M., Antiochia, R., Sobolev, A. P. and Mannina, L. (2014). "Untargeted and targeted methodologies in the study of tea (*Camellia sinensis* L.)", *Food Research International*, 63, 275-289.
- Değirmencioğlu, N., YILDIZ, E., Şahan, Y., Gölbaş, M. ve Gürbüz, O. (2019). "Fermentasyon süresinin kombu çayı mikrobiyotası ve canlılık oranları üzerine etkileri", *Akademik Gıda*, 17(2), 200-211.
- Delik, E., Eroğlu, B., Ünal, O. ve Öztürk, B.E. (2021). "*Origanum bilgeri*'nin kombu çayının biyoaktivitesi ve mikrobiyolojik profili üzerindeki etkilerinin incelenmesi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(2), 236-249.
- Dhamsaniya, N. K. and Varshney, A. K. (2013). "Development and evaluation of whey based RTS beverage from ripe banana juice", *Journal of Food Processing and Technology*, 4(2), 2157-2110.
- Dinçoğlu, A. H. ve Ardic, M. (2012). "Peynir altı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları", *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-60.
- Djurić, M., Carić, M., Milanović, S., Tekić, M. and Panić, M. (2004). "Development of whey-based beverages", *European Food Research and Technology*, 219, 321-328.
- Dragone, G., Mussatto, S. I., Oliveira, J. M. and Teixeira, J. A. (2009). "Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation", *Food Chemistry*, 112(4), 929-935.
- Dufresne, C. and Farnworth, E. (2000). "Tea, Kombucha, and health: a review". *Food Research International*, 33(6), 409-421.

- Ercişli, S. ve Orhan, E. (2007). “Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits”, *Food Chemistry*, 103(4), 1380-1384.
- Erol, K. F. (2023), “Karaçam ve Kızılçam Ağaç Kabuğu Ekstrelerinin Biyoaktif Niteliklerinin Belirlenmesi Ve Model Gıda Uygulamaları”, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Essawet, N. A., Cvetković, D., Velićanski, A., Čanadanović-Brunet, J., Vulić, J., Maksimović, V. and Markov, S. (2015). “Polyphenols and Antioxidant Activities of Kombucha Beverage Enriched with Coffeeberry® Extract”, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 21(3), 399-409.
- Farrell, H. M., Behe, M. J. and Enyeart, J. A. (1987). “Binding of p-nitrophenyl phosphate and other aromatic compounds by β -lactoglobulin”, *Journal of Dairy Science*, 70(2), 252-258.
- Gamboa-Gómez, C. I., Gonzalez-Laredo, R. F., Gallegos-Infante, J. A., Pérez, M. M. L., Moreno-Jiménez, M. R., Flores-Rueda, A. G. and Rocha-Guzmán, N. E. (2016). “Antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of Eucalyptus camaldulensis and Litsea glaucescens infusions fermented with kombucha consortium”, *Food Technology and Biotechnology*, 54(3), 367–374.
- Giritlioğlu, N., Yıldız, E. ve Gürbüz, O. (2020). “Kombu Çayı Üretiminde Kapari Tomurcuklarının (*Capparis* spp.) Kullanımının Fenolikler, Antioksidant Kapasite ve Biyoerişilebilirliğe Etkisi”. *Akademik Gıda*, 18(4), 390-401.
- Gök, I. ve Ulu, E. K. (2019). “Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects”, *Nutrition & Food Science*, 49(4), 668-686.
- Greenwalt, C. J., Ledford, R. A. ve Steinkraus, K. H. (1998). “Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented teakombucha”, *LWT-Food Science and Technology*, 31(3), 291-296.
- Güldane, M., Bayram, M., Topuz, S., Kaya, C., Gök, H. B., Bülbül, M., ve Koç, M. (2017). “Beyaz, siyah ve yeşil çay kullanılarak üretilen kombuchaların bazı özelliklerinin belirlenmesi”. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34(1), 46-56.
- Güven, N., Yetim, H. ve Cankurt, H. (2019). “Siyah havuç suyu konsantresi ve peyniraltı suyu kullanılarak tuzu azaltılmış şalgam suyu üretim imkânlarının araştırılması”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 599-610.
- Güzeller, N. ve Esmek, E. M. (2014). “Kefir kültürü kullanılarak üretilen peynir altı sulu içeceğin bazı özellikleri ve depolama süresinin etkisi”, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 29-42.
- Hoon, L. Y., Choo, C., Watawana, M. I., Jayawardena, N., and Waisundara, V. Y. (2014). “Kombucha ‘tea fungus’ enhances the tea polyphenol contents, antioxidant

- activity and alphaamylase inhibitory activity of five commonly consumed teas”, *Journal of Functional Foods*, 66, 21-28,
- İnanç, Z. S., Karaca, H., İpek, V., Balkan, B. M., Çorum, O., Güngör, Ş. and Ata, A. (2020). “Effect of White Mulberry Extract on Performance, Anti-inflammatory and Serum Antioxidant Parameters in Diabetes-induced Rats with Streptozotocin”, *Kocatepe Veterinary Journal*, 13(1), 1-10.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P. and Ibanez, F.C. (2004). “Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Kefir During Storage”, *Food Chemistry*, 90, 613–620.
- Ivanišová, E., Meňhartová, K., Terentjeva, M., Godočíková, L., Árvay, J. and Kačániová, M. (2019). “Kombucha tea beverage: Microbiological characteristic, antioxidant activity, and phytochemical composition”, *Acta Alimentaria*, 48(3), 324-331.
- Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J. and Janda, K. (2020). “Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea”, *Antioxidants*, 9(5), 447.
- Jayabalan, R., Chen, P. N., Hsieh, Y. S., Prabhakaran, K., Pitchai, P., Marimuthu, S. and Yun, S. E. (2011). “Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells—characterization of dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate and vitexin”. *Indian Journal of Biotechnology*, 10, 75-82.
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S. and Sathishkumar, M. (2014). “A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538-550.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S. and Swaminathan, K. (2007). “Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation”, *Food Chemistry*, 102(1), 392-398.
- Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M. and Swaminathan, K. (2008). “Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation”, *Food Chemistry*, 109(1), 227-234.
- Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P. and Ajandouz, E. H. (2012). “Insights into the Fermentation Biochemistry of Kombucha Teas and Potential Impacts of Kombucha Drinking on Starch Digestion”, *Food Research International*, 49(1), 226-232.
- Kaur, N. and Singh, D. P. (2017). “Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: a literature review”, *Appetite*, 112, 167-187.
- Kumar, P. A. and Bangaraiyah, P. (2014). “Formulation of whey-sweet orange based ready-to-serve fruit beverage”, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 5(4).

- Kumar, R., Chauhan, S. K., Shinde, G., Subramanian, V. and Nadanasabapathi, S. (2018). "Whey Proteins: A potential ingredient for food industry-A review", **Asian Journal of Dairy and Food Research**, 37(4), 283-290.
- Kumar, S. D., Narayan, G. and Hassarajani, S. (2008). "Determination of anionic minerals in black and kombucha tea using ion chromatography", **Food Chemistry**, 111(3), 784-788.
- Kurt, A. ve Gülümser, S. (1987). "Peynir Suyu ve Kullanım İmkânları", **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18(1-4), 133-141.
- Liamkaew, R., Chattrawanit, J. and Danvirutai, P. (2016). "Kombucha production by combinations of black tea and apple juice", **Progress in Applied Science and Technology**, 6(2), 139-146.
- Lončar, E., Djurić, M., Malbaša, R., Kolarov, L. J. and Klašnja, M. (2006). "Influence of working conditions upon kombucha conducted fermentation of black tea", **Food and Bioproducts Processing**, 84(3), 186-192.
- Malbasa, R. V., Maksimovic, M. Z., Loncar, E. S. and Brankovic, T. I. (2004). "The Influence of Starter Cultures on the Content of Vitamin B2 in Tea Fungus Beverages", **Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine**, 10(1), 79-83.
- Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S. and Čanadanović-Brunet, J. M. (2011). "Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage", **Food Chemistry**, 127(4), 1727-1731.
- Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J. and Escalante-Aburto, A. (2018). "A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites", **Cyta-Journal of Food**, 16(1), 390-399.
- Metin, M. (1998). Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. 1. Bolum. **Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları**, 33.
- Naji, A., Berktaş, S. and Çam, M. (2021), "Hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) ekstraktı tozu ile soğuk çay üretimi: antioksidan aktivite ve duyuşal özellikler", **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 31, 831-836.
- Nummer, B. A. (2013). "Special Report: Kombucha brewing under the Food and Drug Administration Model Food Code: Risk analysis and processing guidance", **Journal of Environmental Health**, 76(4), 8-11.
- Özbalcı, D., Aydın, E. ve Özkan, G. (2023). "Dut meyvesinin fitokimyasal profili ve farmakolojik özellikleri", **Food and Health**, 9(1), 69-86.
- Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S. ve Allahyari, M. (2015). "The production of ice cream using stevia as a sweetener", **Journal of Food Science and Technology**, 52, 7545-7548.

- Özer, N. Y. (2023), “Farklı Oranlarda Peynir Altı Suyu ve Chia Tohumu Ununun Ayıranda Kullanım Olanaklarının Araştırılması”, **Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sivas.
- Paludo, N. (2017). “Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial”, Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRG, Brasil.
- Pereira, V. P., Knor, F. J., Velloso, J. C. R. and Beltrame, F. L. (2014). “Determination of phenolic compounds and antioxidant activity of green, black and white teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze”, **Theaceae. Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 16, 490-498.
- Primiani, C. N., Mumtahanah, M. and Ardhi, W. (2018). “Kombucha fermentation test used for various types of herbal teas”, **In Journal of Physics: Conference Series** (Vol. 1025, No. 1, p. 012073). IOP Publishing.
- Rezende, A. V., Rabelo, C. H., Veiga, R. M., Andrade, L. P., Härter, C. J., Rabelo, F. H. and Reis, R. A. (2014). “Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality”, **Animal Feed Science and Technology**, 197, 213-221.
- Sabokbar, N. and Khodaiyan, F. (2015). “Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains”. **Journal of Food Science and Technology**, 52, 3711-3718.
- Sady, M., Jaworska, G., Grega, T., Bernas, E. and Domagala, J. (2013). “Application of acid whey in orange drink production”, **Food Technology and Biotechnology**, 51(2), 266.
- Sakhale, B. K., Pawar, V. N. and Ranveer, R. C. (2012). “Studies on the development and storage of whey based RTS beverage from mango cv. Kesar”, **Journal of Food Processing and Technology**, 3(3).
- Sarkaya, P. (2019). “Fermente süt içecekleri üretiminde kombucha kültürü kullanımı” Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir.
- Sarkaya, P., Akan, E. and Kinik, O. (2021). Use of kombucha culture in the production of fermented dairy beverages. **LWT**, 137, 110326.
- Savan, H. N. (2022), “Trabzon Hurması ile Yapılan Kombucha İçeceğinin Fonksiyonel Özelliklerinin ve Biyokimyasal Bileşiminin Belirlenmesi”, **Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**. İzmir.
- Shimizu, M. and Hachimura, S. (2011). “Gut as a target for functional food”, **Trends in Food Science & Technology**, 22(12), 646-650.

- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M. and Knez, Ž. (2005). “Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities”. *Food Chemistry*, 89(2), 191-198.
- Smithers, G. W. (2008). “Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’”, *International Dairy Journal*, 18(7), 695-704.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y. and Knol, W. (2000). “Kombucha fermentation and its antimicrobial activity”, *Journal of Aricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2589-2594.
- Srihari, T. and Satyanarayana, U. (2012). “Changes in free radical scavenging activity of kombucha during fermentation”, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(11), 1978-1981.
- Steinkraus, K. H., Shapiro, K. B., Hotchkiss, J. H. and Mortlock, R. P. (1996). “Investigations into the antibiotic activity of tea fungus/kombucha beverage”, *Acta Biotechnologica*, 16(2-3), 199-205.
- Ulukent Y. (2019). “Fonksiyonel Gıdalar”, Sağlık ve Ekonomi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi. Munich, Grın Verlag, Isbn (Ebook): 9783668921924. 9s.
- Ulusoy, A. (2019). “Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), siyah havuç (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.), güvem (*Prunus spinosa*) ve ahududu (*Rubus idaeus*) kullanılarak üretilen kombucha çaylarının antioksidan aktivitelerinin araştırılması ve antosiyanin miktarının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Van Toan, N. (2018). “Production of highly functional Biscuits using dried Kombu (*Laminaria japonica*) Powder as the Supplement”, *Clinical Journal of Nutrition and Dietetics*, 1(2), 1-9.
- Vázquez-Cabral, B. D., Larrosa-Pérez, M., Gallegos-Infante, J. A., Moreno-Jiménez, M. R., González-Laredo, R. F., Rutiaga-Quñones, J. G. and Rocha-Guzmán, N. E. (2017). “Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes”, *Chemico-Biological Interactions*, 272, 1-9.
- Vijayaraghavan, R., Singh, M., Rao, P. V. L., Bhattacharya, R., Kumar, P., Sugendran, K. and Singh, R. (2000). “Subacute (90 days) oral toxicity studies of Kombucha tea”, *Biomedical and Environmental Sciences*, 13(4), 293-299.
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P. and Taillandier, P. (2018). “Understanding kombucha tea fermentation: a review”, *Journal of Food Science*, 83(3), 580-588.
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., Renard, T., Rollan, S., and Taillandier, P. (2019). “Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts”, *Process Biochemistry*, 83, 44-54.

- Walzem, R. L., Dillard, C. J., & German, J. B. (2002). "Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(4), 353-375.
- Wang, Y., Xiang, L., Wang, C., Tang, C. and He, X. (2013). "Antidiabetic and antioxidant effects and phytochemicals of mulberry fruit (*Morus alba* L.) polyphenol enhanced extract", *Plos One*, 8(7), e71144.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B. and Waisundara, V. Y. (2015). "Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha", *Journal of Chemistry*, 2015.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B. and Waisundara, V. Y. (2016). "Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha 'tea fungus'", *International Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 490-498.
- Witthuhn, R. C., Schoeman, T. and Britz, T. J. (2005). "Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation", *International Dairy Journal*, 15(4), 383-389.
- Yang, Z. W., Ji, B. P., Zhou, F., Li, B., Luo, Y., Yang, L. and Li, T. (2009). "Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in high-cholesterol fed mice", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(1), 150-156.
- Ye, F., Shen, Z. and Xie, M. (2002). "Alpha-glucosidase inhibition from a Chinese medical herb (*Ramulus mori*) in normal and diabetic rats and mice", *Phytomedicine*, 9(2), 161-166.
- Yıkımsı, S. and Tuğgüm, S. (2019). "Evaluation of microbiological, physicochemical and sensorial properties of purple basil kombucha beverage", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1321-1327.
- Yu, J. S., Lim, S. H., Lee, S. R., Choi, C. I. and Kim, K. H. (2021). "Antioxidant and anti-inflammatory effects of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits on lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages", *Molecules*, 26(4), 920.
- Yüksel, M., Yüksel, A. K., & Ürüshan, H. (2019). "Peynir altı suyunun çeşitli özellikleri ve kullanım olanakları", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(3), 114-125.
- Zhang, Z. and Shi, L. (2010). "Anti-inflammatory and analgesic properties of cis-mulberroside A from *Ramulus mori*", *Fitoterapia*, 81(3), 214-218.