TRABZON HURMASI İLE YAPILAN KOMBUCHA İÇECEĞİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN VE BİYOKİMYASAL BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Hasret Nazife SAVAN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRABZON HURMASI İLE YAPILAN KOMBUCHA İÇECEĞİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN VE BİYOKİMYASAL BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Hasret Nazife SAVAN

0000-0003-0125-8647

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
0000-0003-1898-1153

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Hasret Nazife SAVAN tarafından hazırlanan "Trabzon Hurması ile Yapılan Kombucha İçeceğinin Fonksiyonel Özelliklerinin ve Biyokimyasal Bileşiminin Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Başkan :	Prof. Dr. Canan Ece TAMER 0000-0003-0441-1707 Bursa Uludağ Üniversitesi, Zıraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT 0000-0003-1898-1153 Bursa Uludağ Üniversitesi, Zıraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ 0000-0003-2225-7993 Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
../../….

Hasret Nazife SAVAN tarafından hazırlanan "Trabzon Hurması ile Yapılan Kombucha İçeceğinin Fonksiyonel Özelliklerinin ve Biyokimyasal Bileşiminin Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Başkan :	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Aaaaa. Dr. Aaaaaaaa AAAAAAAA 000-000-000-000 Aaaaaaaaa Üniversitesi, Aaaaaaaaaaaa Fakültesi, Aaaaaaaa Aaaaaaaaaaa Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
../../….

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28 / 07 / 2022

Hasret Nazife SAVAN

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
~~(Danışman)~~

28 / 07 / 2022

Hasret Nazife SAVAN

28 / 07 / 2022

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRABZON HURMASI İLE YAPILAN KOMBUCHA İÇECEĞİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN VE BİYOKİMYASAL BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Hasret Nazife SAVAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Ülkemizde fazla bilinmediği için ilgili bilimsel çalışmaların sınırlı olduğu kombucha, enerji verici ve detoksifiye edici özellikleri ile dünyada dikkat çekmektedir. Kombu çayı kültürü (SCOBY) ilavesiyle aerobik koşullarda fermentasyon yoluyla üretilen, hafif tatlı, asidik ve gazlı bir içecektir. Bu çalışmada ise fonksiyonel bileşenler açısından zengin olan Trabzon Hurmasının farklı konsantrasyonlarda ilave edilmesi ve siyah, yeşil ve oolong çayın fermentasyonu ile yeni bir Kombucha içeceği geliştirilmiştir. Meyve+çay kombinasyonunun besin değeri, lezzet ve sağlığa faydalı bileşenler açısından zenginleştirilmesi ile sağlık problemleri olan ya da yaşam tercihi olarak doğal fermente ürünlere yönelen bireyler için alternatif bir içecek geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Planlanan çalışmada, öncelikle 25ºC'de 10 gün süre ile siyah çaydan, yeşil çaydan ve oolong çayından Kombucha üretimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, kombu çaylarına ön deneme sonuçlarına göre belirlenen oranlarda Trabzon hurması ilave edilerek 25ºC'de 5 gün süre ile ikinci fermantasyon yapılmıştır. Her iki fermentasyon sırasında örneklerde; toplam asitlik, pH, brix, renk, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre Trabzon hurması ilavesinin siyah kombucha çayının, yeşil kombucha çayının ve oolong çayının beğenilirliğini arttırdığı belirlenmiştir. Siyah, yeşil, oolong çay ve Trabzon hurması ilavesi ile üretilen kombuchanın fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite analiz sonuçları, kombucha fermentasyonu için siyah, yeşil ve oolong çay ile Trabzon hurması kullanımının içeceğin besin değerinin yanı sıra, fonksiyonel özelliklerini de geliştirdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kombucha, Siyah Çay, Yeşil Çay, Oolong Çayı, Trabzon Hurması, *Diospyros kaki*

2022, viii + 94 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

PERSIMMON, KOMBUCHA BEVERAGE, FUNCTIONAL PROPERTIES, BIOCHEMICAL COMPOSITION

Hasret Nazife SAVAN

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Doc. Dr. Arzu AKPINAR BAYIZIT

Kombucha, which has limited scientific studies because it is not well known in our country, draws attention in the world with its energizing, detoxifying properties. Kombucha, which is a slightly sweet, acidic, carbonated beverage produced by fermentation under aerobic conditions with the addition of kombucha culture. In this study, a new Kombucha drink was developed with the addition of persimmon, which is rich in functional components, in different concentrations and the fermentation of black, green , oolong tea. By enriching the fruit+tea combination in terms of nutritional value, flavor, health benefits, it is aimed to develop an alternative beverage for individuals who have health problems or who prefer natural fermented products as a lifestyle choice.

In the planned study, Kombucha was produced from black, green, oolong tea for 10 days at 25ºC. Then, persimmon was added to kombucha at the rates determined according to the preliminary results, a second fermentation was carried out at 25ºC for 5 days. During both fermentation samples; total acidity, pH, brix, color, total phenolic substance, total flavonoid substance, antioxidant capacity analyzes were performed. According to the results of sensory evaluation, it was determined that the addition of persimmon increased the likability of black, green, oolong kombucha tea. The phenolic compounds and antioxidant capacity analysis results of kombucha produced with the addition of black, green, oolong tea and persimmon showed that the use of persimmon for kombucha fermentation, with black, green, oolong tea, improved the functional properties as well as the nutritional value of the beverage.

Key words: Kombucha, Black Tea, Green Tea, Oolong Tea, Persimmon, *Diospyros kaki*
2022, viii + 94 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüzde insanlar daha sağlıklı yaşam ve bağışıklığı kuvvetlendirmek için fonsiyonel ürünlere yönelmiş durumdadır. Hasta olduktan sonra tedavi etmek yerine hasta olmama gayreti içerisindeyiz. Ailemizin sağlığımızı destekleyici ürünlere olan ilgisi ile 4 yıl önce keşfettiğim bu içeceği hayatımıza aldık ve aralıksız 4 yıldır severek tüketmekteyiz. Sağlığımıza iyi geldiğini fark ettiğimiz pek çok yönü olmuştur. Bunun nihayetinde Kombuchaya olan ilgim üzerine hakkında çalışma yapmak istedim ve bu benim için bir zevk olmuştur. Kombucha her türlü değişkenden çok çabuk etkilenen ve nihayetinde değişkenlerin sonucu değiştirdiği bir üründür. Aynı zamanda hakkında istediğiniz alanda kaynak bulmanın zor ve yetersiz olduğu bir konudur. Çalışmamızın ilerde de yapılmasını ümit ettiğimiz çalışmalara kaynak olması, yapılacak çalışmalarla bu alanda daha fazla gelişim gösterilmesi ve Kombuchanın hak ettiği ilgiyi görmesi, üretim ve tüketiminin yaygınlaşması ve herkesin ulaşabilir olması temennimizdir.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ve tez çalışmalarım esnasında yardımını ve desteğini esirgemeyen, fikirleri ile her zaman yol gösterici olan ve anlayışını hiç eksik etmeyen değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemim süresince beni yönlendiren, motivasyon sağlayan, bilgisini paylaşan ve tüm sorularıma sabırla cevap veren Sayın Hocam Prof. Dr. Canan Ece TAMER'e sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yürütülmesi aşamasında tüm laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ve analizler ile yazım sırasında desteğini esirgemeyen sevgili Gıda Yüksek Mühendisi Elif KOÇ ALİBAŞOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın gerçekleşmesi için laboratuvar imkanlarından ve bilgilerinden yararlandığım BUU Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi akademik personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında benden yardımını esirgemeyen ve her zaman destek olan sevgili eşim Volkan SAVAN'a teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda olan, bana güvenen, eğitim ve iş hayatımda her zaman daha fazlasını başarabileceğime inanan ve beni destekleyen kıymetli annem Leyla EKE'ye, değerli babam Muammer EKE'ye ve sevgili kardeşim Yılmaz EKE'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hasret Nazife SAVAN
28 / 07 / 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ……..i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....vii
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
1. GİRİŞ ……..1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 5
2.1. Kombuchanın Tarihçesi 5
2.2. Kombucha Üretiminde Kullanılan Substratlar ve SCOBY Kültürü 6
2.3. Antioksidan Özellik 15
2.4. Kombucha ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 22
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....37
3.1.Kombucha Elde Etme Süreci 37
3.2. Fermantasyon Sürecinin Değerlendirilmesi.....40
3.3. Renk Analizi.....40
3.4. Antioksidan Aktivite Analizleri 40
3.5. Bioerişilebilirlik 43
3.6. Fenolik Bileşenlerin ve Flavanoidlerin Karekterizasyonu ve Miktarsal Tayini 46
3.7. Duyusal Analiz.....47
3.8. İstatiksel Analiz.....48
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....50
4.1. pH, Renk, Brix Değerlerinin Fermantasyon Sürecinde Değişimi.....84
4.2. Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi 91
4.3.Bioerişebilirlik 94
4.3. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi 100
4.4.İstatiksel Analiz.....104
5. SONUÇ
……10
7
KAYNAKLAR 110
ÖZGEÇMİŞ 122

SİMGELER ~~ve KISALTMALAR~~ DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
α	Alfa
Al	Alüminyum
As	Arsenik
pH	Asitlik- bazlık derecesi
Cu	Bakır
β	Beta
Ba	Baryum
Zn	Çinko
Fe	Demir
°C	Derece
H	Hidrojen
C	Karbon
Cr	Krom
Cd	Kadmiyum
Ca	Kalsiyum
CO_2	Karbondioksit
Co	Kobalt
Pb	Kurşun
Mg	Magnezyum
Mn	Manganez
Ni	Nikel
K	Potasyum
Na	Sodyum
O	Oksijen
Se	Selenyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
Sr	Stronsiyum
H_2O	Su
Ti	Titanyum
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
w	Ağırlık
dk	Dakika
g	Gram
v	Hacim
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhisrazi
DMHF	2,5-dimetil-4-hidroksi-3-furon
L	Litre
mg	Miligram
M	Metre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
sp.	species
vb.	ve benzeri
yy	Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.	Örneklerin filtrasyonu……	30
Şekil 2.	Kombucha Siyah/Yeşil/Oolong Çay Kontrol Örneği, %5 (w/v) Trabzon Hurmalı Siyah/Yeşil/Oolong Çaylı Kombucha, %10 Trabzon Hurmalı Siyah/Yeşil/Oolong Çaylı Kombucha Üretimi Akış Diyagramı……...	31
Şekil 3.	Örneklerin duyusal analizi……..	39
Şekil 4.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin bağırsak emilim grafiği…….….	55
Şekil 5.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin bağırsak emilim grafiği…….	55
Şekil 6.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin bağırsak emilim grafiği……..	55
Şekil 7.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen değerinin mide emilim grafiği…..	55
Şekil 8.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin mide emilim grafiği……..	56
Şekil 9.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin mide emilim grafiği……..	56
Şekil 10.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen değerinin sindirilmemiş grafiği…	56
Şekil 11.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş grafiği……..	57
Şekil 12.	Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş grafiği……..	57
Şekil 13.	Kombucha örneklerinin duyusal değerlendirilmesi……	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1. Hücresel sistemlerde oluşan serbest radikaller……. 17
Çizelge 2. Farklı substratlarla hazırlanan kombucha içeceklerinin biyoaktif özellikleri... 26
Çizelge 3. Farklı ekstraktlarla elde ettikleri kombucha içeceklerinin 14 günlük fermantasyon fiziko-kimyasal özellikleri……. 28
Çizelge 4. Siyah çay kombuchanın ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi…… 41
Çizelge 5. Kombuchanın ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi……. 43
Çizelge 6. Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi……. 45
Çizelge 7. Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi……. 45
Çizelge 8. Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi……. 47
Çizelge 9. Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi……. 48
Çizelge 10. Siyah çay ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri……... 50
Çizelge 11. Yeşil çay ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri……... 51
Çizelge 12. Oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri…….. 51
Çizelge 13. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi…….. 52
Çizelge 14. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi……... 53
Çizelge 15. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi……... 54
Çizelge 16. Trabzon Hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin duyusal özellikleri…. 57
Çizelge 17. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatiksel analiz…… 61
Çizelge 18. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatikel analiz…….. 61
Çizelge 19. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatikel analiz…….. 62
Çizelge 20. Duyusal analiz sonucu istatiksel analizi…….. 63

1. GİRİŞ

Dünyada sudan sonra en çok tüketilen içecek olan çay Çin, Hindistan, Kenya, Sri Lanka ve Vietnam başta olmak üzere yaklaşık 30 ülkede yetiştirilmektedir. Türkiye de çay üretiminde bu ülkelerden sonra altıncı sırada güçlü bir konuma sahiptir (Worldatlas, 2021).

~~Çay yeşil, siyah ve oolong olarak üretilmektedir.~~ Üretim süreçlerine ve küresel tüketime göre çay türleri siyah çay (%78), yeşil çay (%20) ve oolong çay (%2'den az) olarak ~~ayrılır.~~ayrılmaktadır (Pan vd., 2011; Ju vd., 2007). Tüm çay çeşitleri aynı bitkinin (*Camellia sinensis*) taze yapraklarından üretilmektedir. Bununla birlikte siyah çay, çay ürünlerinin yaklaşık %80'ini temsil etmektedir (Vuong 2014, Yildirim ve Berkay Karaca 2022). ~~ir; ancak s~~Siyah çay üretmek için çay yaprakları soldurulmakta,~~ur,~~ yuvarlanmakta~~ır~~ ve fermantasyonu başlatmak için yumuşatılmaktadır~~ır~~. Isıl işlem, yeşil çay ve oolong çay üretiminde enzimleri inaktive etmenin kilit aşamasıdır. Böylece oksidasyon derecesi kontrol edilebilmekte~~ir~~ ve hafif, orta ~~ve~~ ile yüksek fermente yeşil/oolong çaylar~~ı~~ üretilmektedir~~ebilir~~ (Ng vd., 2018; Salman vd., 2021).

Epidemiyolojik çalışmalar, çay tüketiminin içerdiği polifenolik bileşikler, theaflavin ve thearubiginler gibi bileşenler sayesinde antitümör, iltihap önleyici, antibakteriyel ve yaşlanma karşıtı özelliklerin yanı sıra diyabet, kalp hastalığı, nörodejeneratif hastalıklar, kanser riskini azaltma, bağışıklığı iyileştirme ve hepatotoksisiteyi hafifletme gibi etkileri olduğunu göstermiştir (Zhao vd., 2020; Chen vd., 2008; Cai vd., 2013). Demlenmiş çayın da önemli seviyelerde kateşin flavonoidleri içerdiği bulunmuştur. Kateşinlerin biyoyararlanımı yüksek flavonoid bileşikler arasında yer aldığı bildirilmiştir (Beresniak vd. 2012, Li vd. 2012, Hayat vd. 2015, Liu vd. 2018, Shi vd. 2021).

Kombucha, Asya kökenli fermente bir içecektir. Bununla birlikte, antimikrobiyal, antioksidan, antikarsinojenik, antidiyabetik, mide ülserini tedavi edici, yüksek kolesterolü kontrol edici ve karaciğer detoksifikasyonu gibi terapötik etkileri nedeniyle Batı'da popülarite kazanmıştır (Jayabalan vd. 2008, Lobo ve Shenoy 2014, Chakravorty vd. 2016, Ulusoy ve Tamer 2019).

~~Çay tüketiminin sağlığa faydaları arasında, son on yılda, çay polisakkaritinin antioksidan, antitümör, iltihap önleyici, antibakteriyel ve yaşlanma karşıtı özelliklerin yanı sıra diyabet, kalp hastalığı, nörodejeneratif hastalıklar, kanser riskini azaltma, bağışıklığı iyileştirme ve hepatotoksisiteyi hafifletme gibi birçok sağlık yararına sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Zhao vd., 2020; Chen vd., 2008; Cai vd., 2013).~~

Kombucha çayı, yaklaşık 14 gün boyunca "çay mantarı" oluşturan asetik asit bakterileri ve mayaların simbiyotik birlikteliği ile fermente edilmiş şekerli siyah çaydır. Kombucha çayı, yüzen bir selüloz pelikül tabakası ve ekşi sıvı olmak üzere iki kıımdan oluşmaktadır (Chen vd., 2000). Çayın fermantasyonu, bir selüloz filmine yerleştirilmiş asetik asit bakterileri ile mayaların simbiyotik aktivitesi sonucu gerçekleşmektedir (Chen vd., 2000; Chu vd., 2006). Kombucha mikrobiyotasında önemli bir yeri olan *Acetobacter* ve *Gluconacetobacter* türü bakterilerin kombucha çayı fermentasyonunu gerçekleştirmenin yanı sıra önemli tat ve koku maddelerini meydana getirdikleri de bilinmektedir. Selüloz ağ tabakası ise "SCOBY (bakteri ve mayaların simbiyotik kolonisi)", "çay mantarı" veya "kombucha anası" olarak tanımlanmaktadır (De Filippis vd., 2018, Chakravorty vd., 2016; Santos, 2016). Ozmofilik mayalar ortamdaki şekeri fermente ederken ve etanol üretirken, bakteriler oluşan alkolü okside ederek asetik asit oluşturmaktadır (Teoh vd., 2004). Asetik aside ilave olarak antibakteriyel aktiviteye sahip olan ve patojenik bakterilerin kombucha ürününde kontaminasyonunu önleyen glukonik, laktik, malik, sitrik ve tartarik gibi diğer organik asitler de sentezlenmektedir (Neffe-Skocinska vd., 2017; Leal vd., 2018).

Biyoaktif bileşenlerce zengin gıda maddelerinin kombucha fermentasyonuna dahil edilmesinin antioksidan aktivite, antimikrobiyal özellik ve besleyici nitelikleri arttırdığı ifade edilmiştir (Essawet vd. 2015).

~~Kombucha, Asya kökenli fermente bir içecektir. Bununla birlikte, antimikrobiyal, antioksidan, antikarsinojenik, antidiyabetik, mide ülserini tedavi edici, yüksek kolesterolü kontrol edici ve karaciğer detoksifikasyonu gibi terapötik etkileri nedeniyle Batı'da popülarite kazanmıştır (Jayabalan vd., 2008; Chakravorty vd., 2016; Ulusoy vd., 2019).~~

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), "cennet hurması, Japon hurması, Çin hurması" olarak da bilinen subtropikal bir ağacın meyvesidir. Kore ve Japonya'da yayılım göstermesi ile anavatanının Güney Çin olduğu düşünülmektedir. Buradan Brezilya, İspanya, Türkiye, İtalya, İsrail ve Yeni Zelanda gibi diğer ülkelere yayılım göstermiştir (Luo ve Wang, 2008; Tang vd., 2018; Woolf ve Ben-Arie, 2011; Yamada vd., 2012). Dünyanın büyük bir bölümünde "Kaki", Amerika'da ise "Persimmon" olarak adlandırılmaktadır (Yönel, 2009). Cazip turuncu rengi, kendine özgü tadı ve yapısı, antioksidan ve fenolik bileşikler bakımından zengin olması nedeniyle son yıllarda ilgi odağı haline gelen Trabzon hurması gıda olarak tüketiminin yanı sıra çeşitli tıbbi ve kimya endüstrilerinde de geniş kullanım alanı bulmaktadır (Giordani vd., 2011; Luo ve Wang, 2008; Woolf ve Ben-Arie, 2011). Bu nedenlerle, son zamanlarda, dünyada Trabzon hurması üretimi ve ekim alanı hızla artmıştır (Guan vd., 2020).

Günümüze kadar yapılan araştırmalarda en çok yeşil ya da siyah çay (*Camellia sinensis*) kullanılarak geleneksel kombucha ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Bundan sonra en çok kullanılan çay türleri ve şifali bitkiler olarak örneğin: beyaz, kırmızı ve sarı çay; oolong ve rooibos çayı; ayrıca üzüm, elma, ananas ve guava gibi meyveler; süt, yağsız süt ve yoğurt; tahıl, tohumlar ve fasulye, muz kabuğu, şaraphane atık suyu ve soya peynir altı suyu, kırmızı deniz yosunu, soya sütü, hurma şurubu, siyah havuç suyu, kiraz defnesi, karaçalı ve kırmızı ahududu, mantar ve hindistancevizi suyu da kullanılan hammaddelerdendir. Kombucha üretiminde kullanılan farklı çeşit ve miktarlarda substratlar, farklı kimyasal bileşimlere ve biyolojik aktivite türlerine sahip içeceklerin ortaya çıkmasına neden olur. Kombucha üretiminde çay dışında farklı bitki ve meyvelerin kullanılmasının biyoaktif bileşen içeriğinin ve biyoyararlılığının da bu bileşenlere göre değişmesi kaçınılmazdır.

Bu amaçla çalışmamızda daha önce hiç denenmemiş olan ve zengin besinsel içeriği ile gündemde olan Trabzon hurmasının kombucha içeceği üretimine uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında siyah çay, yeşil çay ve oolong çayı infüzyonuna ön denemeler ile belirlenen oranlarda Trabzon hurması ilave edilmiş ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kombuchanın Tarihçesi

Kombu çayı tüketiminin ilk kaydı, o zamanlar ölümsüzlük çayı olarak bilinen Qin hanedanlığı döneminde Mançurya bölgesinde MÖ 220'ye kadar uzanmaktadır. Kombucha çayının 2000 yıl önce hem çay hem de fermantasyonun yaygın olduğu Kuzeydoğu Çin'de İmparator Qin Shi Huangdi tarafından geliştirildiği ve tüketiminin ilk olarak MÖ 220'de Mançurya'da kaydedildiği bildirilmiştir (Santos, 2016). Coğrafi açıdan bakıldığında, kombucha muhtemelen ilk önce Çin'den Kore'ye yayılmış ve çeşitli ticaret yollarıyla Japonya'ya ulaşmıştır.

Daha sonra bu fermente içeceğin, MS 415 civarında, Japonya İmparatoru Iynko'nun sindirim rahatsızlıklarını düzenlemek amacıyla Koreli bir doktor olan Dr. Kombu tarafından ilk kez Kore'den Japonya'ya götürüldüğü, "yaşam iksiri" adıyla İmparator'a sunulduğu, İmparator'un çeşitli tıbbi bitkilerle hazırlanmış olan kombu içeceğinin semptomları hızlı iyileştirici etkisinden çok etkilendiği bilinmektedir. Tıbbi bitkiler ve kombucha kombinasyonu halk arasında ün kazanmıştır. Japon İmparatoru Inyoko'nun Dr. Kombu Japonca "çay" anlamına gelen "cha" kelimesini doktorun adına ilave ederek onu onurladırdığı ve savaşlarda Samurayların enerjisini arttırmak için tüketildiği belirtilmektedir (Crum vd., 2016).

Bunu takiben 1800'lü yıllarda Rusya ve Doğu Avrupa'ya, ardından da II. Dünya Savaşı sırasında Batı Avrupa ve Kuzey Afrika'ya doğru yayılım gösterdiği bilinmektedir. Ticaret yolları bölgenin ötesine yayılmaya başladığında, kombucha Rusya'ya doğru ilerleyerek, Japonya ve Çin gibi diğer ülkelerde olduğu gibi, metabolik hastalıklar, hemoroid ve romatizma tedavisi için tüketilmiştir. Kombucha'nın Rusya'daki kullanımı tıbbi kullanımlar için onu alıntılayan Rus doktorların makalelerine dayanmaktadır (Greenwalt vd., 2000). 1940'larda Omsk'ta bulunan bir hastanede doktorlar, düzenli kombu çayı tüketiminin akut inflamasyon, anjina ve sindirim bozuklukları dahil olmak üzere çeşitli hastalıklar üzerinde etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, çocukluk çağı dizanterisi, otoskleroz ve kan basıncı üzerindeki yararlı etkileri olduğunu da belirtmişlerdir (Crum ve Lagory, 2016). 1960'larda İsviçreli bilim adamları kombucha tüketimi konusunda yaptıkları çalışmalarda yoğurt benzeri metabolik etkileri olduğunu

bildirmişlerdir. Rus araştırmacılar tarafından Çernobil Nükleer Santrali'nde yaşanan patlama ve radyoaktif sızıntı sonrasında yapılan çalışmalar ise, düzenli olarak kombucha tüketen kişilerin radyoaktivitenin olumsuz etkilerine karşı daha dirençli olduklarını göstermiştir (Shenoy vd., 2019).

Avrupa ve Batı toplumlarında antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojenik, antidiyabetik, mide ülseri tedavisi, kolesterol düzenleyici, bağışıklık güçlendirici ve karaciğer detoksifikasyonu gibi terapötik etkileri nedeniyle kombucha popülerlik kazanmıştır (Chakravorty vd., 2016).

2.2. Kombucha Üretiminde Kullanılan Substratlar ve SCOBY Kültürü

Bakteri (*Acetobacter* ve *Gluconobacter*) ve mayaların simbiyotik olarak birlikte çalıştığı Kombucha, şeker ve çay yapraklarının (siyah, yeşil, beyaz ya da oolong) kombu çayı kültürü (SCOBY) ilavesiyle aerobik koşullarda fermentasyonuyla üretilen, hafif tatlı, asidik ve gazlı bir içecektir. Günümüzde tüm dünyada enerji verici ve detoksifiye edici olarak tüketilen Kombucha Haipao, Teakwass, Kargasok çayı, çay mantarı, Mançurya mantarı, Chainii kvass, Kocha kinoko ve Kambotscha gibi çeşitli isimlerle de anılmaktadır. (İleri-Büyükoğlu vd., 2010; Jayabalan vd., 2010, 2014; Değirmencioğlu vd., 2019; Kapp ve Sumner, 2019; Nyhan vd., 2022).

Kombucha çayı, SCOBY (çay mantarı ya da kombu anası) olarak nitelenen bir selülotik ağ tabaka ile fermente edilen bir içecektir. Bu nedenle Kombucha çayı, yüzen bir selüloz pelikül tabakası ve ekşi sıvı kısım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Çayın fermantasyonu, bu selüloz biyofilm içindeki asetik asit bakterilerinin (*Acetobacter aceti*, *A. pasteurianus, A. xylinum, Glucobacter oxydans* ve *Bacterium gliconicum*) ile mayaların (*Saccharomyces sp., Zygosaccharomyces kombuchaensis, Z. bailii, Z. rouxii, Z. kombuchaensis* sp. *nov., Schizosaccharomyces pombe, Saccharomycodes ludwigii, S. cerevisiae, Kloeckera apiculata, Candida krusei, C. albicans, Kluyveromyces africanus, Torulaspora delbrueckii, Brettanomyces bruxellensis, B. lambicus, B.custersii, Torulopsis* sp., *Pichia* sp.) simbiyotik aktivitesi sonucu gerçekleşmektedir (Chen ve Liu, 2000; Chu ve Chen, 2006; Chakravorty vd., 2016; Santos, 2016; De Filippis vd., 2018; Laureys vd., 2020). Bu fermantasyon sırasında bazı laktik asit bakterileri de izole

edilmiştir (Bogdan vd., 2018). Kombucha mikrobiyotasında bulunan asetik asit bakterileri fermantasyonunu gerçekleştirmenin yanı sıra önemli tat ve koku maddelerini de meydana getirirmektedir. Ozmofilik mayalar ortamdaki şekeri fermente ederek etanol üretirken, bakteriler oluşan alkolü okside ederek asetik asit oluşturmaktadır (Teoh vd., 2004). Asetik aside ilave olarak antibakteriyel aktiviteye sahip olan ve patojenik bakterilerin kombucha ürününde kontaminasyonunu önleyen glukonik, laktik, malik, sitrik ve tartarik gibi diğer organik asitler de sentezlenmektedir (Neffe-Skocinska vd., 2017; Martínez Leal vd., 2018). Polifenoller, glukonik asit ve glukuronik asitler dahil olmak üzere fermantasyon işlemi sırasında gelişen metabolitler gibi ek faktörler de antioksidan aktivite arttırıcılar olarak kabul edilebilir.(Mizuta vd., 2020).

Kombucha fermantasyonu sırasında mikroorganizmalar ana karbon kaynağı olarak sakarozu tüketir, çay özütü nitrojen kaynağı sağlar ve oksijen varlığında SCOBY organik asitler, karbondioksit ve selülozdan oluşan kalın bir selülozik yüzen biyofilm üretir (Jayaravorty vd., 2016; Jayabalan vd., 2014). Biyofilm, fermantasyon sırasında daha kalın hale gelir ve genellikle birden fazla gözleme benzeri katman oluşturur. Bu pelikülün işlevi, SCOBY'yi harici rakiplere veya kirleticilere karşı korumaktır (May vd., 2019).

Kombucha'nın kimyasal bileşimi, kullanılan çayın türüne ve fermantasyon sırasında belirlenen parametrelere göre önemli ölçüde değişmektedir (Chu ve Chen 2006, Ivanišová vd., 2019; Jayabalan vd., 2008; Villarreal-Soto vd., 2019; Villarreal-Soto vd., 2018). Fermantasyon sonunda kombucha, çay polifenolleri; asetik, laktik, sitrik, malik ve glukoronik asit gibi organik asitler; diyet lif; etanol; gliserol; glukonolakton; lisin dahil aminoasitler; Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn gibi mineral maddeler; C vitamini ve B vitaminleri gibi suda çözünen vitaminler; karbondioksit; antibiyotik maddeler ve hidrolitik enzimler gibi bileşenleri içeren bir karışım olarak nitelendirilmektedir (Jayabalan vd., 2007; Watawana vd., 2015; Villarreal-Soto vd., 2018; Kapp ve Sumner, 2019; Cardoso vd., 2020; Yildiz vd., 2021). Önemli ve karekteristik polifenoller epikateşin (EC), epikateşingallate (ECG), epigallokateşin (EGC), epigallokateşin gallate (EGCG), kateşin ve gallokateşin gibi kateşinlerdir. Bu bileşikler içeceğin ağızda bıraktığı acımtırak, büzüştürücü ve tatlımsı tadı oluşturmaktadırlar. Kombucha'da quercetin, kaempferol, myricetin gibi flavanoller ve bunların glikozidleri ile selülotik ağ yapı içinde yeralan

mayaların sentezlediği düşünülen orsinol, antranorin, orsellinik, slazinci, lekaronik ve fumarprotoeketrarik asitler de tanımlanmıştır (Greenwalt vd., 2000).

Kombucha'ya olan ilgi antimikrobiyal; antioksidan; antikarsinojenik; antidiyabetik; yüksek kolesterolü düzenleyici; karaciğer detoksifikasyonu sağlaması; yorgunluk; stres; yaşlanmayı geciktirici; mide ülseri, aterosikleroz, artrit ve metabolik bozukluklarda tedavi edici; hücre duvarı rejenerasyonu, hemoroid tedavisi ve romatizma, bağırsak hareketlerini normalleştirme; kan basıncını düzenleme, inflamatuar sorun giderme; damar sertliği, obezite ve iştah kaybı; kireçlenme, kansere karşı vücudun direncinde artış, mesane enfeksiyonu azaltma ve önleme, bakteri ve virüslere antibiyotik etkisi; bağışıklık sistemini geliştirici, bronşit ve astımı hafifletici, menopoz sırasında adet bozukluklarını ve sıcak basmaları azaltıcı; stresi, sinir bozukluklarını ve uykusuzluğu azaltıcı, baş ağrılarını hafifletici gibi terapötik etkileri nedeniyle her geçen gün artmaktadır (Jayabalan vd., 2008; Kovacevic vd., 2014; Lobo ve Shenoy, 2014; Watawana vd., 2015; Chakravorty vd. 2016; Ulusoy vd., 2019; Kim vd., 2020; Degirmencioglu vd., 2021; da Silva Júnior vd., 2022, Dufresne vd., 2000). Ancak bu içeceğin kompozisyonu ve sağlık üzerine etkilerine dair bilimsel araştırmaların sayısı maalesef çok sınırlıdır. Bu nedenle Kombucha'nın fonksiyonel bileşenleri ile bunların sağlığa yararları üzerine daha ileri düzeyde araştırmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ülkemizde ne yazık ki Kombucha çok fazla bilinmemektedir ve konu ile ilgili bilimsel çalışmaların literatürde yok denecek kadar az olduğu dikkat çekmektedir.

Geleneksel olarak kombucha yapımında kullanılan substratlar yeşil ve siyah çay olmakla birlikte, ikinci en büyük grup diğer çay türlerine, katkılı çaylara, şifalı bitkilere ve yapraklara karşılık gelir, örneğin: beyaz, kırmızı ve sarı çay (Jakubczyk vd., 2020); oolong (Kaewkod vd., 2019) ve rooibos çayı (Gaggìa vd., 2019); nane (Kayısoğlu ve Coşkun, 2020), tarçın (Shahbazi vd., 2018), Afrika hardal yaprağı (Rahmani vd., 2019), civanperçemi (Vitas vd., 2018) ve meşe yaprakları (Vázquez-Cabral vd., 2017). Üçüncü en büyük grup üzüm (Ayed vd., 2017), elma (Zubaidah, Dewantari vd., 2018), ananas (Wispen vd., 2020) ve guava (Khaleil vd., 2020) gibi meyvelerdir. Makalelerde süt, yağsız süt ve yoğurt gibi süt ürünlerinin yanı sıra, tahıl, tohumlar ve fasulye, açerola yan ürünü (Leonarski, Cesca, Zanella, vd., 2021), muz kabuğu (Pure & Pure, 2016) gibi

tarımsal-endüstriyel hammaddeler; şaraphane atık suyu (Vukmanović vd., 2020) ve soya peynir altı suyu (Tu vd., 2019), kırmızı deniz yosunu (Aung & Eun, 2021); soya sütü (Xia vd., 2019); hurma şurubu (Khosravi vd., 2019); kara havuç suyu, kiraz defnesi, karaçalı ve kırmızı ahududu (Ulusoy ve Tamer, 2019); mantar (Sknepnek vd., 2018) ve hindistancevizi suyunun (Watawana vd., 2016) da kullanıldığı görülmektedir. Biyoaktif bileşenlerce zengin gıda maddelerinin kombucha fermentasyonuna dahil edilmesinin antioksidan aktivite, antimikrobiyal özellik ve besleyici nitelikleri arttırdığı ifade edilmiştir.

Çay

Çay polifenollerinisonradan fermente edilmiş koyu çay, tamamen fermente edilmiş siyah çay, yarı fermente edilmiş oolong çayı, kısmen fermente edilmiş sarı çay, hafif fermente edilmiş beyaz çay ve fermente edilmemiş yeşil çay olmak üzere oksidasyon derecesine göre altı ana türe ayrılmaktadır (Bhattacharyya vd., 2007 ; Chen vd., 2009 ; Ning vd., 2017 ; Wang vd., 2008). Bunlar arasında, tamamen fermente edilmiş siyah çay ve yarı fermente edilmiş oolong çayı, farklı, çeşitli ve zengin aromalarıyla ünlüdür. Örneğin, siyah çay çoğunlukla tatlı bir aromaya sahipken (Shi vd., 2014), oolong çayı çiçeksi ve meyvemsi bir aromaya sahiptir (Ho vd., 2015 ;Wang vd., 2001 ; Zhu vd., 2015).

Çay, yaygın olarak bildirilen sağlık yararları ve ksantin alkaloidler, kateşinler ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşiklerin içeriğine atfedilen biyolojik aktiviteleri nedeniyle artık tıbbi bir içecek olarak kabul edilmektedir. Tüm çay çeşitleri *Camellia sinensis* bitkisinden iki ya da üç kez taze hasat ile elde edilmektedir. Hasat sırasında zengin aroma bileşenleri nedeniyle en üstteki genç yaprakları ve tomurcuklar tercih edilmektedir (Sánchez vd., 2020). Yeşil, siyah ve oolong çayları, yüksek kateşinler ve theaflavinler içerikleri nedeniyle zengin polifenol kaynaklarıdır.

Çay genellikle üretiminde kullanılan işleme göre kategorize edilmektedir: i) fermente edilmemiş (oksitlenmemiş) yeşil çay, ii) fermente (oksitlenmiş) siyah çay ve iii) yarı fermente (yarı oksitlenmiş) oolong çayı (Weerawatanakorn vd., 2015).

Siyah çay, ezilmiş ve yüksek neme maruz bırakılmış yapraklardan elde edilmektedir ve polifenollerin polifenol oksidaz enzimi tarafından oksidasyonuna neden olmaktadır

(Valenzuela, 2004). Gevşek kuru çay yapraklarının siyah çay olarak demlenmeye hazır duruma gelmesi i) soldurma, ii) yuvarlama, iii) oksidasyon ve iv) kurutma olmak üzere dört aşamada gerçekleşmektedir. Bu işlemler, çay yaprağında mevcut maddelerin, özellikle kateşinlerin, neredeyse tamamının oksidasyonuna neden olmaktadır. Soldurma, yaprak ağırlığının yaklaşık %75'ini teşkil eden suyun yapraklardan uzaklaştırılması işlemidir. Böylece özsu konsantre edilir. Bir sonraki adımı kolaylaştıran soldurma yaprakları güneş ışığına maruz bırakarak, yaprakların depolandığı odaları uygun şekilde ısıtarak ve yaprakları havalandıran makineler tarafından olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Yuvarlama adımı, yaprakların solmasını takip etmekte, yaprak dokularını kırarak lenfin boşalmasını kolaylaştırmakta ve polifenollerin daha sonraki oksidasyonunu teşvik etmektedir. Oksidasyon adımı fermantasyon olarak da adlandırılmaktadır. Bu adımda, yaprakları kırmızı renge dönüşmesini sağlayan diğer değişimlerle birlikte polifenollerin %90-95'inin atmosferik oksijen ve polifenol oksidaz enzimi yardımıyla oksidasyonu gerçekleşmektedir. Diğer çay çeşitlerinden farklı olan organoleptik özelliklerin ve polifenol içeriğin zenginleşmesi için uygulanan bu aşamada sıcaklık, pH, bağıl nem, havalandırma ve süre kalite üzerinde etkili olan faktörlerdir. Bu aşamada kafein içeriğinde değişiklik olmamaktadır. Kurutma ise siyah çay üretiminin son basamağıdır. Yaklaşık 20-25 dakika boyunca 80-90°C sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. Yüksek sıcaklık, polifenol oksidazı etkisiz hale getirmekte ve enzimatik oksidasyon işlemleri durmaktadır.

Yeşil çay üretimi için, kurutmadan önce, taze yapraklar buhara maruz bırakılır. Bu şekilde ısı, yaprakların oksidasyonunu önleyen enzimleri etkisiz hale getirir (González, 2003). Bunlara ek olarak, oolong çayı, *Camellia sinensis'*in taze yapraklarının kısmi oksidasyonundan (%10-70) üretilir (Chen vd., 2010). Oolong çayının işlenmesi genel olarak güneşlenme ve soldurma, fermente etme, tavada pişirme, yuvarlama, pişirme, son pişirme ve paketleme dahil olmak üzere yedi aşamada sınıflandırılabilir (Ng vd., 2018). İşleme sırasında oolong çayı %10, %70 oranında oksitlenir (Chen vd., 2019). Yarı oksitlenmiş oolong çayı, siyah çay ile yeşil çay arasında bir tat verir (Zeng vd., 2020).

Oolong çay yaprakları, fermantasyon işlemi sırasında kateşinlerin polifenol oksidaz tarafından kısmen oksitlenmesinden dolayı, yeşil çaydan daha düşük kateşin içeriğine sahiptir. Ayrıca, polimerize polifenollerde bir artış da meydana gelir (Chen vd., 2019).

Siyah çayın sağlık üzerine olumlu etkileri büyük ölçüde karmaşık polifenol, thearubigin ve theaflavin içeriği, özellikle de yaprak işleme sırasında oksitlenen kateşinlerden, kaynaklanmaktadır. Theaflavinler, kateşinlere benzer şekilde, Coronaviridae ailesine ait virüsler olan SARS-CoV-1 ve SARS-CoV-2'yi de kapsayan pozitif tek sarmallı RNA virüslere karşı antiviral aktiviteye sahip bileşenler olarak vurgulanmaktadır. Kateşinler gibi, galloil grupları, theaflavinlerin antiviral aktivitesinde etkilidir. Yeşil çayda olduğu gibi siyah çayda bulunan fitokimyasalların da nişastalı gıdaların glisemik indeksini azaltabildiği bildirilmiştir. Bu etkinin pankreatik alfa-amilaz ve diğer sindirim enzimlerinin aktivitesinin inhibisyonundan ve enzim aktivitesine uygun yüzeyi azaltacak olan nişasta ile doğrudan etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir. İnhibisyon gluten içermeyen gıdalarda daha yüksek olarak belirlenmiş, bu durum glutenin polisakkarit ile etkileşime giremeyecek olan karmaşık polifenoller üzerindeki etkisi ile ilişkilendirilmiştir. Thearubiginler ve theaflavinler, tükürük ve bakteriyel amilaz üzerindeki inhibitör etkilerinden dolayı antikaryojenik etkilere sahip bileşiklerdir. Ayrıca siyah çay ağız boşluğunda asit üretimini de engellemektedir.

Birkaç çalışma, oolong çayının kalp ve damar hastalıklarını iyileştirebileceğini, dişleri ve kemikleri koruyabileceğini ve anti-oksidatif, antikanser, hipoglisemik, anti-inflamatuar, antialerjik ve antimikrobiyal ajan olarak hizmet edebileceğini göstermektedir (Ng vd., 2018).

Kombucha için kültür ortamında çayın bulunması, bu çaylarda kafeinin ve teofilinin varlığı önemli bir azot kaynağını temsil eder ve kombucha üretiminde yer alan mikroorganizmaların büyümesi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahiptir. Yeşil çayın bileşiminde daha yüksek kafein olması yeşil çayın siyah çaya kıyasla daha fazla fermantasyona izin veren substrat olduğunu belirtmektedir.

Bazı çalışmalar, kombuchanın simbiyotik kültürünün, bileşiminde kafein içermeyen substratlar üzerinde de düzgün bir şekilde büyüdüğünü göstermekte olup, bu da

kombuchanın mikroorganizmalarının farklı nitrojen kaynakları kullanabileceğini düşündürmektedir. Örneğin Leal vd. (2018), nane, melisa ve yasemin infüzyonlarından kombucha elde etmişlerdir.

Trabzon hurması

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.), Asya'da, özellikle Çin'de uzun süredir yaygın olarak yetiştirilmektedir. Shaanxi Eyaleti, Çin'de bir ana hurma ekim bölgesidir ve Fuping Jian Hurması ile ünlüdür. Trabzon hurması, anti-hipertansiyon ve insan sağlığı üzerindeki diğer olumlu etkileri nedeniyle Çin'de uzun bir tıbbi geçmişe sahiptir (Giordani vd., 2011; Lee vd., 2008). Trabzon hurması bitkisinin Türkiye'ye girişi, kesin kayıtlar olmamakla birlikte ipek yolu kervanları ile olduğu düşünülmektedir. Uzmanlara göre ipek yolunun sonlandığı limanlardan biri Trabzon Limanı'dır. Buraya gelen deve kervanları Trabzon hurmasının ilk fidanlarını Trabzon'da yetiştirip çoğaltmış ve tüm Anadolu'ya yayılması buradan sağlanmıştır. Bu yüzden de "Trabzon Hurması" adını almıştır (Sağır, 2013).

Diospyros cinsi yaklaşık 400 tür içermektedir. Ancak sadece *Diospyros kaki, Diospyros lotus, Diospyros virginiana* ve *Diospyros oleifera* Cheng türleri ticari olarak meyve üretimi amacıyla değerlendirilmektedir. Diospyros cinsinin tropik ve subtropik iklim kuşaklarına adapte olmuş *Diospyros rhombifolia, Diospyros discolor, Diospyros digyna* gibi türleri de hem meyve hem de süs bitkisi özellikleri nedeniyle bazı ülkelerde yetiştirilmektedir.

Trabzon hurması meyveleri, meyve etinin burukluğuna ve meyve eti renklerine göre de gruplandırılmaktadır: i) meyve eti buruk olanlar (buruk tatlarının giderilmesi için olgunlaştırılmalıdır), ii) meyve eti buruk olmayanlar (olgunlaşmaya başlayan bu meyveler burukluğunu kaybeder), iii) meyve eti rengi kararlı olanlar (tozlanmadan sonra tohumun oluşup oluşmaması meyve et rengini değiştirmez) ve iv) meyve et rengi kararsız olanlar (tozlanmadan sonra tohumun oluşması meyve et rengini değiştirir) (Sato ve Yamada, 2016). Trabzon hurması çeşitlerinin çoğu buruk tattadır (i ve ii grubunda) ve Japonya, Kore ile Çin kökenli olsalar da Avrupa çeşitleriyle genetik benzerlik gösterirler (Yonemori vd., 2000; Ekambaram vd., 2016).

Trabzon hurması genellikle taze olarak tüketilmektedir. Meyvenin mevsim dışı kullanımını arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için meyve kurutularak ya da dondurularak da değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar, meyvenin işleme sırasında kendine has tat ve kokusunu kaybettiğini, bu nedenle kuru maddesi yüksek olan ve taze tüketim için uygun olmayan çok buruk çeşitlerin tercih edilmesi önerilmektedir (Kaya vd., 2015; Khaled vd., 2020). Cazip turuncu rengi, kendine özgü tadı ve yapısı, antioksidan ve fenolik bileşikler bakımından zengin olması nedeniyle Trabzon hurması meyvesi jöle, marmelat, kek, sakız, püre, sos, dondurma, krema, muhallebi ve pekmez üretiminde kullanılabildiği gibi (Kaya vd., 2017), tanence zengin çeşitlerden elde edilen öz, boya, tıbbi ve kimya endüstrilerinde de geniş kullanım alanı bulmaktadır (Luo ve Wang 2008, Giordani vd. 2011, Woolf ve Ben-Arie 2011). Bu nedenlerle, son zamanlarda, dünyada Trabzon hurması üretimi ve ekim alanı hızla artmıştır (Yadav vd., 2021).

Trabzon hurması özellikle karbonhidratlar, tanen, diyet lifleri, vitaminler (özellikle A ve E), mineraller (demir, kalsiyum, fosfor, sodyum ve potasyum gibi), askorbik asit, karotenoidler ve fenolik bileşikler bakımından iyi bir besin kaynağıdır. En yaygın bulunan fenolik bileşikler ferulik asit, p-kumarik asit, gallik asit, kateşin, epikateşin, kateşin epigallo ve proantosiyanidinlerdir (Ercisli vd., 2008; Sun vd., 2011; Matheus vd., 2020). Trabzon hurmasının hipertansiyon, damar sertliği (aterosikleroz) ve kolesterol gibi kardiyovasküler hastalıklar ile oksidadif stresi azaltarak bağışıklık sistemininin güçlendirilmesinde, kanserin önlenmesinde, katarakt, diyabet ve sindirim sisteminin düzenli çalışmasında etkili olduğu bildirilmektedir. Trabzon hurması iyi bir antioksidan kaynağı olmakla birlikte anti-bakteriyel, anti-mutajenik ve anti-alerjik etkilere de sahiptir (Butt vd., 2015; Khaled vd., 2020). Hemostaz, kabızlık, hipertansiyon, apopleksi ve ateroskleroz gibi hastalıklara iyi geldiğine inanılan hurma yaprakları içecek üretiminde, özellikle Asya ülkelerinde çay üretiminde ve tıbbi alanda kullanılmaktadır (Sun vd., 2011). Trabzon hurmasının yapısında bulunan biyoaktif bileşenlerinin şeker hastalığı (diabetes mellitus) üzerine olumlu etkisi bildirilmiştir (Butt vd., 2015).

Trabzon hurması, yüksek besin içeriğiyle birlikte değerli bir meyve olmasına karşın, ülkemizde ve dünyada istenilen talep düzeyine ulaşılamamaktadır. Talebin düşük

olmasında meyvenin yeterince tanınmaması, tüketiciye yüksek kalitede sunulamaması ve üretimin düşük olmasının etkileri bulunmaktadır. Son yıllarda Trabzon hurması tüketiminde artış olsa da, taze meyve olarak tüketimi halen çok fazla tercih edilen bir meyve türü değildir. Buruk tada sahip oluşu, olgunlaşmış meyvenin ezik ve aşırı yumuşaması, meyve dokusunun parçalanması ve renk farklılıkları gibi faktörler tüketiciyi olumsuz etkilemektedir (Ekambaram vd., 2016; Erbay, 2020).

Trabzon hurmasında en çok bulunan fenolik bileşiklerin ferulik asit, *p*-kumarik asit, gallik asit (Yaqub vd., 2016), kateşin, epikateşin, kateşin epigallo ve yoğunlaştırılmış proantosiyanidinler (Giordani vd., 2011) olduğu belirtilmiştir. Veberic vd. (2010) 11 çeşit Trabzon hurmasının fenolik bileşen profilini inceledikleri çalışmalarında, majör fenolikler olarak kateşin ve gallik asidi tanımlamışlardır. Tardugno vd. (2021) Trabzon hurmasının toplam fenolik madde ve gallik asit içeriğinin türlere göre değiştiğini, en düşük ve en yüksek fenolik madde miktarının Sardinia (45 mg/kg) ile Sicily çeşidinde (186 mg/kg) olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte, en düşük gallik asit değeri Campania (8 mg/kg) çeşidinde tespit edilirken, en yüksek ise yine Sicily çeşidinde (56 mg/kg) gözlenmiştir.

Fenolik asitler arasında gallik, klorojenik, vallinik ve protokatekuik asitler (benzoik asit türevleri), kafeik, ferulik ve p-kumarik asitler (sinnamik asit türevleri)'in öne çıktığı çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Gorinstein vd., 1994, 1999; Jung vd., 2005; Suzuki vd., 2005; Chen vd., 2008).

Flavonoidler ve flavonoid olmayanlar bileşenler arasında klasik olarak ayırt edilen birçok polifenol sınıfı olduğu bilinmektedir. Flavonoidler arasında, monomerik ve polimerize flavan-3-ol'ler (yani proantosiyanidinler ya da yoğunlaştırılmış tanenler), çeşitli yapısal varyasyonlara rağmen büyük ölçüde Trabzon hurmasında mevcuttur (Taira, 1996; Suzuki vd., 2005). Trabzon hurmasında benzoik ve sinamik asit türevleri gibi flavonoid olmayan polifenoller de bulunmuştur (Gorinstein vd., 1994; Jung vd., 2005).

2.3. Antioksidan Özellik

Denham Harman, biyolojik oksidasyonlar sonucu oluşan serbest radikallerin tesadüfi ya da birikimsel olarak hücre hasarına ve bunun sonucunda da doku ile organlarda yaşlanmaya neden olduklarını bildiren ilk bilim adamıdır. Teorisinde radikallerin büyük çaplı hücresel hasar, mutagenez, kanser ve yaşlanmanın dejeneratif sürecinden sorumlu olabileceği yer almaktadır. Hücrelerin stres oluşturan koşullara adaptasyonlarının ortadan kalkması ve genomik stabilitenin bozulması yaşlanmanın önemli karakteristikleridir. Makromoleküllerde ortaya çıkan hasarlar hücrede geri dönüşümsüz bir şekilde yığıldıklarında, mitotik hücreler replikasyondan kaçınırlar ve kalıcı bir şekilde hücre siklusunu durdururlar (hücresel senesens) ya da hücrede ölüm programları (apoptoz) tetiklenir. Hücresel yaşlanma (cellular senesence; replicative senescence; Hayflick phenomenon), çevresel faktörlerin etkisiyle somatik DNA'da meydana gelen mutasyonlar sonucu oluşan hasarların hücrelerde birikmesi, hücre metabolizmasının bozulması ve hücrelerin apoptoz (programlanmış hücre ölümü) ile canlılıklarını yitirmeleri olarak tanımlanabilir (Pawlikowski vd., 2013; Sosińska vd., 2016.—). ALINTILANDIĞI REFERANS

Serbest radikaller

Dış atomik orbitallerinde bir ya da daha fazla paylaşılmamış elektron içeren yüksek enerjili (reaktif), stabil olmayan bileşikler "serbest radikal" olarak tanımlanmaktadır. Yapılarında eşleşmemiş elektron içeren atom ya da bileşikler olarak da tanımlanmaktadırlar. Radikal ve serbest radikal terimleri sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmasına rağmen, radikal terimi genellikle, serbest radikalin su molekülleri tarafından tutulmuş bağlı formunu ifade etmektedir.
ALINTILANDIĞI REFERANS

Serbest radikaller çekirdeğindeki negatif yüklü elektron sayısı pozitif yüklü proton sayısına eşit olmadığı için elektron konfigurasyonlarını pozitif yükle dengeleyebilmek için bağlanabilecekleri bir molekül ararlar. Serbest radikaller protein, lipid, DNA ve

nükleotid koenzimler gibi vücutta önemli moleküllere bağlandıkları zaman canlı hücrede hasar oluşturabilecek özelliğe sahiptirler. Bu hasarın, yaşlanmayı teşvik ettiği ve kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları gibi birçok hastalığa neden olduğu bildirilmektedir. Başka bir moleküle bağlanarak eIektron aldıklarında diğer molekülün stabilitesi bozmaktadır. ~~ALINTILANDIĞI REFERANS~~

Serbest radikal ve oksidatif stres teorisinin kökeni, 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. H.J.H. Fenton'un 1876 yılında, hidrojen peroksit ile Fe^{+2} iyonlarının varlığında tartarik asitin oksidasyonunu keşfi bu yolda atılan ilk adımdır. 1931'de Haber ve Willstätter ile 1932'de "Haber ve Weiss hidroksil radikali"nin, hidrojen peroksit ve süperoksit anyonu ile birlikte bir zincir reaksiyonu sonucunda, hidrojen peroksiti suya dönüştürdüğünü öne sürmüşlerdir. Günümüzde de hidroksil radikalinin ürün olarak açığa çıktığı bilinen Haber-Weiss reaksiyonunun hücrede meydana gelen reaktif oksijen türevlerinin (ROS) oluşumundan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Serbest radikallerin toksik ajanlar olduğu düşüncesi ise ilk kez Rebecca Gerschman vd. tarafından 1954 yılında ortaya atılmıştır. Yaşlanmanın serbest radikal teorisi ise Denham Harman tarafından 1956 yılında öne sürülmüştür. 1970'lerin başlarına kadar serbest radikallerin biyolojik sistemlerdeki önemi, radikallerin çok dayanıksız yapıda olmaları ve buna bağlı olarak belirlenmeleri için ileri tekniklerin gerekli olması nedeniyle bilim çevrelerinde kabul görmemiş, ancak 1972 yılında Harman'ın serbest radikal teorisinin özgün bir devamı olarak yaşlanmanın mitokondrial teorisini açıklamasıyla bilim dünyasının da dikkatini çekmiştir. ~~ALINTILANDIĞI REFERANS~~

Nitrik oksitin (NO) 1987 yılında keşfi ve aynı yıl içinde "endothelium-derived relaxing factor"ün gerçekte NO olduğunun saptanmasıyla, serbest radikallerin toksik etkilerinden başka hücredeki sinyal transdüksiyon olayında ikinci haberci olarak rol oynadığı görüşü araştırmacılar arasında kesinlik kazanmıştır. 21. yüzyıla girerken reaktif oksijen biyokimyası bir disiplin olarak olgunlaşmış ve biyomedikal bilimler arasında yerini almıştır. Günümüzde hemen hemen her hastalığın bir mekanizma ile oksidatif strese ve serbest radikal oluşumuna bağlı olduğu kabul edilmektedir. Nörodejeneratif hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, karaciğer hastalıkları, cilt yaşlanması, diyabet ve

katarakt gibi akut ve kronik hastalıkların, reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) tarafından indüklenen oksidatif stresle bağlantılı olduğu bilinmektedir. Çeşitli fiziksel etkenler ve kimyasal olaylar nedeniyle sürekli olarak meydana gelen radikallerin başlıca 3 temel reaksiyon ile oluştuğu düşünülmektedir:

1- Kovalent Bağların Homolitik Kırılması: Kimyasal bağların kırılmasına, yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar ve yüksek sıcaklık neden olduğunda, kırılma sırasında bağ yapısındaki iki elektronun her biri ayrı ayrı atomlar üzerinde kalıyorsa, bu tür kırılmaya homolitik kırılma denmektedir.

$$X : Y \longrightarrow X^{*} + Y^{*}$$

2- Normal Bir Molekülün Elektron Kaybetmesi: Radikal özellik göstermeyen bir molekülün elektron kaybı sonucu dış orbitalinde paylaşılmamış elektron kalırsa, radikal formu oluşmaktadır.

$$X : Y \longrightarrow X^{+} + Y^{-}$$

3- Normal Bir Moleküle Elektron Transferi: Radikal özelliği taşımayan bir moleküle tek elektron transferi ile dış orbitalinde paylaşılmamış elektron oluşturuluyorsa, bu tür indirgenmeler radikal oluşumuna neden olmaktadır.

$$X + e^{-} \longrightarrow X^{-}$$

Hücresel sistemlerde oluşan en önemli serbest radikaller oksijen ve azot radikalleridir (Çizelge 1). Otooksidasyon, geçiş metal iyonlarının etkisi, fotooksidasyon, enzimatik oksidasyonlar ya da halojenlenmiş hidrokarbonlara bağlı olarak oluşan serbest radikaller metabolizmada i) membran lipit ve proteinini yok ederek hücre membranını sertleştirerek hücre fonksiyonlarının engellenmesi, ii) hücre membran proteininin yıkılarak hücrenin öldürülmesi, iii) çekirdekteki genetik materyale etki ederek DNA'nın kırılması ve mutasyona açık hale gelmesi, iv) bağışıklık sistemindeki hücrelerin yok edilmesiyle bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi çeşitli hasarlara sebep olmaktadırlar.

Gıdaların oksidasyonu sonucu, istenmeyen kahverengi renk, kötü koku, kötü tat (acılık), duyusal kalitede ve vitamin miktarında azalmalar gibi sorunlar oluşmaktadır. Antioksidanlar ya da antioksidan maddeler; oksidasyon tepkimelerini geciktiren ve yavaşlatan moleküllerdir. Antioksidanlar gıdalarda; onları dengelemek, oksitlenmeyi kontrol ederek ürün kalitesini artırmak, tatsızlık gelişimini engellemek ve önemli ölçüde terapötik ajan olarak potansiyellerini ortaya çıkarmak için kullanılmaktadırlar. Metabolizmada antioksidanların serbest radikallerin oluşumunun sınırlandırılması, serbest radikal reaksiyonlarının engellenmesi ile detoksifikasyonu gibi görevleri bulunmaktadır (Miguel-Chávez, 2016). ~~ALINTILANDIĞI REFERANS~~

Çizelge 1. —Hücresel sistemlerde oluşan serbest radikaller

Radikaller	**Nonradikaller**
Süperoksit, $O_2^{\bullet-}$	Hidrojen peroksit, H_2O_2
Hidroksil, $OH^{\bullet}$	Hipokloröz Asit, HOCl
Peroksil, RO_2	Hipobromöz Asit, HOBr
Alkoksil, $RO^{\bullet}$	Ozon, O_3
Hidroperoksil, $HO_2^{\bullet}$	Singlet Oksijen, $\Delta g\ O_2$
Nitrik oksit, $NO^{\bullet}$	Nitröz asit, HNO_2
Azot dioksit, $NO^{2\bullet}$	Nitrozil katyonu, NO^+
	Nitroksil anyonu, NO^-
	Diazot tetroksit, N_2O_4
	Diazot trioksit, N_2O_3
	Peroksi nitrit, $ONOO^-$
	Peroksi nitröz asit, ONOOH
	Nitronyum katyonu, NO2

Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre, birincil ve ikincil antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlar, oksidasyon zincirini kırarak oksidasyonu geciktiren “primer antioksidanlar” ve oksidasyonun başlamasını engelleyen “sekonder antioksidanlar”dır. Birincil antioksidanlar; mevcut radikallerle reaksiyona girerek bunların daha zararlı

formlara dönüşmelerini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen süperoksit dismutaz (SOD), katalaz, glutatyon peroksidaz (GSHPx) bileşiklerdir. Sekonder antioksidanlar, diğer adı ile antioksidan sinerjistleri, ortamda primer antioksidanlar bulunmadığı durumda aktivite gösteremezken tersi durumda lipidlerin otooksidasyon reaksiyonunu geciktiren, otooksidasyon zincirinin serbest radikallerden kararlı türlere dönüşümünü sağlayan C vitamini, E vitamini, ürik asit, billurubin gibi bileşikler olarak etki göstermektedirler. Metal iyonları ile reaksiyon sonucunda etkinlik kazanırlar. Örneğin; indirgen ajanlardan askorbik asit, ortamda tokoferollerin ya da diğer fenolik maddelerin bulunması ile sinerjist etki gösterebilmektedir. ~~ALINTILANDIĞI REFERANS~~

Bununla birlikte, doğal antioksidan bileşikler "enzim olan ve olmayan" şeklinde de gruplandırılmaktadır. Enzim olmayan doğal antioksidanlar arasında fenolik bileşikler önemli yer tutmaktadır. Fenolik bileşiklerin, bitkiler aleminde bulunan ve aromatik aminoasit metabolizması sırasında sentezlenen yan bileşiklerden oluşan sekonder metabolitler oldukları varsayılmaktadır. Fenolik bileşikler özellikle de flavonoidler bitkilerde yaygın olarak bulunur ve 2 000'in üzerinde farklı flavonoid içeren 5 000 fenolik madde tanımlanmıştır. Meyve ve sebzeler özellikle de meyveler çok sayıda fenolik madde içermektedir. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyel ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda "saflık kontrol kriteri" olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar. Antioksidan etki, fenol halkasında -OH grubu sayısı arttıkça artmakta ve aynı bileşikte ise bu etki, meta-, orto-, ve para- sırası ile yükselmektedir. Fenolik bileşikler içinde en fazla antioksidan etkiyi gallik asit, floroglusinik asit, kafeik asit ve gentisik asit göstermektedir (Velioglu vd., 1998; Kumar vd., 2014). ~~ALINTILANDIĞI REFERANS~~

Flavonoidler ise, flavan türevleri adı ile anılan bitkisel fenoliklerin en büyük ve en önemli grubudur. Turunçgillerde yaygın olarak bulunan flavonoidler; flavanonlar ve flavonlardır. Naringin, narirutin ve naringin glikozitleri en fazla altıntopta bulunmasına rağmen, hesperidin ve hesperidin gikozitleri portakal ve mandalinada yaygındır. Limonda ise eriositrin ve hesperidin yaygındır. Bazı flavonoidler iltihaplanmayı önleyici, antialerjik, antikanserojenik, antiviral, antioksidan, gelişmeyi durdurucu ve hücre farklılaşmasını

etkileyici fonksiyonlara sahiptirler. Bazı flavonoidler ise kimyasal yapılarına bağlı olarak serbest radikal bağlayıcı ve C vitaminini koruyucudurlar. Flavonoidlere kılcal dolaşım sisteminde geçirgenliği düzenleyici ve kan basıncı düşürücü etkisi gözönüne alınarak P faktörü (Permeabilite Faktörü) ~~veya~~ ya da "P Vitamini" adı verilmişse de, bu tanım daha sonra kullanılmamıştır. Flavonoidlerin immun ve iltihaplanmalarla ilgili hücreler üzerine etkili olduğu, lenfositlerde fitohemaglutin ve konkanavalin-A gibi fitomutajenik ajanlar tarafından stimüle edilen mitozun kuersetin, tangeretin, fisetin ve diğer bazı flavonoidler tarafından inhibe edildiği, sitotoksik T-lenfositlerinin aktivitesini ve kan B-lenfositlerinin immunoglobulin salgılamasının flavonoid içeriğe bağlı olarak engellendiği, quercetin ve hesperidin flavonoidlerinin makrofajların antijen oluşturma fonksiyonu üzerinde inhibitör etki gösterdiği, kalsiyumun mobilizasyonu ve plazma hücrelerinin kollajene yapışmasının kuersetin tarafından önlendiği bildirilmiştir. Ayrıca, flavonoidlerin vasküler endotelium üzerindeki yapışma reseptörlerini ve tümör hücreleri üzerindeki kendi yapışma reseptörlerini bağlayabildiği ve bu etkinin, özellikle kanserin dolaşım sistemiyle diğer dokulara yayılmasının önlenmesini desteklediği belirtilmiştir.

Çaydan elde edilen geleneksel kombuchalarda bulunan başlıca fenolik bileşikler flavonoidler, özellikle kateşinlerdir: (-)-epikateşin (EC), (-)-epikateşin-3-gallat (EKG), (--)-epigallocatechin (EGC) ve (-)- epigallocatechin-3-gallate (EGCG) (Kodagoda & Wickramasinghe, 2017).

2.4. Biyoerişilebilirlik

Biyoyararlanım, ~~flavonoidlerin~~biyoaktif bileşenlerin insan sağlığındaki işlevini araştırırken önemli bir özelliktir. "Biyoyararlanım" terimi, sindirilmiş biyoaktif bileşenlerin ~~flavonoidlerin~~ düzenli yollardan alınan ve metabolize edilen kısmı olarak tanımlanırken "biyoerişilebilirlik", gıda matrisinden serbest bırakılan ve ince bağırsakta alım için serbest olan biyoaktif bileşenlerin ~~flavonoidlerin~~ oranı anlamına gel~~i~~rmektedir (Barba vd., 2017; Grundy vd., 2016).

Çoğunlukla monomerik ve dimerik yapıya sahip olanlar olmak üzere ~~toplam flavonoid~~fenolik bileşenlerin alı~~mının~~nımı %5-10'unun, genellikle deglikosilasyon gibi dekonjugasyon reaksiyonlarından sonra ince bağırsakta ~~emilebildiği bildirilmektedir~~olmaktadır. ~~–~~Geri kalan~~lar~~ bileşikler ise, bağırsak mikrobiyotasının enzimatik etkisi ile farklı fizyolojik öneme sahip bileşiklere metabolize edildikleri kolona ulaş~~ırla~~maktadırlar~~–~~. İnsan vücudunda sindirilen ~~flavonoidler~~fenolikler, faz I ve faz II dönüşümlerine tabi tutul~~ur~~maktadırlar. Faz I dönüşümleri, daha az sıklıkla meydana gelen oksidasyon, indirgeme ve hidrolizden oluş~~ur~~maktadır. Karaciğer ve bağırsakta gerçekleşen Faz II biyotransformasyonları daha yoğun bir şekilde ~~oluşur~~olmaktadır. Bu faz II dönüşümleri, metil, glukuronik ve sülfat türevleri gibi farklı metabolitlerin oluştuğu konjugasyon reaksiyonlarından ~~oluşur~~meydana gelmektedir (~~–~~Grootaert vd., 2015). Sadece faz I ve II metabolitleri değil, aynı zamanda mikrobiyal türevli ürünler de plazmada baskınken, ana moleküller ~~genellikle~~ya yoktur ~~veya~~ya da etkili hücresel konsantrasyonların sağla~~yamayan~~namadığı çok düşük seviyelere ulaş~~ır~~maktadır (~~–~~Luca vd., 2020).

Hem makrobesinler, yani karbonhidratlar, lipitler, proteinler, ~~ve~~hem de mikro besinler~~-~~, yani vitaminler, mineraller, ~~genellikle –~~bir gıda matrisinde ~~gıda maddelerinde bulunur~~bulunmaktadırlar. Bu bileşenler ~~ve genellikle diğer gıdalarla birlikte~~ yemekle birlikte alın~~ır~~maktadır (~~-~~Singh vd., 2014~~-~~). Gastrointestinal sistemde ~~flavonoidleri~~ fenolik bileşenleri çevreleyen makro ve mikro bileşenlerin, biyoerişilebilirlik ve biyoyararlanım üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ~~nu vurgulamakta fayda vardır~~bilinmektedir (Singh vd., 2014; ~~-~~Jakobek, 2015~~-; Singh vd., 2014 -~~).

Polifenollerin biyoerişilebilirliğine dahil olan diğer faktörler, polifenollerin mide-bağırsak koşulları altında maruz kaldığı dönüşümler (bozunma, epimerizasyon, hidroliz ve oksidasyon) ve bu bileşikler ile gıda bileşenleri arasındaki, fenolik bileşiklerin biyolojik aktivitesini de değiştirebilen etkileşimdir. Fenolik bileşikler ile bazı diyet faktörleri, örneğin proteinler ve demir arasındaki etkileşimler, polifenollerin biyolojik özelliklerini ve biyoerişilebilirliğini değiştirebil~~mekte~~dir (~~-~~Argyri vd., 2005). Proteinler, polifenollere bağlanabil~~ir -~~mekte ve çoklu zayıf etkileşimler (esas olarak hidrofobik)

~~veya~~ya da güçlü etkileşimler (kovalent bağlar) ile protein-polifenol kompleksleri oluşabilmektedir ~~turabilir~~ (-Ishii vd., 2008; ~~,~~-von Staszewski vd., 2011).

İnsanlarda kateşinlerin sindirim kaderini belirleyen başlıca faktörler (i) gastrointestinal (GI) koşullarda stabilite, (ii) molekül ağırlığı ve bireysel kateşinlerin polaritesidir ~~(Shibusawa vd., 2005)~~ ve (iii) metabolizma ve atılım oranı'dır (Shibusawa vd., 2005). GI stabilitesi, pH, ~~artık~~kullanılmayan çözünmüş oksijen~~in~~ varlığı ve sindirim sırasında oluşan reaktif oksijen türlerine bağlıdır. ~~gibi yönlerle yönetilir.~~ Ayrıca, çok sayıda hidroksil sübstitüentine sahip yüksek molekül ağırlıklı bileşikler olan kateşinler, hücre içi yolla bağırsak epitel hücreleri boyunca zayıf bir şekilde taşınmaktadır. Son olarak, geniş metabolizma ve kateşinlerin hızlı atılımı birlikte insanlarda biyoyararlanımlarını da azaltmaktadır ~~düşürür~~ (da Silva Pinto, 2013).

Kateşinlerde olduğu gibi, flavonoller in vitro gastrik sindirimde oldukça stabil iken, nötr veya hafif alkali koşullar nedeniyle bağırsak koşulları altında kısmi bozunma ~~rapor edilmiştir~~ olduğu bildirilmiştir (-Bermúdez-Soto ~~ve diğerleri~~vd., 2007-).

2.4~~5~~. Kombucha ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Lončar vd. (2006) kombucha içeceğinin pH değerinin pH'sı 2 olan gastrointestinal sistemin altında olmaması gerektiğini, daha düşük bir pH değerinin içeceğin duyusal özelliklerini bozduğunu bildirmişlerdir. Fermantasyon sırasında bakteri ve maya kombinasyonundan oluşan SCOBY kültürü ortamdaki şekeri asetik asit ve glukuronik asit gibi çeşitli organik asitlere metabolize ederek ortam pH ve asitliğini değiştirmektedir. Bu organik asitlerin konsantrasyonu fermantasyon sırasında artmakta ve bu nedenle pH'da hızlı bir düşme meydana gelmektedir.

Jayabalan vd. (2007) yeşil çay kombucha (sırasıyla 3 g/L, 1.39 g/L ve 0.13 g/L) ve siyah çay kombucha (sırasıyla 2.44 g/L, 1.69 g/L ve 0.25 g/L) arasında farklı konsantrasyonlarda asetik asit, glukuronik asit ve laktik asit (9 gün boyunca 24 °C'de fermantasyondan sonra) tespit etmişlerdir.

Ju vd. (2007), fermantasyon işlemi sırasında çoğunluğu theaflavinler ve thearubiginler gibi büyük polimerik oligomerler bileşiklerden oluşan çay kateşinlerinin enzim yardımıyla oksidasyon ve polimerizasyona uğradığını bildirmişlerdir. Thearubiginler, siyah çaydaki toplam çay flavonoidlerinin %50-60'ını oluşturmakta ve theaflavinler ise ancak %10'unu teşkil etmektedir (Stangl vd., 2006).

Sajilata, Bajaj ve Singhal (2008), oolong çayının yaklaşık %8,1±0,2 (w/w) toplam ve %5,1±0,1 (w/w) polimerize polifenol içerdiğini, bu nedenle yeşil çay ve siyah çay arasında bir ara ürünü temsil ettiğini, yani siyah çaydan daha yüksek kateşin seviyeleri ve daha düşük polimerik polifenol seviyeleri arasında bir ara maddeyi temsil ettiğini bildirmişlerdir.

Malbaša vd. (2011) geleneksel kombucha ürünlerinin pH değerinin 7 günlük fermantasyon süresinden sonra siyah çay kombucha içeceği için 2,95 ve yeşil çay kombucha içeceği için ise 3,21 olduğunu bildirmişlerdir.

~~Malbaša vd. (2011), geleneksel kombucha içeceklerinin 7 günlük fermantasyondan sonra~~Aynı çalışmada, DPPH radikallerini %37 (siyah çay ile kombucha) ve %63 (yeşil çay ile kombucha) oranında inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Jayabalan vd. (2008) ayrıca geleneksel kombucha içeceklerinin antioksidan özelliğini incelemişler ve 6 günlük fermentasyondan sonra siyah çay kombucha içeceğinde DPPH radikallerinin yaklaşık %70'inin ve yeşil çay kombucha içeceğinde ise yaklaşık %80'inin engellendiğini belirlemişlerdir.

Kallel vd. (2012) ayrıca, 24°C'de 9 gün fermantasyon sırasında yeşile kıyasla siyah çay kombucha içeceğinin toplam fenolik madde miktarının daha yüksek bir değer olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüksek polimerik polifenol içeriği kombucha üretiminde daha yüksek polimerik polifenol içeriğine sahip siyah çayın kullanılması ile ilişkilendirilmiştir. Sıfırıncı günde, g gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilen toplam fenolik konsantrasyonunu, yeşil çay kombuchada 0.78 g/L ve siyah çay kombuchada 1.01 g/L olarak belirlemişlerdir. Daha sonra, iki haftalık fermantasyon sırasında fenoliklerin orta

derecede arttığını (yeşil çay kombucha için + %39 ve siyah çay kombucha için + %12). 15. günde, yeşil çay kombuchanın toplam fenoliklerini 1.08 g/L ve siyah çay kombuchanınkini 1.12 g/L olarak belirlemişledir. Benzer şekilde yeşil veya siyah çay kullanan Jayabalan, Subathradevi, Marimuthu, Sathiskumar ve Swaminathan (2008) , Kombuchanın fenolik bileşen miktarında orta düzeyde artışlar bildirmişlerdir; toplam fenoliklerin yeşil çay kombuchada + %19'u (0.85-1.25 g/L) ve siyah çay kombuchada 18. Fermantasyon gününde (0.60-0.72 g/L) + %17 olduğunu bildirmişlerdir.

Jayabalan vd. (2014) kombucha'nın antioksidan özelliklerinin, kullanılan çay ve infüzyon tipine ve mevcut mikroorganizmalara bağlı olduğunu öne sürmüştür. Yeşil çayın antioksidan aktivitesinden sorumlu olan ana bileşikler, literatüre göre asidik pH'ta stabil olan kateşinlerdir. Yanagimoto vd. (2003); Zhu vd. (1997) yeşil çayın (%86.9) ve yeşil çaylı kombuchanın (%92.5) yüksek antioksidan aktivitesini buna bağlamışlardır.

Ivanišová vd. (2019), 22°C'de 7 gün boyunca fermantasyondan sonra siyah çay ve kombuchadaki fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu karşılaştırmıştır. Siyah çay kombucha içeceğinde gallik asit, klorojenik asit, protokateşik asit, p-kumarik asit, ellagik asit, rutin, vitexin ve resveratrol gibi çoğu fenolik bileşiğin yüksek konsantrasyonlarda olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu bileşenler ile bağlantılı olarak toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasite değerlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Kaewkod vd. (2019) yeşil çay, siyah çay ve oolong çayı ile yapılan kombuchada glukuronik, glukonik, d-sakkarik asit 1,4-lakton, askorbik ve asetik asitler tespit edilmiş, içeriğinde en fazla glukonik asidin bulunduğunu belirtmişlerdir. Sadece siyah çay örneklerinde süksinik asit tespit edilmiştir.

~~Jayabalan vd. (2007) yeşil çay kombucha (sırasıyla 3 g/L, 1.39 g/L ve 0.13 g/L) ve siyah çay kombucha (sırasıyla 2.44 g/L, 1.69 g/L ve 0.25 g/L) arasında farklı konsantrasyonlarda asetik asit, glukuronik asit ve laktik asit (9 gün boyunca 24 °C'de fermantasyondan sonra) tespit etmişlerdir.~~

~~Ivanišová vd. (2019), 22°C'de 7 gün boyunca fermantasyondan sonra siyah çay ve kombuchadaki fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu karşılaştırmıştır. Siyah çay kombucha içeceğinde gallik asit, klorojenik asit, protokateşik asit, p-kumarik asit, ellagik asit, rutin, vitexin ve resveratrol gibi çoğu fenolik bileşiğin yüksek konsantrasyonlarda olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu bileşenler ile bağlantılı olarak toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasite değerlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.~~

Cardosoa vd. (2020) yeşil ve siyah çay ile ürettikleri kombucha içeceğinde toplam fenolik madde, theaflavin ve thearubigin içeriği ile antioksidan kapasiteyi değerlendirmişlerdir. Yeşil çay ile üretilen kombucha içeceğinde toplam fenolik madde, theaflavin ve thearubigin içeriği ile antioksidan kapasiteyi sırasıyla 0,70 ± 0,09 mg GAE/mL, 0,0280 ± 0,0030 % w/v, 1,3302± 0,0675 % w/v ve 8,22 ± 0,86 µmol TE/mL olarak belirlerken, siyah çay kombuchasında bu değerleri 1,09 ± 0.07; 0,1510 ± 0,0061 ; 1,9987 ± 0,0096 ve 13,59 ± 1,43 şeklinde saptamışlardır. Yeşil ve siyah çay kombucha içeceklerinde, miktarları değişmekle birlikte, ortak olan altı fenolik bileşiğin olduğu ifade edilmiştir. Bunlar gallocatechin 3-O-gallate/epigallocatechin 3-O-gallate, gallocatechin izomer 2/epigallocatechin, catechin, 5-O-galloylquinic acid, quercetin 3-O-rhamnosil-rhamnosil-glukozit izomer 2 ve kuersetin 3-O-glukosil-rhamnosil-galaktozit izomer 2 şeklinde tanımlanmıştır. Toplamda belirlenen 127 fenolik bileşik (%70,2 flavonoid) arasından 103'ü ilk kez tespit edilmiş ve bunun 27 adedinin sadece siyah çay kombucha içeceğinde olduğu vurgulanmıştır.

Wang vd. (2022) siyah çay ve yeşil çay ile yaptıkları kombucha ile ilgili çalışmalarında en yüksek asitliği yeşil çay kombuchada 15.02 ± 0.35 g/L ve siyah çay kombuchada 12.68 ± 0.33 g/L olarak bulmuşlardır. Daha önceki çalışmalarda, yeşil çay kombuchanın asitliğinin siyah çay kombuchadan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir; ayrıca, fermentasyonun 15. gününde yeşil çay kobuchanın en yüksek asetik asit içeriği (9,5 g/L) ile karakterize edildiği gözlenmiştir (Jayabalan, Malini, Sathishkumar, Swaminathan ve Yun, 2010).

~~Cardosoa vd. (2020) yeşil ve siyah çay ile ürettikleri kombucha içeceğinde toplam fenolik madde, theaflavin ve thearubigin içeriği ile antioksidan kapasiteyi değerlendirmişlerdir.~~

Yeşil çay ile üretilen kombucha içeceğinde toplam fenolik madde, theaflavin ve thearubigin içeriği ile antioksidan kapasiteyi sırasıyla 0,70 ± 0,09 mg GAE/mL, 0,0280 ± 0,0030 % w/v, 1,3302± 0,0675 % w/v ve 8,22 ± 0,86 µmol TE/mL olarak belirlerken, siyah çay kombuchasında bu değerleri 1,09 ± 0.07; 0,1510 ± 0,0061 ; 1,9987 ± 0,0096 ve 13,59 ± 1,43 şeklinde saptamışlardır. Yeşil ve siyah çay kombucha içeceklerinde, miktarları değişmekle birlikte, ortak olan altı fenolik bileşiğin olduğu ifade edilmiştir. Bunlar gallocatechin-3-O-gallate/epigallocatechin-3-O-gallate, gallocatechin izomer 2/epigallocatechin, catechin, 5-O-galloylquinic acid, quercetin-3-O-rhamnosil-rhamnosil-glukozit izomer 2 ve kuersetin-3-O-glukosil-rhamnosil-galaktozit izomer 2 şeklinde tanımlanmıştır. Toplamda belirlenen 127 fenolik bileşik (%70,2 flavonoid) arasından 103'ü ilk kez tespit edilmiş ve bunun 27 adedinin sadece siyah çay kombucha içeceğinde olduğu vurgulanmıştır.

Jayabalan vd. (2014) kombucha'nın antioksidan özelliklerinin, kullanılan çay ve infüzyon tipine ve mevcut mikroorganizmalara bağlı olduğunu öne sürmüştür. Yeşil çayın antioksidan aktivitesinden sorumlu olan ana bileşikler, literatüre göre asidik pH'ta stabil olan kateşinlerdir. Yanagimoto vd. (2003); Zhu vd. (1997) yeşil çayın (%86.9) ve yeşil çaylı kombuchanın (%92.5) yüksek antioksidan aktivitesini buna bağlamışlardır.

Sajilata, Bajaj ve Singhal (2008), oolong çayının yaklaşık %8,1±0,2 (w/w) toplam ve %5,1±0,1 (w/w) polimerize polifenol içerdiğini, bu nedenle yeşil çay ve siyah çay arasında bir ara ürünü temsil ettiğini, yani siyah çaydan daha yüksek kateşin seviyeleri ve daha düşük polimerik polifenol seviyeleri arasında bir ara maddeyi temsil ettiğini bildirmişlerdir.

Kallel vd. (2012) ayrıca, 24°C'de 9 gün fermantasyon sırasında yeşile kıyasla siyah çay kombucha içeceğinin toplam fenolik madde miktarının daha yüksek bir değer olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüksek polimerik polifenol içeriği kombucha üretiminde daha yüksek polimerik polifenol içeriğine sahip siyah çayın kullanılması ile ilişkilendirilmiştir. Sıfırıncı günde, g gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilen toplam fenolik konsantrasyonunu, yeşil çay kombuchada 0.78 g/L ve siyah çay kombuchada 1.01 g/L olarak belirlemişlerdir. Daha sonra, iki haftalık fermantasyon sırasında fenoliklerin orta

~~derecede arttığını (yeşil çay kombucha için + %39 ve siyah çay kombucha için + %12). 15. günde, yeşil çay kombuchanın toplam fenoliklerini 1.08 g/L ve siyah çay kombuchanınkini 1.12 g/L olarak belirlemişledir. Benzer şekilde yeşil veya siyah çay kullanan Jayabalan, Subathradevi, Marimuthu, Sathiskumar ve Swaminathan (2008) , Kombuchanın fenolik bileşen miktarında orta düzeyde artışlar bildirmişlerdir; toplam fenoliklerin yeşil çay kombuchada + %19'u (0.85-1.25 g/L) ve siyah çay kombuchada 18. Fermantasyon gününde (0.60-0.72 g/L) + %17 olduğunu bildirmişlerdir.~~

~~Ivanišová vd. (2019), 22°C'de 7 gün boyunca fermantasyondan sonra siyah çay ve kombuchadaki fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu karşılaştırmıştır. Siyah çay kombucha içeceğinde gallik asit, klorojenik asit, protokateşik asit, p-kumarik asit, ellagik asit, rutin, vitexin ve resveratrol gibi çoğu fenolik bileşiğin yüksek konsantrasyonlarda olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu bileşenler ile bağlantılı olarak toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasite değerlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.~~

~~Ju vd. (2007), fermantasyon işlemi sırasında çoğunluğu theaflavinler ve thearubiginler gibi büyük polimerik oligomerler bileşiklerden oluşan çay kateşinlerinin enzim yardımıyla oksidasyon ve polimerizasyona uğradığını bildirmişlerdir. Thearubiginler, siyah çaydaki toplam çay flavonoidlerinin %50-60'ını oluşturmakta ve theaflavinler ise ancak %10'unu teşkil etmektedir (Stangl vd., 2006).~~

Bazı çalışmalar, kombucha fermantasyonu sırasında analiz edilen kateşinler arasında epigallokateşin-3-O-gallatın baskın olduğunu göstermiştir (Kallel vd., 2012; Vázquez-Cabral vd., 2017; Zhao vd., 2018).

Kombu çayının antioksidan etkisinin temel olarak çay (*C. sinensis*) yapraklarında bulunan kateşinler ve polifenollerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Aslında kombu çayının antioksidan aktivitesinin fermente edilmemiş çaya göre daha yüksek olmasının nedeni, çaydaki polifenolik maddelerin, fermantasyon sırasında bakteri ve mayaların oluşturduğu biyofilmde mikrobiyal enzimler tarafından daha küçük fenolik maddelere parçalanması ve böylece çayın toplam fenol miktarının yükselmesidir. Fermentasyon sonrası toplam flavonoid miktarının artmasının nedenlerinden biri de bu enzimlerin

polifenolik maddeleri flavonoidlere indirgeyebilmesidir. Polifenollerin yanı sıra yapılan analizler sonucunda kombu çayının antioksidan aktivitesine katkı sağlayan maddelerin suda çözünen vitaminler (yani B1, B2, B6, B12, C), organik asitler olarak sıralanabileceği bildirilmiştir (yani asetik, glukonik, glukuronik, laktik, tartarik, sitrik ve malik asitler). Ayrıca manganez, demir, nikel, bakır, çinko, kurşun, kobalt, krom, kadmiyum vb. minerallerin yanı sıra formik asit içerdiği belirlenmiştir (Ivanisova vd., 2020; La Torre vd., 2021).

~~Malbaša vd. (2011), geleneksel kombucha içeceklerinin 7 günlük fermantasyondan sonra DPPH radikallerini %37 (siyah çay ile kombucha) ve %63 (yeşil çay ile kombucha) oranında inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Jayabalan vd. (2008) ayrıca geleneksel kombucha içeceklerinin antioksidan özelliğini incelemişler ve 6 günlük fermentasyondan sonra siyah çay kombucha içeceğinde DPPH radikallerinin yaklaşık %70'inin ve yeşil çay kombucha içeceğinde ise yaklaşık %80'inin engellendiğini belirlemişlerdir.~~

Bazı çalışmalarda yeşil çay ve yeşil çay ile üretilen kombucha içeceğinde DPPH süpürme aktivitesi ile ilgili olarak önemli bir fark ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Bu fark C vitamini ile B vitamini gibi yeşil ve siyah çay kombucha içeceklerinde mikroorganizmalar tarafından üretilen metabolitlerin varlığı ile açıklanmıştır (Malbasa vd., 2011; Kapp ve Sumner, 2019).

Caferi vd. (2020) fenolik bileşen olarak 14 günlük fermantasyon sonrasında 1 ml kombucha çözeltisinde 225,38–285,44 mg gallik asit tespit etmiştir. Fermantasyon süresinin arttırılmasıyla numunelerin antioksidan aktivitesinin önemli ölçüde arttığını ($P < 0,05$), böylece DPPH radikal inhibisyon yüzdesinin 14 günlük fermantasyon periyodunun sonunda numunelerde 20,04–89,32 aralığına sahip oluğunu belirlemiştir. CUPRAC yöntemi ile fermantasyon süresinin arttırılması numunelerin ortalama antioksidan kapasitesini arttırmış ve 14. günde tüm kombucha numunesinde en yüksek miktara ulaşmıştır. Numunelerin antioksidan kapasitesi, 0,99-264,86 trolox nmol/ml kombucha çözeltisine eşdeğer aralığa sahip bulmuştur.

Mizuta vd. (2020) yeşil çayın 7 gün ve 14 gün fermantasyonu ile elde edilmiş kombucha içeceklerinin DHHP antioksidan analiz sonuçlarını 7 günlük fermantasyon için 2.294.83 µmol trolox/m L, 14 günlük fermantasyon için 2,329,17 µmol trolox/m L olarak belirlemiştir ($p<0.05$).

Gaggia vd. (2019) siyah, yeşil ve oolong çayı ile 7 ve 14 günlük fermantasyon ile kombucha örnekleri elde etmiş; 7 günlük fermantasyondan sonra, en yüksek antioksidan aktiviteyi (DPPH testi ile 1.31 ± 0.07 mmol TE/g; FRAP testi ile 1.75 ± 0.06 mmol Fe^{++}/g) substrat olarak yeşil çay kullanıldığında gözlemiştir. Öte yandan, en düşük antioksidan aktivite rooibos yapraklarından elde edilen kombuchada gözlemiştir (DPPH testi ile 0,45 ± 0,03 mmol TE/g; FRAP testi ile 0,52 ± 0.01 mmol $Fe^{++/g}$).

Çeşitli araştırmacılar tarafından kombucha içeceği üretiminde kullanılan substratlar ile biyoaktif özellik arasındaki ilişki Çizelge 2'de incelenmiştir.

Zubaidah vd. (2019) siyah çay ve yılan meyvesi üzerine yaptıkları kombucha çalışmasında kombuchanın pH, toplam şeker ve toplam kuru madde içeriğinde azalma, toplam asitlik, toplam fenolik içerik, tanen içeriği ve toplam antioksidan aktivitede artış olduğunu belirlemiştir.

Peters vd. (2010), sakarozun hem in vivo hem de in vitro olarak yeşil çaydan (+) -kateşinin biyoyararlanımı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Sükroz ve askorbik asit varlığında (sırasıyla AUC 0-6 h = 3237.0 ve 181.8 pmol h/L plazma) epigallokateşin ve epigallokateşin gallat plazma düzeylerinin tek başına yeşil çay (AUC 0-6 h = 1304.1 ve 61.0 pmol h/L plazma) ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak ($p < 0.05$) arttığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, yazarlar sükrozun teşvik edici etkisinin, kemirgen gastrointestinal sisteminde ve bağırsak modelinde (+) -kateşin çözünürlüğü üzerindeki ön alım etkisiyle ilişkili olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca, sakaroz içeren yeşil çayın, sakaroz içermeyen formülasyonlardan yaklaşık altı kat daha fazla viskoziteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bağırsak tarafından kateşin alımı, gastrointestinal geçiş süresini etkileyen yeşil çay çözeltilerinin viskozitesinin artması nedeniyle arttırılabileceğini bildirmişlerdir.

Peters vd. (2010), 50 mg yeşil çayın 10 mg askorbik asit ile formülasyonu, genel kateşin sindirim iyileşmesini ve emilimini arttırdığını belirlemişlerdir ($p < 0.05$). Aynı çalışmada in vivo olarak da gösterilmiştir, bir Sprague Dawley sıçan modelinde 10 mg askorbik asit ve 1240 mg sukroz içeren 50 mg yeşil çay alımı ile kateşinlerin 3 kata kadar incresed emilim oranı bildirilmiştir. Aynı konuyla ilgili başka bir in vivo çalışmada Gawande vd. (2008), tek bir oral doz (1000 mg) yeşil çay ekstresi ve 730 mg askorbik asit içeren bir besin karışımı verilen beş gönüllü ile çapraz insan çalışması yapılmıştır. Yeşil çay ekstraktının askorbik asit içeren besin karışımı ile takviyesi, (−) -epigallocatechin gallat'ın biyoyararlanımının% 14 oranında artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Karbonhidratlar genellikle gıda sistemlerinde sindirilebilir ve sindirilemez olarak iki gruba ayrılır. Birinci grup ayrıca şekerler, glikoz oligomerleri (maltodekstrinler gibi) ve nişasta olarak ayrılabilir. Bununla birlikte, ikinci grup çoğunlukla diyet liflerinden oluşur. Şeker alımı, flavonoid biyoyararlanımını düzenleyebilecek önemli bir faktördür.

Chung vd. (2018) yeşil çay kateşinlerinin emilimini, bir in vitro Caco-2 hücresi ve bir in vivo sıçan modelleri kullanılarak quercetin ve fisetin varlığında da incelemiştir. Yeşil çay kateşinlerinin Caco-2 hücreleri tarafından bağırsak yoluyla taşınması,% 5'lik quercetin ve fisetin karışımı eklenerek% 244'e yükseltilmiştir. Ayrıca, (−) - epigallocatechin gallate ile uygulanan sıçanlarda, sadece (−) -epigallocatechin gallate ile uygulananlara göre % 10 quercetin veya % 10 fisetin ile plazma konsantrasyonlarının da arttığı görülmüştür. Choi vd. (2019) yeşil çay ekstraktındaki flavonol aglikonların epikateşinlerin biyoerişilebilirliği ve hücresel alımı üzerindeki etkisini kombine bir *in vitro* gastrointestinal sindirim ve Caco-2 hücre modeli kullanarak araştırmaları, yeşil çay ekstraktından epikateşinlerin biyoerişilebilirliğinin %10 flavonol eklenmesiyle arttığını göstermiştir. Ayrıca epikateşinlerin bağırsakta hücresel taşınması da (-)-epigallokateşin gallat, (-)-epikateşin gallat, (-)-epikateşin ve (-)-epigallokateşin için sırasıyla %332.46, %273.92, %150.22 ve %131.21 oranında arttığı belirlemişlerdir. Ayrıca, Choi vd. (2019) tarafından epikateşinlerin bağırsak hücresel taşınımı da sırasıyla (−) -epigallocatechin gallate, (−) -epicatechin gallate, (−) -epicatechin ve (−) -epigallocatechin için% 332.46,% 273.92,% 150.22 ve% 131.21 oranında arttığı belirlenmiştir. Çalışmaların çoğunluğu, flavonoidlerin diğer flavonoidlerle sindirildiklerinde tek başlarına alındıklarından daha yüksek biyoyararlanıma sahip olabileceğini göstermektedir.

Çay kateşinleri asidik ortamlara kıyasla nötr veya alkaliye yakın koşullar altında nispeten zayıf stabiliteye sahiptir (Cabrera-Ramírez vd., 2020, Ognjenović vd., 2014, Neilson vd., 2007).

Çizelge 2. Farklı substratlarla hazırlanan kombucha içeceklerinin biyoaktif özellikleri bu tablo düzenlenmeli

Yüzeyler	Substrat içeriği	Sakaroz içeriği	Fermantasyonun zamanı ve sıcaklığı	Biyoaktif bileşikler	Fermente edilmemiş çayın biyoaktif içeriği	Fermente çayın biyoaktif içeriği	Referanslar
Siyah çay *(Camellia sinensis)*	10,0 g / L	100 g / L	7 gün / 25 °C	Toplam polifenoller	400 mg GAE / L	350 mg GAE / L	(Kaewkod vd., 2019)
Siyah çay (*Camellia sinensis*)	7.5 g / L	100 g / L	7 gün / 30 °C	Toplam polifenoller	640.0 mg QE / L	670.0 mg QE / L	(Lobo vd., 2017)
Yeşil çay (*Camellia sinensis*)					1100 mg GAE / L	1100 mg GAE / L	
Oolong çayı (*Camellia sinensis*)					800 mg GAE / L	820 mg GAE / L	
Siyah çay (*Camellia sinensis*)	10,0 g / L	70 g / L	14 gün / 24 °C	Toplam polifenoller	95.03 m g GAE / L	66.30 mg GAE / L	(Kayısoğlu & Coşkun, 2021)
Yeşil çay (*Camellia sinensis*)					160.40 mg GAE / L	116.79 mg GAE / L	
Siyah çay (*Camellia sinensis*)	8.0 g / L	80 g / L	14 gün / 27 °C	Toplam polifenoller (TP) Toplam flavonoidler (TF) Toplam kateşinler (TC)	TP-79.38 mg / g TF-17.97 mg / g TC-2.18 mg / g	TP-67.20 mg / g TF-13.87 mg / g TC-0.46 mg / g	(Gaggìa vd., 2019)
Yeşil çay (*Camellia sinensis*)					TP-74.40 mg / g TF-16.57 mg / g TC-18.25 mg / g	TP-67.40 mg / g TF-15.11 mg / g TC-11.84 mg / g	
Siyah çay (*Camellia sinensis*)	10,0 g / L	20 g / L	21 gün / 25 °C	Toplam polifenoller	530.50 mg GAE / L	265.50 mg GAE / L	(Saf ve Saf, 2016)
Siyah çay (Camellia sinensis)	5.0 g / L	70 g / L	7 gün / 28 °C	Toplam polifenoller	347.10 mg GAE / L	574.60 mg GAE / L	(Veliçanski vd., 2014)

Çizelge 2. Farklı substratlarla hazırlanan kombucha içeceklerinin biyoaktif özellikler (devam)

Yeşil çay (*Camellia sinensis*)	5-10 g / L	50 g / L	12 gün / 20-30 °C	Toplam polifenoller	572.4 mg GAE / L	649.4 mg GAE / L	(Lopes vd., 2021)	Yeşil çay (*Camellia sinensis*) 7,0 g / L
Yeşil çay (*Camellia sinensis*)	7,0 g / L	50 g / L	14 gün / 24 °C	Toplam polifenoller	568.4 mg GAE / L	565.0 mg GAE / L	(Silva vd., 2021)	
Siyah çay (*Camellia sinensis*)	10 g / L	60,0 g / L	2 gün / 28 °C	Toplam polifenoller	8429.8 mg GAE / L	10796.7 mg GAE / L	(Abuduaibifu & Tamer, 2019)	
Siyah ve yeşil çay (*Camellia sinensis*)	4 g / L	100 g / L	7 gün / 25-30 °C	Toplam polifenoller (TP) Toplam flavonoidler (TF)		–TP-180 mg GAE / g TF - 18 mg CE / g TP-360 mg GAE / g	(Khaleil, 2020)	

* QE-quercetin eşdeğeri, GAE-gallik asit eşdeğeri, TAE-tannik asit eşdeğeri, CAE-klorojenik asit eşdeğerleri, n. d.: saptanmadı

Silva vd. (2021) farklı ekstraktlarla elde ettikleri kombucha içeceklerinin 14 günlük fermantasyon fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişlerdir (Çizelge 3). Çizelge 3'te gösterilen a* (+kırmızı; - yeşil) ve b* (+sarı; - mavi) koordinatları, fermentasyon işleminin substratların her ikisinin kırmızı renginde azalmaya ve sarı renginde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte, WMK, GT'ye göre daha yüksek bir kırmızı (1,00) ve sarı (8,74) yoğunluğunun yanı sıra GTK için sunulan değerlere göre daha yüksek doygunluk (8,80) göstermiştir. Parlaklık (aydınlık) GT içeceğinde en yüksek bulunmuştur. Delta hesaplamasından elde edilen sonuçlar, GTK içeceğinin daha yeşil (Δa* = -1,16) ve daha tonlu (Δh = 1,22) olma eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Çizelge 3. ——Farklı ekstraktlarla elde ettikleri kombucha içeceklerinin 14 günlük fermantasyon fiziko-kimyasal özellikleri

Analiz	Balmumu ebegümeci infüzyonu (WMI)	Balmumu ebegümeci Kombucha (WMK)	Yeşil Çay (GT)	Yeşil Çay Kombucha (GTK)
Asetik asitte TA (g / L)	NA	8.8 ± 0.03	NA	3.9 ± 0.02
pH	6,7 ± 0,01	2,7 ± 0,01	6,2 ± 0,06	3,3 ± 0,01
°Brix	4,8 ± 0,03	4,1 ± 0,06	5,0 ± 0,01	4,5 ± 0,06
Parlaklık (L*)	70,17	78,97	79,08	79,11
~~Koordinata~~a*~~*~~	1,61	1,00	1,17	0,01
~~B koordinatı*~~b*	7,08	8,74	7,11	7,92
Hue	77,20	83,48	80,66	89,96
Chroma	7,26	8,80	7,21	7,92

**TA - toplam asitlik; NA-analiz edilmedi; °Şeker eklenmeden önce Brix sonuçları: WMI = 0,2 ± 0.06, GT = 0.4 ± 0,06*

Bu çalışma ile, kombucha çayının farklı substrat çeşitleri ile farklı üretim seçeneklerinin oluşturulması, kombucha lezzetinin farklı substratların kullanımı ile geliştirilerek daha geniş kitlelerin beğenisinin kazandırılması, karotenince zengin ve antioksidan kapasitesi yüksek fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. bu üstteki çalışmanın sonucu mu amacı mı ne anlamadım

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kombucha kültürü, yeşil çay (*Camellia sinensis*), siyah çay, oolong çayı, Trabzon hurması (*Diospyros kaki*), sakkaroz kullanılmıştır. Tüm malzemeler Bursa'da yerel marketten temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

~~3.1.~~Kombucha Elde Etme Süreci

Fermantasyon sürecini pH, sıcaklık, fermantasyon işleminin başlangıcındaki oksijen miktarı, çözünmüş CO_2, fermantasyon substratının konsantrasyonu gibi pek çok faktör etkilemektedir. Bu nedenle çalışmada çay miktarı, şeker miktarı, başlangıç çayı miktarı ile kullanılacak kombucha kültürü (SCOBY) miktarı sabit tutulmuştur~~acaktır~~. Çay demleme sıcaklığı ile süresi 90°C ve 5 dakika olarak belirlenerek fermentasyon sürecindeki tek değişkenin ikinci fermantasyonda ilave edilen~~cek~~ Trabzon hurması miktarlarının olması düşünülmüştür. pH değeri 7,8 olan içme suyuna %5 sakkaroz ilave edilerek pastörize edilmiştir (95°C'de 15 dakika). Paslanmaz çelik kaplarda şekerli pastörize karışımın sıcaklığı 90°C'ye getirilmiş, siyah çay yaprakları ilave edilerek 5 dakika demlenmiştir. Demlenen siyah çay hızlı bir şeklide süzülerek sıcaklığı 25°C'ye düşürülmüş ve SCOBY ile aşılandığı ilk fermentasyon aşaması için steril cam kavanozda (5 L/kavanoz) fermantasyona bırakılmıştır. Aynı işlemler yeşil çay ve oolong çayı için tekrarlanmıştır.

İlk fermantasyon

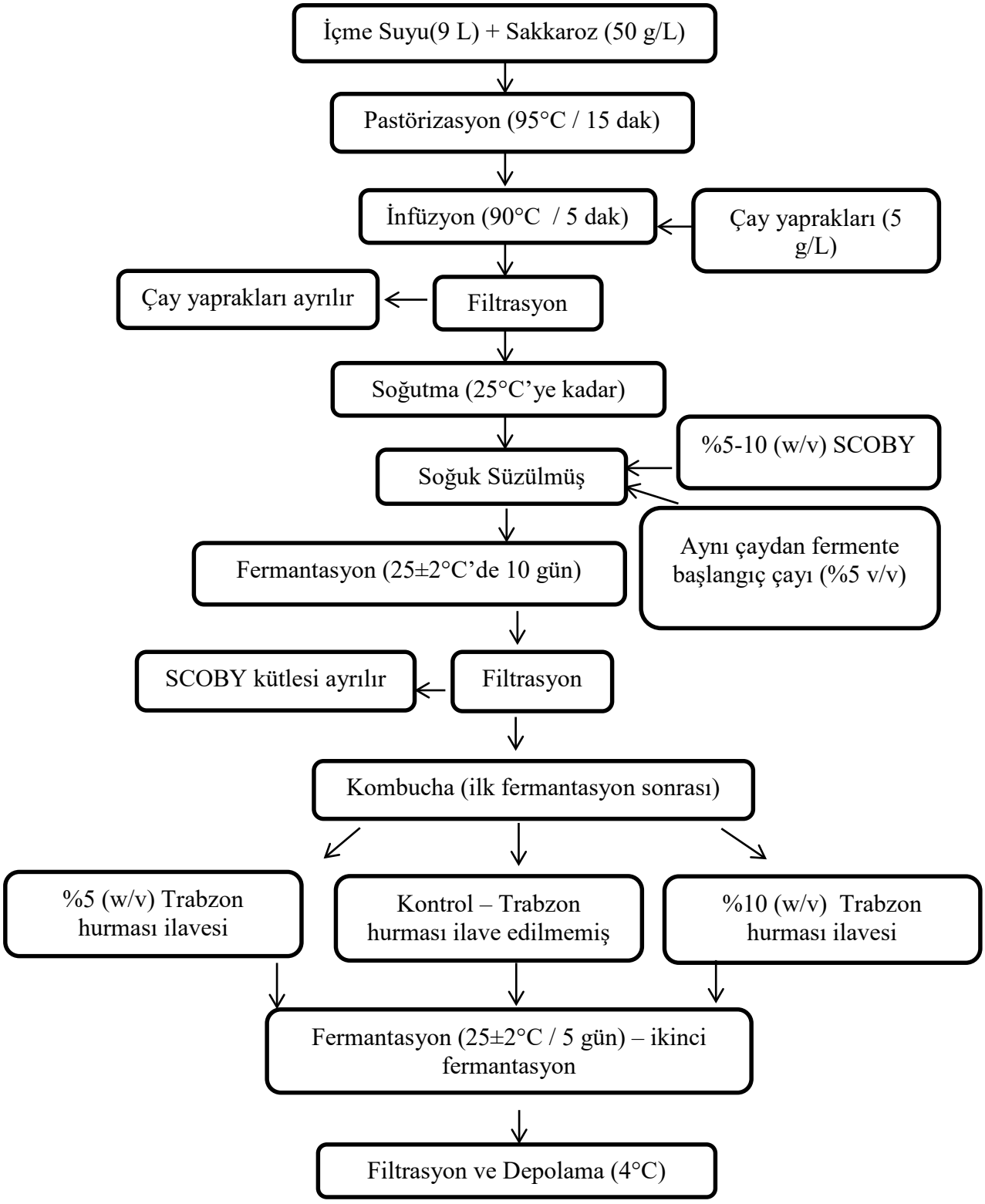
Siyah çay ile demlenmiş çaya %5-10 (w/v) scoby kültürü ile birlikte scoby gelişimi için kullanılan fermente siyah başlangıç çayından %5 oranında ilave edilmiştir. Fermantasyon 25 ± 2°C'de 10 gün, kavanozun ağzı hafif açık şekilde karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda kombucha örneği filtre edilerek içerisinde bulunan scoby ayrılmış ve 3 L'lik litrelik steril cam kavanozlara bölünmüştür (Şekil 1). Bu işlem üç çay türü için de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Örneklerin filtrasyonu

İkinci fermantasyon

Mevsiminde kabuğu soyulup mayşe haline getirilen Trabzon hurması fermantasyon için kullanılmıştır. İlk (scoby ile) fermantasyonu tamamlayan siyah çay kombucha içeceklerine %5 ve %10 (w/v) oranında Trabzon hurması ilave edilerek örnekler 25 ± 2°C'de 5 gün kavanozların ağzı hafif açık şekilde karanlık ortamda fermente edilmişlerdir. Dondurulmuş Trabzon hurması mayşesi ile yapılan ön çalışmada duyusal özellikler ve asitlik gelişimi değerlendirilmiş, fermantasyon süresi uzadıkça tat, asitlik, koku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin dramatik olarak azalması sonucu ikinci fermentasyonun 5 gün ile sınırlandırılmasına karar verilmiştir. 5 gün olan ikinci fermantasyon sonunda örnekler tekrar kaba filtre kağıdı yardımıyla filtre edilerek depolanmıştır. İkinci fermantasyon aşaması yeşil çay ve oolong çayı ile de aynı şekilde gerçekleştirimiştir. Kombucha üretimine dair akış şeması Şekil 2'de özetlenmiştir.



Şekil 2. Kombucha Siyah/Yeşil/Oolong Çay Kontrol Örneği, %5 (w/v) Trabzon Hurmalı Siyah/Yeşil/Oolong Çaylı Kombucha, %10 Trabzon Hurmalı Siyah/Yeşil/Oolong Çaylı Kombucha Üretimi Akış Diyagramı

3.~~2. Fermantasyon Sürecinin Değerlendirilmesi~~ 3. Analiz Yöntemleri

3.3.1. Suda Çözünür Kurumadde (Briks) Tayini

Suda çözünür kuru madde miktarı (briks), 20°C sıcaklığındaki örneklerde dijital refraktometre kullanılarak (RFM960 model Bellingham&Stanley Ltd, Tunbridge Wells, United Kingdom) ölçülmüştür~~ (Cemeroğlu 2007).. KULLANILAN METOT REFERANS VERİLMELİ~~

3.3.2. pH ~~değişimi~~Tayini

Örneklerin pH değerleri pHmetre (SevenCompact model, Mettler Toledo International, Inc., Switzerland) ile periyodik olarak izlenmiştir (Cemeroğlu 2007).
~~. KULLANILAN METOT REFERANS VERİLMELİ~~

3.3.3 Renk ~~Analizi~~Tayini

Renk analizi, Minolta (CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak L*, a*, b*, C, H renk sistemi cinsinden belirlenmiştir. ~~(Cemeroğlu, 2007).~~

3.3.4. ~~Antioksidan Aktivite~~Biyoaktif Bileşen Analizleri

Antioksidan Madde Analizleri ~~(spektrofotometrik toplam antioksidan, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde analizleri)~~ için ~~Özütleme/~~Ekstraksiyon Aşaması

Antioksidan analizlerin tamamı sıvı ekstrakt ile yapılmıştır. Örneklerden 2.00±0.01 g alınmış, üzerine 5 mL ekstraksiyon sıvısı (~~etanol:su~~metanol:formik asit: (75:0,1:24,9, v/v)) (Çapanoğlu ve ark. 2008)~~ (3:7 v/v, 5:5 v/v, 7:3 v/v))~~ ilave edilmiştir. 30°C'de ultrasonik banyoda 15 dakika sonike edilen örnekler 4°C'de, 2700 x *g* hızında 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Üst faz toplanmıştır. Bu işlem ~~5~~ 2 defa tekrarlanmış ekstraktlar membran filtre kağıdı ile filtre edilerek santrifüj tüplerinde toplanmış ve analizlere kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Bu ekstraktlar spektrofotometrik toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik ~~madde ile toplam flavonoid madde ve HPLC ile~~ fenolik ~~bileşen~~ madde ~~karekterizasyonu~~ için kullanılmıştır.~~ İLAVE OLARAK~~

~~YAPILAN ANALİZLERDE KULLANILAN EKSTRAKT FENOLİK EKSTRAKSİYON İLE ELDE EDİLMEMİŞTİR DOĞRUDAN İNFÜZYON İLE ELDE EDİLEN EKSTRAKTLAR KULLANILMIŞTIR.~~

Spektrofotometrik Toplam Fenolik Madde ve Toplam Antioksidan Kapasite Analizleri

Toplam fenolik madde analizi (Folin-Ciocalteau metodu) (Rice-Evans ~~ve ark.~~vd., 1996,1997~~,~~; Velioglu ~~ve ark.~~vd., 1998) ve toplam antioksidan kapasite analizi ise ~~3~~ 2 farklı yöntem (DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Kumaran ve Karunakaran, 2006) ve CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) (Apak ~~ve ark.~~vd., 2004,~~-~~2007~~,~~; Uzunboy ~~ve ark.~~vd., 2017) ile gerçekleştirilmiştir.

Toplam fenolik madde (~~TFEM~~TPC) miktarı analizi

Yöntemin prensibi, fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüşmesi ve reaksiyon sonucunda indirgenmiş FCR'nin oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. Rice-Evans vd. (1996,1997) ile Velioglu vd. (1998)'nın uyguladığı yöntemlerde bazı değişiklikler yapılarak uygulanan yöntemde, elde edilen 100 µL'lik ekstraktın üzerine %10'luk 0.75 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir, 5 dakika bekletildikten sonra bu karışıma 0.75 mL (%6'lık) doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek vorteks ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 90 dakika karanlıkta bekletildikten sonra oluşan rengin absorbansı spektrofotometrede 765 nm'de okunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit (10-800 ppm) varlığında absorbansın ölçülmesiyle bir gallik asit kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar mg GAE (gallik asit eşdeğeri) 100g ~~kurumadde~~örnek^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan Kapasite Analizi

a. ***DPPH Metodu***

100 µL ekstrakt 2 mL 0.1 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazine) reaktifi ile karıştırılmış, tüplerin kapakları kapatılarak 30 dakika karanlık ortamda bekletilmiş ve 30 dakika inkübasyondan sonra ~~515~~ 517 nm'de spektrofotometrede absorbans ölçümü yapılmıştır. Farklı derişimlerde hazırlanan trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-

2-karboksilik asit) (10-800 ppm) varlığında DPPH çözeltisinin absorbansındaki değişimin ölçülmesiyle bir trolox kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Sonuçlar mg TE (trolox eşdeğeri) 100g örnek~~kurumadde~~$^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

b. ***CUPRAC Metodu***

CUPRAC metodunun prensibi, antioksidan bileşiklerin Cu^{+2}-neokuproin kompleksini Cu^{+}'e indirgemesi ve bu değişimin 450 nm'de ölçülmesine dayanmaktadır (Apak vd., 2004). 100 µL ekstrakt tüpe konulmuş daha sonra tüp içeriğine sırasıyla 1 mL 10 mM $CuCl_2.2H_2O$ çözeltisi, 1 mL 7.5 mM Neocuproine çözeltisi, 1 mL 1 M amonyum asetat (pH=7) çözeltisi ve 1 mL su ilave edilmiştir. 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra spektrofotometre (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japonya) ile 450 nm'de şahite karşı ölçüm yapılmıştır. Farklı derişimlerde hazırlanan trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) (10-800 ppm) varlığında Cuprac çözeltisinin absorbansındaki değişimin ölçülmesiyle bir trolox kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar mg TE (trolox eşdeğeri) 100g ~~kuru madde~~örnek^{-1} olarak ifade edilmiştir.

3.5. Bioerişilebilirlik

Biyoyararlanım, flavonoidlerin insan sağlığındaki işlevini araştırırken önemli bir özelliktir. "Biyoyararlanım" terimi, sindirilmiş flavonoidlerin düzenli yollardan alınan ve metabolize edilen kısmı olarak tanımlanırken "biyoerişilebilirlik", gıda matrisinden serbest bırakılan ve ince bağırsakta alım için serbest olan flavonoidlerin oranı anlamına gelir (Barba vd., 2017; Grundy vd., 2016).

Çoğunlukla monomerik ve dimerik yapıya sahip olanlar olmak üzere toplam flavonoid alımının %5-10'unun, genellikle deglikosilasyon gibi dekonjugasyon reaksiyonlarından sonra ince bağırsakta emilebildiği bildirilmektedir. Geri kalanlar, bağırsak mikrobiyotasının enzimatik etkisi ile farklı fizyolojik öneme sahip bileşiklere metabolize edildikleri kolona ulaşırlar . İnsan vücudunda sindirilen flavonoidler, faz I ve faz II dönüşümlerine tabi tutulur. Faz I dönüşümleri, daha az sıklıkla meydana gelen oksidasyon, indirgeme ve hidrolizden oluşur. Karaciğer ve bağırsakta gerçekleşen Faz II biyotransformasyonları daha yoğun bir şekilde oluşur. Bu faz II dönüşümleri, metil, glukuronik ve sülfat türevleri gibi farklı metabolitlerin oluştuğu konjugasyon reaksiyonlarından oluşur (Grootaert vd., 2015). Sadece faz I ve II metabolitleri değil, aynı zamanda mikrobiyal türevli ürünler de plazmada baskınken, ana moleküller genellikle yoktur veya etkili hücresel konsantrasyonlar sağlayamayan çok düşük seviyelere ulaşır (Luca vd., 2020).

Hem makrobesinler, yani karbonhidratlar, lipitler, proteinler ve mikro besinler , yani vitaminler, mineraller genellikle bir gıda matrisinde gıda maddelerinde bulunur ve genellikle diğer gıdalarla birlikte yemekle birlikte alınır (Singh vd., 2014). Gastrointestinal sistemde flavonoidleri çevreleyen makro ve mikro bileşenlerin, biyoerişilebilirlik ve biyoyararlanım üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurgulamakta fayda vardır (Jakobek, 2015 ; Singh vd., 2014).

Polifenollerin biyoerişilebilirliğine dahil olan diğer faktörler, polifenollerin mide-bağırsak koşulları altında maruz kaldığı dönüşümler (bozunma, epimerizasyon, hidroliz ve oksidasyon) ve bu bileşikler ile gıda bileşenleri arasındaki, fenolik bileşiklerin biyolojik aktivitesini de değiştirebilen etkileşimdir. Fenolik bileşikler ile bazı diyet faktörleri, örneğin proteinler ve demir arasındaki etkileşimler, polifenollerin biyolojik özelliklerini ve biyoerişilebilirliğini değiştirebilir (Argyri vd., 2005). Proteinler, polifenollere bağlanabilir ve çoklu zayıf etkileşimler (esas olarak hidrofobik) veya güçlü etkileşimler (kovalent bağlar) ile protein-polifenol kompleksleri oluşturabilir (Ishii vd., 2008 , von Staszewski vd., 2011).

~~İnsanlarda kateşinlerin sindirim kaderini belirleyen başlıca faktörler (i) gastrointestinal (GI) koşullarda stabilite, (ii) molekül ağırlığı ve bireysel kateşinlerin polaritesidir (Shibusawa vd., 2005) ve (iii) metabolizma ve atılım oranı. GI stabilitesi, pH, artık çözünmüş oksijenin varlığı ve sindirim sırasında oluşan reaktif oksijen türleri gibi yönlerle yönetilir. Ayrıca, çok sayıda hidroksil sübstitüentine sahip yüksek molekül ağırlıklı bileşikler olan kateşinler, hücre içi yolla bağırsak epitel hücreleri boyunca zayıf bir şekilde taşınır. Son olarak, geniş metabolizma ve kateşinlerin hızlı atılımı birlikte insanlarda biyoyararlanımlarını düşürür (da Silva Pinto, 2013).~~

~~Kateşinlerde olduğu gibi, flavonoller *in vitro* gastrik sindirimde oldukça stabil iken, nötr veya hafif alkali koşullar nedeniyle bağırsak koşulları altında kısmi bozunma rapor edilmiştir (Bermúdez-Soto ve diğerleri, 2007).~~

~~Antioksidan Polifenoller için~~ *In Vitro* Biyoerişilebilirlik Analizleri

Trabzon hurması ilave edilmiş kombucha içeceklerinde bulunan polifenollerinin biyoerişilebilirlik analizleri için Minekus vd. (2014) tarafından ilgili fizyolojik koşullara uygun olarak geliştirilerek standart hale getirilerek~~di~~ in vitro gastrointestinal sindirim modeli uygulanmıştır~~ndı~~. Bu model, ağız, mide ve ince bağırsaktaki sindirimi simüle eden üç basamaklı prosedürden oluşmaktadır. Fenolik bileşenlerin ağızda sindirime uğramadığı daha önceki çalışmalarda belirtildiğinden, bu çalışmada ağız sindirimi aşamasından örnek alınmamıştır. In vitro sindirim modeli sonrası elde edilen ~~ağız,~~ mide ve bağırsak sindirimine ait numunelerde toplam fenolik madde (Liu vd., 2010) ve toplam antioksidan kapasite (DPPH, CUPRAC) ~~ve FRAP metotları ile)~~ analizleri gerçekleştirilmiş~~di~~ ve sindirim sonrası numuneler için elde edilen değerler, başlangıç örnekleri (sindirime uğramamış) için elde edilen değerler ile karşılaştırılmı~~d~~ıştır.

Mide Sindirimi: Ağızdaki sindirim simülasyonun devamında~~dan alınan örnek~~, 6 mL mide elektrolit solüsyonu (değişik konsantrasyon ve hacimlerde karıştırılan potasyum klorür, monopotasyum fosfat, sodyum bikarbonat, sodyum klorür, magnezyum klorür hekzahidrat, amonyum karbonat ve hidroklorik asitten oluşur), 1.28 mL pepsin enzimi (25000 U/mL) ve 4 µL 0.3 M kalsiyum klorür ile karıştırılarak pH değeri 1 M HCl ile pH

3.0 değerine ayarlanmış ve 37°C'deki çalkamalı su banyosunda 2 saat süre ile inkübe edilmiştir. Mide sindirimi aşamasından 2 mL örnek alınmıştır.

6 mL mide elektrolit solüsyonu

+

1.28 mL pepsin enzimi

+

4 µL 0.3 M $CaCl_2$

+

0.16 mL 1 M HCl

+

0.556 µL distile su

OK koyalım

37 °C de 2 saat inkübasyon

OK koyalım

2 mL örnek alın~~dı.~~mıştır

Bağırsak Sindirimi: Mideden gelen örnek, 7.7 mL bağırsak elektrolit solüsyonu (değişik konsantrasyon ve hacimlerde karıştırılan potasyum klorür, monopotasyum fosfat, sodyum bikarbonat, sodyum klorür, magnezyum klorür hekzahidrat ve hidroklorik asitten oluşan), 3.5 mL pankreatin enzimi (800 U/mL), 1.75 mL 160 mM safra ve 28 µL 0.3 M kalsiyum klorür ile karıştırılarak pH değeri 1 M sodyum hidroksit ile pH 7.0 değerine ayarlanmıştır, toplam hacim 14 mL olacak şekilde distile su ilavesi yapılarak 37°C'deki çalkamalı su banyosunda yine 2 saat süre ile inkübe edilmiştir.

7.7 mL bağırsak elektrolit solüsyonu

+

3.5 mL pankreatin enzimi

+

1.75 mL safra

+

28 µL CaCl2

+

0.105 mL 1 M NaOH

+

OK koyalım

0.917 mL distile su

OK koyalım

37 °C'de 2 saat çalkalayarak inkübasyon

OK koyalım

2 mL örnek ~~alındı~~alınmıştır~~.~~

Her ~~üç~~ basamaktan sonra, ayrı ayrı, ~~ağız sindirimi sonrası,~~ mide sindirimi sonrası ve bağırsak sindirimi sonrası örnekleri temsil edecek şekilde numuneler alınarak bu numuneler 4°C sıcaklıkta santrifüjlenmiş ve üstte kalan sıvı kısım analiz edilmek üzere toplanmıştır. In vitro sindirim modeli sonrası elde edilen ağız, mide ve bağırsak sindirimine ait numunelerde yukarıda anlatıldığı gibi toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasite ~~ve HPLC ile fenolik bileşen~~ analizleri gerçekleştirilmiştir. Sindirim sonrası numuneler için elde edilen değerler, başlangıç kombucha içecekleri (sindirime uğramamış) için elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar ile sindirimin ağız, mide ve bağırsak aşamalarından sonra, orijinal kombucha örneklerindeki antioksidan etkinliğin ne oranda korunduğu, yani kombucha içeceğindeki antioksidanların ne kadarının potansiyel olarak biyoerişilebilir olduğu değerlendirilebilmiştir.

~~3.6. Fenolik Bileşenlerin ve Flavanoidlerin Karekterizasyonu ve Miktarsal Tayini~~

~~Trabzon hurması ilavesi ile hazırlanan kombucha içeceklerinin in vitro sindirim sistemindeki aşamalardan önce ve sonra elde edilen özütlerinde fenolik bileşen ve flavonoidlerin belirlenmesi Prominence-i LC-2030C marka HPLC cihazında (Shimadzu, Japonya) fotodiyot dizi dedektörü (photodiode array PDA) (Shimadzu, Japonya)~~

~~kullanılarak yapılmıştır (Capanoglu vd. 2008, Toydemir vd. 2013, Kamiloglu 2019). Sindirilmiş ya da sindirilmemiş özütler 0.45 µm membran filtrelerden geçirilerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Durgun faz olarak C18 kolonu (25 cm x 4.6 mm, 5 µm; Sigma Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. 280, 312 ve 360 nm'de spektral ölçüm için 1 mL/dk. akış hızı ve 10 µL enjeksiyon hacmi olan aşağıdaki solüsyonlar kullanılmıştır: Trifloroasetik asit (TFA)/ultra saf su (1:1000, v/v; elüent A) ve TFA/asetonitril (1:1000, v/v; elüent B). Kullanılan lineer gradyan 0 dk., %95 A ve %5 B; 45 dk., %65 A ve %35 B; 47 dk., %25 A ve %75 B; 49 dk., %65 A ve %35 B; 50 dk., %95 A ve %5 olarak planlanmıştır. Polifenollerin tanımlanmasında kolonda tutunma süreleri ve karakteristik UV spektraları dikkate alınmıştır. Tanımlanan bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi için ise, spesifik bileşenlerin belirli konsantrasyon aralığında hazırlanan orijinal standartlarının aynı HPLC metodu ile analizi sonucu elde edilen kalibrasyon eğrilerinden yararlanılmıştır. Sonuçlar kg ağırlık başına mg olarak ifade edilmiştir.~~

3.6~~7~~. Duyusal Analiz

Siyah, yeşil, oolong çay ve Trabzon hurması ilavesi ile üretilen kombucha içecek örneklerinin duyusal değerlendirmeleri için panelistlerin tercih ya da beğeni/beğenmeme durumlarının değerlendirilebildiği hedonik skala yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3). Bu amaçla, panelistler için beş ifadeli hedonik skalaya göre (1 = beğenmedim, 5 = çok beğendim) tat, koku, aroma, renk, berraklık, burukluk ve genel beğenilirlik kriterleri dikkate alınarak duyusal değerlendirme puan çizelgesi hazırlanmıştır. Değerlendirmeyi gerçekleştiren 9~~6~~ kişilik panelist grubu, Altuğ (1993)'un belirttiği parametrelere göre Bursa Uludağ Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi personeli arasından seçilmiştir. Panelist seçiminde test için ayırabilecek yeterli zamanlarının olması, görev almaya hevesli olmaları, çok aşırı dışa-dönük ya da içeri-dönük bir karakterde olmamaları, yaşlarının 20 ile 65 arasında olması ile fiziksel ve ruhsal sağlıklarının iyi olması gibi özellikler dikkate alınmıştır.



Şekil 3. Örneklerin duyusal analizi

3.78. İstatiksel Analiz

Kombucha içeceklerinin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemek için analizler sonrasında elde edilen değerler istatiksel teknikler kullanılarak yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen veriler SPSS istatistik programı (versiyon 28.0, SPSS, Chicago, IL, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından Tukey çoklu-karşılaştırma testi ile yapılarak $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir. Korelasyon katsayıları (R2), Microsoft Office Excel 2011 yazılımı (Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) kullanılarak hesaplanıp veriler ortalama ± standart sapma olarak rapor edilmiştir.~~İstatistik analizler "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Planı'na göre yapılacaktır ve SPSS 23.0 programı kullanılmıştır. Fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikler açısından, örnekler arasında farklılık olup olmadığını saptamak için varyans analizi yapılmış ve varyans analizinde önemli fark bulunanlar LSD testine tabi tutulmuştur (Bek ve Efe, 1995).~~

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. pH, Renk, Briks Değerlerinin Fermantasyon Sürecinde Değişimi

Trabzon hurması ve siyah, yeşil ve oolong çay ile yapılan kombucha içeceklerinde 25 ± 2°C' de 10 gün süren ilk fermentasyon ile 5 gün süren ikinci fermantasyon sırasında pH, briks ve renk parametreleri incelenmiştir. İlk fermantasyonda kombucha örneklerinin pH değerlerinin 3,52 - 3,95 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Tüm örnekler bu pH değerlerinde Trabzon hurması ile zenginleştirme için uygun kabul edilmişler ve ikinci fermantasyona alınmışlardır. İkinci fermantasyonda örneklerin pH değişimleri Çizelge 7'de verilmiştir. Örneklerin pH değerlerinin ikinci fermantasyon sonunda tüketim için kabul edilir düzeyde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. Siyah çay kombuchanın ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi

pH	Çay	(Başlangıç çayı)	Başlangıç çayı + Scoby+Çay (Aşılama ve karıştırma)	Fermentasyon (Gün) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siyah Çay	5,48 ±0,006	3,37 ±0	4,14± 0,006	4,16± 0,012	4,16 ±0,03	4,13± 0,01	3,98± 0,021	3,9±0 ,026	3,93 ±0,01	3,91± 0,012	3,9±0 ,015	3,88± 0,015	3,84± 0,015
Yeşil Çay	6,6± 0	3,46 ±0,006	4,30± 0,006	4,38± 0,026	4,17 ±0,01	4,10± 0,01	3,81± 0,03	3,64± 0,043	3,61 ±0,01	3,54± 0,006	3,56± 0,01	3,55± 0,01	3,52± 0,01
Oolong Çayı	6,61 ±0	3,39 ±0,006	4,05± 0,032	4,07± 0,015	4,02 ±0,01	4,04± 0,012	4,02± 0,015	4,06± 0,006	4,02 ±0,02	3,94± 0,01	3,98± 0,021	3,95± 0,015	3,95± 0,030

Çayı demlemek amacıyla kullanılan suyun pH değeri 7,8 olup, çayın demlenmesinin ardından pH siyah, yeşil, oolong çayda sırasıyla 5,48, 6,6 ve 6,61 olarak ölçülmüştür. Yeşil çay örneğinin çay+başlangıç çayı karışımıdan sonra 4,30 ile en yükek pH'a sahip

olduğu tespit edilmiştir. Yeşil çay kombucha (kontrol) içeceğinin pH'nın ilk fermentasyon boyunca belirgin olarak 4,30 dan 3,52 ile örnekler arasında en düşük pH'a ulaştığı görülmüştür (Çizelge 4). Siyah çay örneğinin çay+başlangıç çayı karışımı ile 4,14 olan pH değerinin 10 günlük ilk fermantasyon sonrası 3,84'e düştüğü görülmüştür. Oolong çay örneğinde ise diğer örneklere kıyasla çok fazla düşüş gözlenmemiştir. Karışım sonucu 4,05 olan pH değerinin 3,95'e düştüğü görülmüştür. Kombu çayı fermantasyonu sırasında pH ölçümü çok önemlidir, çünkü fermentasyonun ilk 7 gününde pH 4,2'nin altına düşmezse, bu ya çözeltinin kontaminasyonundan ya da uygun olmayan fermantasyon sıcaklığından kaynaklanmaktadır ve bu nedenle fermantasyonun tekrarlanması gerekir. Bu değerler, insan tüketimi için güvenli kabul edilen ve pH 2,5 ile 4,2 arasında değişen aralıktadır (Nummer, 2013). Gerbi vd. (1998), 65 farklı sirke örneğinde pH değerlerinin 2,36-3,0 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kombuchada da işlem durdurulmazsa asetik asit ve glukonik asit konsantrasyonları artmaya devam eder, sirke gibi aşırı asidik bir sıvıya yol açar, bu da tat, koku duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Fermantasyona bağlı olarak artan asetik asit konsantrasyonunun sirke benzeri tat oluşturmasının kombucha içeceğinde kabul edilebilirlik açısından olumsuz bir kriter olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Khosravi vd., 2019).

Fermantasyon işlemi sırasında, bakteri ve mayalar sakarozu asetik asit ve glukuronik asit gibi bir dizi organik aside metabolize eder. Bu organik yardımcı maddelerin artan konsantrasyonu nedeniyle, fermantasyondan sonraki 10 gün içinde pH 4,30'dan 3,52'lere düşmüştür. Bu gözlemler diğer çalışmaların bulguları ile uyumludur (Reiss, 1994; Chen ve Liu, 2000; Sreeramulu vd., 2000).

İlk fermantasyondan sonra ön deneme ile belirlenen miktarlarda Trabzon hurması ilave edilerek 5 gün daha fermente edilen kombucha örneklerinin pH değerleri 2,49 ile 3,80 arasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Tüm örneklerin pH değerleri kontrol yani hurma ilave edilmeden fermantasyonun devam ettiği örneklere göre daha düşük olarak gözlenmiştir. Bununla birlikte, bu asitlik değerleri tüketim için uygun olarak değerlendirilmiştir.

Malbaša vd. (2011) 7 günlük fermantasyondan sonra elde edilen geleneksel kombucha ürünlerinin, içeceğin litresi başına toplam asit içeriğini 5.23 (siyah çay) ve 6.55 (yeşil çay) g asetik aside sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Cardosoa vd. (2020) yeşil çay kombuchasındaki daha yüksek glukuronik asit konsantrasyonunun, diğer test edilmemiş organik asitlerle birlikte, muhtemelen yeşil çay kombuchasının siyah çay kombuchasına kıyasla daha yüksek asitliğinden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir, çünkü yeşil ve siyah çayın kombuchası arasında asetik asit ve laktik asit içeriğinde önemli bir fark gözlemlememişlerdir. Asetik asitin, her iki kombuchada da 3 g/L'ye yakın konsantrasyonda üretilen ana asit olduğunu, sırasıyla yeşil ve siyah çayın kombuchası için 0.015 ve 0.02 g/L içeriğine sahip laktik asitin de en düşük konsantrasyonda bulunan asit olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Kombuchanın ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi

-	**Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon (5. Gün)**		
	Hurmasız	**%5 Hurma İlaveli**	**%10 Hurma İlaveli**
Siyah Çay	3,80±0,023	2,73±0,006	2,72±0,006
Yeşil Çay	3,58±0,006	2,52±0,017	2,57±0
Oolong Çayı	3,80±0,006	2,49±0,006	2,56±0,01

Ulusoy (2019) yapmış olduğu çalışmada, yeşil çay kombucha (kontrol) içeceğinin pH'sının fermentasyon boyunca belirgin olarak azaldığını, fermentasyon süresince pH'nın 7,23'ten 3,97'ye hızlıca düştüğünü ve daha sonra 12. güne kadar hafifçe azaldığını belirlemiştir. Siyah havuç suyu konsantresi ve karayemiş ile hazırlanan örneklerde de benzer bir eğilim olmuştur. Sievers vd. (1995), Yavari vd. (2011), Velićanski vd. (2013), Ayed ve Hamdi (2015) ile Abuduaibifu ve Tamer (2019) kombucha içeçeklerinde pH'nın bitkisel ekstrakt ilavesi sonrasında benzer şekilde hızlıca düştüğünü bildirmişlerdir.

Mayalar, sükrozu yetiştirme ortamından glikoz ve fruktoza hidrolize eder ve bu monosakkaritleri etanole metabolize eder. Asetobakter suşları gibi asetik asit bakterileri

(AAB), glukonik asit ve bakteriyel selülozu, yaygın olarak "mantar" olarak tanımlanan pelikül formunda sentezlemek için maya kaynaklı glikozu kullanmıştır (Greenwalt vd., 2000; Kurtzman vd., 2001; Moa vd., 2008). Ek olarak, Mao vd. (2008), fruktozun maya tarafından etanol ve karbondioksite metabolize edilebileceğini, öncelikle asetobakter suşları tarafından asetik aside oksitlenebileceğini bildirmiştir.

Kombucha örneklerinin ilk fermantasyondaki briks değerlerinin değişimi Çizelge 6'da ve ikinci fermantasyon sonu değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çaylar demlendikten sonra hiçbir işlem yapılmadan önce briks değerleri siyah, yeşil, oolong çay sırasıyla 6,57; 6,13; 6,00 olarak belirlenmiştir. Siyah çay ve oolong çayının ilk fermantasyon sürecinde briks değerlerinin başlangıç ile 10. gün aynı değere sahip olduğu görülmüştür. Yeşil çayın ise ilk fermantasyon sürecinde briks değerinin 6,20'den 6,07 değerine azaldığı belirlenmiştir. Ulusoy (2019) çalışmasında, şekerin fermentasyonuna bağlı olarak, fermentasyon sırasında alkol ve karbondioksit oluştuğunu ve briks değerlerinde hızlı azalma olduğunu bildirmiştir. Briks değerindeki azalma sakkarozun fermentasyon sırasında metabolize olmasına bağlanmaktadır (Jayabalan vd., 2014; Ayed vd., 2017; Abuduaibifu ve Tamer, 2019). Ancak bizim çalışmamızda ikinci fermantasyonda eklenen Trabzon hurması ilavesi briks değerini yükseltmiştir (Çizelge 7). %10 hurma ilaveli örneklerimizin briks değerlerinin %5 hurma ilaveli örneklerden eklenen hurma miktarından kaynaklı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Malbaša vd. (2008) , sakkaroz tüketiminin özellikle 3. günden 10. güne kadar belirginleştiğini ve gözlem sonunda yavaşlamaya başladığını bildirmiştir. Mevcut çalışmasında 20. güne kadar ölçümleri kaydettiğinden, 14. günden 20. güne kadar toplam çözünmüş katı maddede bir artış gözlemlemiştir, bu belki de yüzen selüloz izleri gibi başka bileşiklerin üretiminden kaynaklandığını belirtmiştir.

Çizelge 6. Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi

-	Çay	Başlangıç Çayı	Çay+ Başlangıç çayı + Scoby (karıştırma sonrası)	Fermentasyon (Gün)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siyah Çay	6,57±0,058	6,6±0	6,57±0,058	6,53±0,058	6,5±0	6,53±0,058	6,53±0,058	6,6±0	6,53±0,058	6,5±0	6,57±0,058	6,6±0	6,57±0,058
Yeşil Çay	6,13±0,058	6,2±0	6,2±0	6,2±0	6,2±0	6,2±0,1	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,07±0,058
Oolong Çayı	6±0	6,07±0,058	6,07±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0

Çizelge 7. Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi

- - -	Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon (5. Gün)		
	Hurmasız	%5 Hurma İlaveli	%10 Hurma İlaveli
Siyah Çay	6,60±0	7,00±0,1	7,23±0,058
Yeşil Çay	6,00±0,1	6,60±0,1	6,63±0,25
Oolong Çayı	6,07±0,15	6,67±0,06	6,83±0,12

Renk, kalite ve kabul edilebilirlik açısından içecekler için önemli bir parametre olup ürünlerin duyusal kabul edilebilirliğini de etkilemektedir. pH içeriği birçok gıdanın renk oluşumu ya da renk maddelerinin korunumu üzerinde etkili olduğu için önemlidir. Örneklerin rengini etkileyen bir başka önemli faktör ise polifenolik madde, özellikle antosiyanin içeriğidir. Kombucha içeceklerinde SCOBY kültüründeki bakteri ve mayalar tarafından serbest kalan enzimler, ortamdaki fitokimyasallar üzerinde değişime/indirgenmeye neden olmakta ve ürünün parlak çekici renginin azalmasına/kaybına yol açabilmektedir (Haslam, 2003; Watawana vd., 2018).

Trabzon hurması ve siyah, yeşil, oolong çay ile yapılan kombucha içeceklerinde 25 ± 2ºC' de 10 gün süren ilk fermentasyon ile 5 gün süren ikinci fermantasyon sırasında renk değişimi incelenmiş ve Çizelge 8 ve 9'da verilmiştir.

Kombucha içeceklerinin ilk fermantasyon süresince L değeri tüm örneklerde artış gösterirken, b değeri tüm örneklerde azalmış, a değeri ise siyah ve oolong çayda azalırken yeşil çayda artış göstermiştir. İkinci fermantasyon olan Trabzon hurması ilavesi sonrasında hurma ilave miktarına bağlı olarak örneklerin yeşil çayda % 5 hurma ilavesi ile L ve a değeri azalmış, %10 hurma ilavesi ile daha da azalıştır, b değeri ise %5 hurmalıda artmış, %10 hurmalıda daha da artmıştır. Siyah çayda % 5 hurma ilavesi ile L değeri artmış, % 10 hurma ilavesi ile daha da artmıştır; b değeri % 5 hurma ilavesi ile azalmış, % 10 hurma ilavesi ile daha da azalmıştır; a değeri ise %5 hurma ilavesi ile azalmış fakat % 10 hurma ilavesi ile artmıştır. Oolong çayında L ve a değerleri % 5 hurma ilavvesi ile artmış; % 10 hurma ilavesi ile % 5 e kıyasla azalmış fakat hurmasıza kıyasla yüksek olduğu gözlenmiştir; b değeri ise % 5 hurma ilavesi ile azalmış, % 10 humra ilavesi ile artmış fakat hurmasızın b değerinin altında kalmıştır. Örnekler parlak, kırmızı ve sarı olarak değerlendirilmiştir.

Chakravorty vd. (2016) fermantasyon sırasında, flavonoidler de dahil olmak üzere polifenollerde bir artış olurken, tearubigin teaflavine dönüşür ve bu da kombuchanın renginin fermantasyonun ilerleyen zamanı ile karanlıktan aydınlığa değişmesine neden olduğu yönünde değerlendirmede bulunmuştur. Bu çalışmada ise ilk fermantasyon ve ikinci fermantasyon aşamalarında örneklerin parlaklık değeri artmıştır.

Çizelge 8. Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi

	Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon								
	(5. Gün)								
	Hurmasız			**%5 Hurma İlaveli**			**%10 Hurma İlaveli**		
	L	**a**	**b**	**L**	**a**	**b**	**L**	**a**	**b**
Siyah Çay	88,34±0,006	0,87±0	28,97±0,006	90,6±0	0,003±0,006	19,36±0,006	91,28±0,026	-0,21±0,006	17,84±0,006

Yeşil Çay	96,26±0,01	-0,64±0	3,87±0,023	96,12±0,01	-0,63±0,006	4,80±0,012	95,65±0,13	-0,61±0,006	6,12±0,006
Oolong Çayı	96,11±0,006	-0,43±0,006	3,65±0,006	96,46±0,01	-0,47±0	2,66±0,006	96,41±0,006	-0,44±0,0	3,04±0,006

Çizelge 9. Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi

	Başlangıç Çayı + Scoby+Çay			Fermentasyon (Gün)																												
				1			2			3			4			5			6			7			8			9			10		
	L	a	b	L	a	b	L	A	b	L	a	b	L	a	b	L	A	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Siyah Çay	84,44±0,03	3,12±0,006	42,94±0,029	84,44±0	3,33±0,006	42,01±0,006	84,83±0,012	3,16±0,017	41,39±0,040	85,17±0,021	2,88±0,028	40,94±0,036	85,38±0,17	3,14±0,10	41,29±0,11	86,38±0,006	2,44±0,02	38,14±0,023	87,18±0,01	1,73±0,1	34,80±0,029	87,26±0,015	1,46±0,015	34,34±0,066	87,18±0,01	1,53±0,017	33,97±0,047	87,27±0,01	1,35±0,045	33,86±0,01	87,48±0,015	1,10±0,006	33,02±0,052
Yeşil Çay	95,76±0	-0,1±0,006	5,79±0,006	95,67±0,006	-0,91±0	5,85±0,006	95,75±0,04	-0,87±0,02	5,85±0,07	95,90±0,04	-0,88±0,006	5,69±0,02	95,93±0,02	-0,65±0,006	7,87±0,006	95,40±0,006	-0,61±0,006	6,60±0,006	96,24±0,02	-0,75±0,017	4,31±0,06	96,22±0,05	-0,75±0,012	4,19±0,05	96,19±0,03	-0,73±0	4,03±0,02	96,19±0,03	-0,74±0,015	4,16±0,04	96,16±0,01	-0,76±0,006	4,09±0,01
Oolong Çayı	94,79±0,006	-0,78±0,006	8±0	94,71±0,01	-0,66±0,006	8,09±0,01	94,88±0,006	-0,69±0,006	7,82±0,03	94,94±0,015	-0,66±0	7,93±0,02	94,96±0,012	-0,88±0,006	5,4±0,02	96,22±0,006	-0,78±0,01	4,94±0,03	95,20±0,90	-0,52±0,023	5,01±0,10	95,7±0,056	-0,5±0,012	4,94±0,052	95,7±0,017	-0,5±0	4,78±0,020	95,59±0,026	-0,2±0,006	4,84±0,006	95,61±0,01	-0,53±0,06	4,94±0,006

4.2. Biyoaktif Bileşenlerin Değişimi

Kombucha içeceğinin sağlığı teşvik edici aktiviteleri fenolik içeriklerine ve antioksidan aktivitelerine bağlanmaktadır (Ulusoy, 2019). Fermantasyonu başlatacak olan bir önceki üretimden elde ettiğimiz kombucha örneği toplam fenolik madde miktarı siyah çayda 11,2± 0,272 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 9,5± 0,274 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise 21,0± 0,572 mg TE/100 g olarak; yeşil çayda 19,95±1,551 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 15,81±1,602 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise 79,63±1,400 mg TE/100 g olarak; oolong çayında 11,24±0,329 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 12,32±1,890 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise 61,83±1,689 mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. İlk fermantasyon sonrasında bu değerler siyah çay için sırasıyla 18,8±0,182; 4,9±0,239 ve 33,3±0,282 mg TE/100 g, yeşil çay için 33,21±0,104 mg TE/100 g, 13,50±0,787 mg TE/100 g, 65,33±1,160 mg TE/100 g, oolong çayı için 5,43±0,135 mg TE/100 g, 4,75±0,203 mg TE/100 g, 11,28±0,363 mg TE/100 g olarak saptanmıştır. Trabzon hurması ilavesi ile siyah çayda CUPRAC ve TPC değerlerinde düşüş gözlenmiştir, bu uzun süreli fermentasyon sürecinde mikroorganizmaların kendilerine enerji sağlamak için fenolik bileşenleri kullanmasına bağlı olarak polifenol konsantrasyonunun azalması ile açıklanabilir. DPPH değeri ise hurma ilavesi ile yükselmiştir, bu hurmanın bileşiminde bulunan 0,4g/100g oranında yağ içeriğinin lipofilik antioksidan aktiviteye etkisi ile açıklanabilir. Yeşil çayın ikinci fermantasyonu sonucu %5 hurma ilavesi artışa sebep olmazken % 10 hurma ilavesi yeşil çayda TPC ve CUPRAC değerlerinde hurmadan kaynaklı artışa sebep olmuştur. Hurma ilavesine rağmen lipofilik antioksidan akvitede de düşüş devam etmiştir. Oolong çayında % 10 hurma ilavesinin her üç örnekte de % 5 hurmaya kıyasla kayda değer fark yarattığı görülmüştür, %5 hurma ilavesi artırılmak istenen antioksidan ve toplam fenolik bileşen oranında etkisiz kalmıştır. %10 Trabzon hurması ilavesi kontrol gruubu ile kıyasladığında TPC ve CUPRAC değerlerinde beklenen artışı sağladığı görülmektedir. %5 hurma ilavesi mikroorganizmaları için sağlayacak besin yönünden yetersiz kalmış ve kendilerine enerji sağlamak için fenolik bileşenleri kullandığı için antioksidan ve fenolik bileşenlerde düşüş görülmüştür. %10 hurma ilavesinin ise yeterli besini sağladığı görülmektedir. %10 hurma ilaveli yeşil çay kombucha toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite yönünden tüm örneklerden en yüksek değerlere sahip olarak belirlenmiştir.

Fermantasyon işlemiyle, SCOBY kültüründeki mikroorganizmaların aktivitelerine bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip fenolikler, tanenler ve flavonoidler gibi küçük moleküllerin oluşması toplam fenolik madde içeriğini artırabilmektedir (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).

Jakubczyk vd. (2020) yeşil, siyah, beyaz ve kırmızı çay ile yaptığı çalışmada; fermantasyon süresi ve çayın türünün, kombuchanın anti-radikal özellikleri üzerinde etkili olduğunu ve çay türü açısından, yeşil çaydan hazırlanan kombuchanın, en yüksek antioksidan potansiyeli ile karakterize edildiğini ve fermantasyonun ilk gününde en yüksek değeri verdiğini tespit etmiştir. Analiz edilen kombucha içeceklerinin her birinde, fermantasyon süresinin artmasıyla serbest radikalleri deaktive etme yeteneğinin azaldığını belirlemiştir.

Wang vd. (2022) hem siyah hem de yeşil çay fermantasyon gruplarının eşdeğer antioksidan kapasitesini, fermente edilmemiş gruptan daha yüksek bulmuştur. Ayrıca siyah çayın antioksidan kapasitesinin yeşil çaydan önemli ölçüde daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Değirmencioğlu, Yıldız, Şahan, Güldaş ve Gürbüz (2020) ise yeşil, siyah ve beyaz çaylar dahil altı çeşit çaydan elde edilen kombucha çayı ekstraktlarının antioksidan kapasitesini incelediler ve yeşil ve beyaz çayların en yüksek antioksidan özellikleri, siyah çayın ise en düşük antioksidan özellikleri gösterdiğini bulmuşlardır. Bu nedenle, farklı çay türlerinin farklı polifenol bolluğu, Kombucha çayının antioksidan aktivitesi üzerindeki önemli faktörlerden biridir. Bizim çalışmamızda ise yeşil ve oolong çayında kontrol grubuna kıyasla %10 Tabzon hurma ilavesinin TPC ve CUPRAC antioksidan aktivite değerini artırdığı görülmüştür.

Chakravorty vd. (2016) Yeşil, siyah, kırmızı, beyaz çay ile yaptığı kombucha çalışmasında en yüksek antioksidan potansiyeli yeşil çayda, ancak fermantasyonun 7. gününde (100,33 mg / g) belirlemiştir. Çalışmamız diğer araştırmacıların çalışmalarını

doğrulamaktadır, bizim çalışmamızda da en yüksek antioksidan potansiyel yeşil çayda gözlenmiştir.

Çizelge 13. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi

TPC (mg TE/100 g)			
ÖRNEK	**Sindirilmemiş**	**Mide**	**Bağırsak**
Oolong hurmasız kontrol	5,43±0,135 ^{Ic}	8,3±0,924 ^{Ib}	15,8±0,619 ^{GHa}
Oolong başlangıç	11,24±0,329 ^{Gc}	35,5±1,239 ^{Ea}	17,1±,262 ^{FGb}
Oolong 125 g hurmalı (%5)	5,00±0,359 ^{Ic}	17,0±1,402 ^{Hb}	19,1±0,285 ^{DEa}
Oolong 250 g hurmalı (%10)	7,38±0,242 ^{Hc}	16,4±1,475 ^{Hb}	20,9±0,498 ^{BCDa}
Siyah hurmasız kontrol	18,51±0,334 ^{Eb}	28,7±0,318 ^{Fa}	17,7±0,787 ^{EFGb}
Siyah Başlangıç	11,16±0,270 ^{Gc}	23,0±1,523 ^{Ga}	19,4±1,044 ^{BCDb}
Siyah 125 g hurmalı (%5)	13,94±0,810 ^{Fc}	28,8±2,098 ^{Fa}	19,8±0,737 ^{BCDEb}
Siyah 250 g hurmalı (%10)	17,47±0,598 ^{Ec}	37,2±2,898 ^{Ea}	22,0±1,136 ^{Bb}
Yeşil hurmasız kontrol	33,21±0,104 ^{Bb}	59,4±1,930 ^{Ca}	19,7±0,368 ^{CDEc}
Yeşil başlangıç	19,95±1,551 ^{Db}	109,4±2,547 ^{Aa}	14,4±0,759 ^{Hc}
Yeşil 125 g hurmalı (%5)	25,67±0,188 ^{Cb}	52,8±0,158 ^{Da}	21,5±0,737 ^{BCc}
Yeşil 250 g hurmalı (%10)	39,75±0,183 ^{Ab}	94,7±2,327 ^{Ba}	28,7±1,142 ^{Ac}

**Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).*

Çizelge 14. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi

CUPRAC (mg TE/100 g)			
ÖRNEK	**Sindirilmemiş**	**Mide**	**Bağırsak**
Oolong hurmasız kontrol	11,28±0,363 ^{IIc}	36,8±1,394 ^{Ia}	18,6±1,058 ^{Gb}
Oolong başlangıç	61,83±1,689 ^{Db}	165,3±6,626 ^{Ca}	42,0±0,466 ^{Bc}
Oolong 125 g hurmalı	9,51±0,796 ^{Ic}	44,9±0,588 ^{HIa}	22,5±0,887 ^{Fb}
Oolong 250 g hurmalı	13,09±0,332 ^{Ic}	37,7±1,338 ^{Ia}	26,1±1,418 ^{DEb}
Siyah hurmasız kontrol	33,30±1,039 ^{Fb}	68,9±4,116 ^{Fa}	24,6±1,603 ^{EFc}
Siyah Başlangıç	20,98±0,548 ^{Hb}	66,2±2,025 ^{Fa}	23,8±0,767 ^{EFb}
Siyah 125 g hurmalı	21,54±0,770 ^{Hb}	51,6±2,338 ^{GHa}	21,7±0,866 ^{Fb}
Siyah 250 g hurmalı	25,48±0,732 ^{Gb}	64,0±3,101 ^{FGa}	24,0±0,729 ^{EFb}
Yeşil hurmasız kontrol	65,33±1,160 ^{Cb}	137,8±5,659 ^{Da}	30,5±0,497 ^{Cc}
Yeşil başlangıç	79,63±1,400 ^{Ab}	272,1±8,962 ^{Aa}	44,5±0,689 ^{Bc}
Yeşil 125 g hurmalı	41,83±0,568 ^{Eb}	110,2±6,135 ^{Ea}	27,7±0,723 ^{CDc}
Yeşil 250 g hurmalı	70,83±0,842 ^{Bb}	199,7±1,556 ^{Ba}	51,8±1,420 ^{Ac}

**Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).*

Çizelge 15. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi

DPPH (mg TE/100 g)			
ÖRNEK	**Sindirilmemiş**	**Mide**	**Bağırsak**
Oolong hurmasız kontrol	4,75±0,203 ^{Gc}	6,6±0,168 ^{Jb}	10,9±0,233 ^{DEa}
Oolong başlangıç	12,32±1,890 ^{Ba}	12,8±0,245 ^{CDa}	15,0±1,391 ^{BCa}
Oolong 125 g hurmalı	1,22±0,078 ^{Hc}	8,1±0,280 ^{HIb}	9,2±0,747 ^{EFa}
Oolong 250 g hurmalı	1,52±0,068 ^{Hc}	7,4±0,304 ^{IJb}	10,8±0,581 ^{DEa}
Siyah hurmasız kontrol	4,9±0,245 ^{FGc}	10,9±0,523 ^{Ea}	8,5±0,594 ^{Fb}
Siyah Başlangıç	9,48±0,622 ^{CDb}	9,8±0,623 ^{FGb}	16,6±0,718 ^{ABa}
Siyah 125 g hurmalı	6,99±0,341 ^{EFc}	8,9±0,285 ^{GHb}	12,1±0,336 ^{Da}
Siyah 250 g hurmalı	7,52±1,031 ^{DEb}	9,0±0,244 ^{GHab}	10,5±0,515 ^{DEa}
Yeşil hurmasız kontrol	13,50±0,787 ^{Bb}	15,0±0,402 ^{Ba}	14,4±0,056 ^{Cab}
Yeşil başlangıç	15,81±1,602 ^{Ab}	29,4±0,649 ^{Aa}	18,5±0,821 ^{Ab}
Yeşil 125 g hurmalı	10,17±0,396 ^{Cb}	13,6±0,234 ^{Ca}	9,3±0,613 ^{EFb}
Yeşil 250 g hurmalı	9,95±0,624 ^{Cb}	12,2±0,275 ^{Da}	8,0±0,370 ^{Fc}

**Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.*

Farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

4.3. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çizelge 16. Trabzon Hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin duyusal özellikleri (rakamları 2 + 2 gibi vermelisin)

Örnekler	Aroma	Lezzet	Berraklık	Renk	Burukluk	Koku	Genel Beğenilirlik
Siyah	3.8889±0.78174 [a]	3.7778±0.83333 [a]	4.8889±1.36423 [a]	4.2222±0.83333[a]	3.7778±0.66667 [a]	3.6667±0.70711[a]	3.7778±0.97183[a]
Yeşil	3.8889±1.05409 [a]	4±1.32288[a]	4.6667±1.73205 [ab]	3.5556±1.01379[a]	3.8889±0.92796 [a]	3.6667±1 [a]	3.7778±0.97183[a]
Oolong	3.6667±1 [a]	3.4444±0.88192 [a]	4.1111±0.92796 [ab]	3.7778±1.09291[a]	3.7778±1.20185 [a]	3.6667±1.41421[a]	3.6667±0.86603[a]
%5 hurmalı siyah çaydan kombucha	3.5556±1.23603[a]	3.3333±1.22474 [a]	3.5556±1.13039 [ab]	3.5556±0.72648[a]	3.5556±1.23603[a]	3.5556±1.23603[a]	3.3333±1.11803[a]
%5 hurmalı yeşil çaydan kombucha	3.1111±1.36423 [a]	2.8889±1.2693 [a]	3.3333±1 [ab]	2.8889±1.36423[a]	2.7778±1.30171[a]	3.3333±1.65831[a]	2.8889±1.2693[a]
%5 hurmalı oolong çayından kombucha	3.4444±0.72648 [a]	3.3333±0.70711 [a]	3.2222±0.97183 [ab]	3.0000±0.70711[a]	3.2222±0.83333 [a]	3.7778±0.83333[a]	3.6667±0.70711[a]
%10 hurmalı siyah çaydan kombucha	3.1111±1.53659[a]	3.3333±1.65831 [a]	3.1111±1.76383 [ab]	3.5556±1.424[a]	3.2222±1.39443[a]	3±1.32288[a]	3.1111±1.61589[a]
%10 hurmalı yeşil çaydan kombucha	3.3333±1.22474 [a]	3.4444±1.13039 [a]	2.8889±1.05409 [b]	2.8889±1.36423[a]	3.4444±1.13039[a]	3.6667±1.22474[a]	3.2222±1.20185[a]
%10 hurmalı oolong çayından kombucha	3.2222±1.64148[a]	3.2222±1.20185 [a]	3.1111±1.05409 [ab]	2.8889±0.92796[a]	3.0000±1[a]	3.6667±1.22474[a]	3.2222±1.39443[a]

Aynı satırda bulunan farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir(p<0.05)*

Koku değeri hariç diğer tüm özellikler (aroma, lezzet, renk, burukluk, berraklık ve genel beğenilirlik) kullanılan substrattan büyük ölçüde etkilenmiştir. İlk fermantasyon sonrası Trabzon hurmasız siyah, yeşil, oolong çaylı kombuchalar en yüksek beğenilirliğe sahip olarak bulunmuştur. Lezzet değeri en yüksek hurmasız yeşil çay kombucha seçilmiştir. En berrak ve rengi en çok beğenilen hurmasız siyah çaylı kombucha olmuştur. Yeşil çay hariç %5 Trabzon hurmalı örnekler %10 ilaveli örneklere göre daha çok beğenilmiştir. Trabzon hurması ilave edilmemiş olan Başlangıç çayı + Çay + SCOBY örneğinin rengi panelistler tarafından Trabzon hurması ilave edilen örneklere göre daha koyu renkli olarak ifade edilmişlerdir. Trabzon hurması ilavesinin kombuchanın buruk tadını iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. Hurma ilavesinin genel beğenirliği azalttığı belirlenmiştir, bu tercihte panelistlerin günlük çay tüketiminde şeker kullanmama tercihlerinin, kombuchanın daha tatlı içeriğe kavuşunca damak tadlarına uymaması yönünde değerlendirilmiştir. Renk, berraklık hariç tüm yönlerden en beğenilen içecek Trabzon hurmasız yeşil çaylı kombucha olmuştur.

Kombucha içecekleri ferahlatıcı ve ekşi tadıyla ayırt edilmektedirler. Amarasinghe vd. (2018) artan asitliğin tüketici beğenilirliğini düşüreceğini belirtmiştir, hurmasız örneklerimizde pH 3,58-3,80 aralığındadır ve genel beğenilirlik en yüksek bu örneklerde bulunmuştur ve hurma ilavesi ve artan fermantasyon süresi ile pH'lar 2,49-2,73 değerlerine ulaşmıştır ve bu asitlik değeri genel beğenilirliği etkilemiştir.

Bulanıklıkla ilgili bir özellik de sıvı ortamdaki çözünmüş maddelerin varlığını yansıtan yoğunluktur, bu nedenle şekerler ve asitler, 4°C'de yoğunluğu 1,0 g/cm³ olan sudan daha yoğundur (Alves, 2014). Bu sebeple fermantasyon süresi arttıkça üründeki organik asitler artar ve yoğunluk artar.



Şekil 4. Kombucha örneklerinin duyusal değerlendirilmesi

5. SONUÇ

Bu çalışma ile fermente bir içecek olan kombucha çayının nutrasötik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Fonksiyonel bileşenler açısından zengin olan Trabzon Hurması ve siyah çayın, yeşil çayın, oolong çayının SCOBY kültürü ile fermente edilmesi ile elde edilen Kombucha içeceği daha önce denenmemiştir. Bununla birlikte, meyve ve çay kombinasyonunun besin değeri, lezzet ve sağlığa faydalı bileşenler açısından zenginleştirilmesi ile sağlık problemleri olan ya da yaşam tercihi olarak doğal fermente ürünlere yönelen bireyler için alternatif bir içecek olması da planlanmıştır. Hastalık riskini azaltan fermente içecekler giderek daha fazla tüketilmektedir. Kombucha diğer kefir gibi fermente ürünlere göre fermantasyon süresinin daha uzun olması ve istenilen miktarda ürün üretilebilmesi açısından üretim kolaylığı sağlamaktadır. Fermantasyon yapılmadığı zamanlarda Scoby yeterli substrat ilavesiyle soğuk depolama ile uzun ömürlü saklanabilmektedir. Kefir gibi fermente ürünlerde substratın sık değiştirilmesi, kolay bozulabilir olması tüketim sürecini zorlaştırmaktadır. İdeal koşullarda üretilen Kombuchada ise kullanılan başlangıç kültürü ve fermantasyonda pH'ın hızla düşmesi, yüksek asitliği, ürünün içindeki baskın gelen faydalı mikrobiyal yük zararlı mikroorganizma gelişimini engellemekte ve ürünün bozulması pek mümkün olmamaktadır. Ayrıca raf ömrü olarak da rafta beklemesi asitliğini ve duyusal özelliklerini etkilemektedir fakat ürünün raf ömründen dolayı bozulması söz konusu olmamaktadır.

Çalışmada, Trabzon hurması ilavesi ve siyah, yeşil, oolong çayı ile elde edilen kombucha içeceğinin fermentasyon süreci izlenmiş, fermente içeceğin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan içerikleri belirlenmiş ve duyusal olarak tüketici beğenisi değerlendirilmiştir. Siyah, yeşil, oolong çayın 25 ± 2 ºC'de 10 günlük ilk fermantasyonu sonucu elde edilen kombucha içeceğine %5 ve 10 oranında Trabzon hurması püresi ilave edilerek ikinci fermantasyon gerçekleştirilmiştir. Her iki fermantasyon boyunca ürünlerin pH, briks, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizde ise örneklerin tat, koku, aroma, renk, berraklık, burukluk ve genel beğenilirlik kriterleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre;

- Siyah çay, yeşil çay, oolong çayı ve Trabzon hurması ilavesi ile kombucha içeceği üretimi başarı ile sonuçlanmıştır.
- Fermentasyon sonunda pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.
- Kombucha içeceklerinde suda çözünür kurumadde değerinin ilk fermantasyonda değişmediği ve fermantasyon sonunda başlangıç değeri ile aynı olduğu gözlenmiştir. İkinci fermantasyondan sonra ise ilave edilen Trabzon hurması dolayısıyla suda çözünür kuru madde değerinin arttığı görülmüştür. Hurma miktarının artmasının suda çözünür kuru madde miktarının değerini de artırdığı görülmüştür.
- Kombucha içeceklerinin ilk fermantasyon süresince L değeri tüm örneklerde artış gösterirken, b değeri tüm örneklerde azalmış, a değeri ise siyah ve oolong çayda azalırken yeşil çayda artış göstermiştir. İkinci fermantasyon olan Trabzon hurması ilavesi sonrasında hurma ilave miktarına bağlı olarak örneklerin L,a ve bdeğerlerinde farklı değişimler gözlenmiştir. Örnekler parlak, kırmızı ve sarı olarak değerlendirilmiştir.
- İçeceklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri değerlendirildiğinde %10 hurma ilaveli yeşil çay kombucha toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite yönünden tüm örneklerden en yüksek değerlere sahip olarak belirlenmiştir. Oolong çaylı hurmalı ve hurmasız kombucha içeceleri ise fermantasyon boyunca toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite yönünden en düşük değerlere sahip olarak bulumuştur. Literatürde fermantasyon ile artış gösterdiği ifade edilen fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerlerindeki azalma mikroorganizmaların fermantasyon sırasında oluşan biyoaktif bileşenleri kendi gelişimleri için kullanmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda çay çeşidi ve hurma miktarı farklı kullanılarak değerlendirme yapılmıştır; şeker miktarının daha fazla veya farklı oranlarda kullanılarak mikroorganizmalara besin kaynağı olmasını sağlayıp fenolik bileşenlerin parçalanmasının engellenebilir olup olmadığının, antioksidan aktiviteye etkilerinin tekrar üzerinde çalışma yapılabilecek bir konu olduğu belirlenmiştir.

- Duyusal analiz sonuçlarına göre; koku değeri hariç diğer tüm özellikler (aroma, lezzet, renk, burukluk, berraklık ve genel beğenilirlik) kullanılan substrattan büyük ölçüde etkilenmiştir. İlk fermantasyon sonrası siyah ve yeşil çay kombuchalar en yüksek beğenilirliğe sahip olarak bulunmuştur. Lezzet değeri en yüksek hurmasız yeşil çay kombucha seçilmiştir. En berrak ve rengi en çok beğenilen hurmasız siyah çaylı kombucha olmuştur. Yeşil çay hariç %5 Trabzon hurmalı örnekler %10 ilaveli örneklere göre daha çok beğenilmiştir. Trabzon hurması ilave edilmemiş olan Başlangıç çayı + Çay + SCOBY örneğinin rengi panelistler tarafından Trabzon hurması ilave edilen örneklere göre daha koyu renkli olarak ifade edilmişlerdir. Trabzon hurması ilavesinin kombuchanın buruk tadını iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. Hurma ilavesinin genel beğenirliği azalttığı belirlenmiştir. Renk hariç tüm yönlerden en beğenilen içecek hurmasız yeşil çaylı kombucha olmuştur.

  Bu çalışma, siyah çay, yeşil çay, oolong çayı ile birleştirilen biyoaktif bileşenlerce zengin Trabzon hurmasının substrat olarak kullanımının, içeceklerin antioksidan aktivitelerini arttırdığını göstermiştir. Trabzon hurmasının fonksiyonel fermente içecekler üretmek için alternatif substrat olduğu ve kombucha içeceklerinin kabul edilebilirliğini arttırdığı görülmüştür. Antosiyanin yönünden zengin yiyeceklerin tüketimi ile ilişkilendirilen sağlık yararları göz önüne alındığında, bu materyaller, besleyici değeri yüksek fonksiyonel içecekler için önemli bir kaynak olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

Abuduaibifu, A. & Tamer, C. E. (2019). Evaluation of physicochemical and bioaccessibility properties of goji berry kombucha. *Journal of Food Processing and Preservation*, *43* (9). https://doi.org/10.1111/jfpp.14077

Alves, L. M. F. (2014). Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em campina grande na paraíba, p. 34.

Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., Waisundara, V. Y. (2018). Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation.*Food Science and Nutrition, 6*, 659–665. https ://doi.org/10.1002/fsn3.605

Argyri, K., Proestos, C., Komaitis, M., Kapsokefalou, M. (2005). Phenolic compounds in red wine digested in vitro in the presence of iron and other dietary factors. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 56 (3),* pp. 213-222.

Aung, T. & Eun, J. B. (2021). Production and characterization of a novel beverage from laver (Porphyra dentata) through fermentation with kombucha consortium. *Food Chemistry*, *350*, Article 129274. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129274

Ayed, L., Ben Abid, S. & Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, *67* (1), pp. 111-121. https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2

Ayed, L., Hamdi, M. (2015). Manufacture of a beverage from cactus pear juice using "tea fungus" fermentation. *Annals of Microbiology, 65* (4), 2293–2299.

Barba, F.J., Mariutti, L.R., Bragagnolo, N., Mercadante, A.Z., Barbosa-Canovas, G.V., Orlien V. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology*, 67, pp. 195-206.

Bek, Y. & Efe, E. (1995). Araştırma ve Deneme Metotları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:71, Adana.

Bermúdez-Soto, M.J., Tomás-Barberán, F.A. & García-Conesa, M.T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (Aronia melanocarpa) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. *Food Chemistry, 102 (3),* pp. 865-874.

Bhattacharyya, N.,Seth, S., Tudu, B., Tamuly, P., Jana, A., Ghosh, D. vd. (2007). Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose. *Sensors and Actuators B: Chemical, 122* (2), pp. 627-634.

Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., Imran, M. (2015). Persimmon (Diospyros kaki) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI J.*, 14, pp. 542-561.

Cabrera-Ramírez, A.H., Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A.K., Morales-Sánchez, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M. (2020). Effect of the nixtamalization process on the protein bioaccessibility of white and red sorghum flours during in

vitro gastrointestinal digestion. *Food Research International,* 134 (January), Article 109234. 10.1016/j.foodres.2020.109234

Cai, W., Xie, L., Chen, Y. & Zhang, H. (2013). Purification, characterization and anticoagulant activity of the polysaccharides from green tea. *Carbohydrate Polymers*, *92,* pp. 1086-1090.

Cardoso, R. R., Neto, R. O., Dos Santos D'Almeida, C. T., Do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., Martino, H. S. D., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., Barros, F. A. R. D. (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. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782

Çapanoğlu, E., Beekwilder, J., Boyacıoğlu, D., Hall, R., De Vos, R. (2008). Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. J Agric Food Chem. 56: 964-73.

Cemeroğlu, B. (2007). Gıda Analizleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., Gachhui, R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, *220,* 63-72. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015

Chen, L, Chen, Q., Zhang, Z. & Wan, X. (2009). A novel colorimetric determination of free amino acids content in tea infusions with 2,4-dinitrofluorobenzene. *Journal of Food Composition and Analysis, 22* (2), pp. 137-141.

Chen, Y. L., Duan, J., Jiang, Y. M., Shi, J., Peng, L., Xue, S., Kakuda, Y. (2010). Production, quality, and biological effects of oolong tea (Camellia sinensis). *Food Research International, 27*, pp. 1-15. https://doi.org/10.1080/87559129.2010.518294

Chen, X. N., Fan, J. F., Yue, X., Wu, X. R., Li, L. T. (2008). Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (Dyospiros kaki L. cv. Mopan). *Journal of Food Science, 73,* pp. 24-28.

Chen, P.Y., Li, S., Koh, Y.C.,vd. (2019). Oolong tea extract and citrus peel polymethoxyflavones reduce transformation of L-carnitine to trimethylamine-N-oxide and decrease vascular inflammation in L-carnitine feeding mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, pp. 7869-7879. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b03092

Chen, C. & Liu, B. Y. (2000). Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 834-839.

Chen, H., Zhang, M., Qu, Z., Xie, B. (2008). Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide conjugates from green tea (Camellia Sinensis). *Food Chemistry*, *106*, pp. 559-563.

Choi, E.-H., Rha, C.-S., Balusamy, S.R., Kim, D.-O., Shim S.-M. (2019). Impact of bioconversion of gallated catechins and flavonol glycosides on bioaccessibility

and intestinal cellular uptake of catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67* (8) , pp. 2331-2339.

Chu, S. C. & Chen, C. (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombuch. *Food Chemistry, 98* (3), pp. 502-507. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.080

Chung, J.-O., Lee, S.-B., Jeong, K.-H., Song, J.-H., Kim, S-K., Joo, K.-M. vd. (2018). Quercetin and fisetin enhanced the small intestine cellular uptake and plasma levels of epi-catechins in in vitro and in vivo models. *Food & Function, 9* (1), pp. 234-242.

Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloumme-Labarthe, L., ..., Coton, E. (2017). Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93 (5), pp. 1-16. https://doi.org/10.1093/femsec/fix048

Crum, H. & LaGory , A. (2016). The big book of Kombucha: Brewing, flavoring, and enjoying the health benefits of fermented tea. *Storey Publishing, North Adams, MA.*

Da Silva Pinto, M. (2013). Tea: a new perspective on health benefits. *Food Research International, 53 (2),* pp. 558-567.

De Filippis, F., Troise, A. D., Vitaglione, P., Ercolini, D. (2018). Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. *Food Microbiology*, 17, 11-16. https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.008

Degirmencioglu, N., Yıldız, E., Sahan, Y., Guldas, M., Gurbuz, O. (2020). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science & Technology*, 58 (6) , pp. 2304-2312. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04741-7

Dufresne, C. & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International, 33* (6), pp. 409-421. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3

Gaggìa, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D. S., Jakobsen, R. R., Castro-Mejía, J.L., ..., di Gioia, D. (2019). Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: A comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients*, *11* (1). https://doi.org/10.3390/nu11010001

Gawande, S., Kale, A. & Kotwal, S. (2008). Effect of nutrient mixture and black grapes on the pharmacokinetics of orally administered (-)epigallocatechin-3-gallate from green tea extract: A human study. *Phytotherapy Research, 22* (6), pp. 802-808.

Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A., Antonelli, A. (1998). Characterization of White Vinegars of Different Sources With Artificial Neural Networks, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 415-425.

Giordani, E., Doumett, S., Nin, S. & Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): a review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International, 9*(44), 1752-1767.

González, E. (2003). The chemo-preventive effect of tea and its components. *Arch. Latinoam. Nutr., 53* (2), pp. 111-118.

Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M. *vd.* (2001). Comparative content of dietary fiber, total phenolics and minerals in persimmon and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49*, pp. 952-957.

Gorinstein, S., Zemser, M., Weisz, M., Halevy, S., Deutsch, J., Tilis, K. *vd.* (1994). Fluorometric analysis of phenolics in persimmons. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 58,* pp. 1087-1092.

Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H. & Ledford, R. A. (2000). Kombucha, the fermented tea: Microbiology, composition, and claimed health effects. *Journal of Food Protection*, *63* (7), pp. 976-981. https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.7.976

Grootaert, C., Kamiloglu, S., Capanoglu, E. & Van Camp, J. (2015). Cell systems to investigate the impact of polyphenols on cardiovascular health. *Nutrients, 7* (11) , pp. 9229-9255.

Grundy, M.M.-L., Edwards, C.H., Mackie, A.R., Gidley, M.J., Butterworth, P.J. & Ellis, P.R. (2016). Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. *British Journal of Nutrition, 116* (5), pp. 816-833.

Guan, C., Zhang, Y., Zhang, P., Chachar, S., Wang, R., Du, X., Yang, Y. (2020). Germplasm conservation, molecular identity and morphological characterization of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) in the NFGP of China. *Scientia Horticulturae, 272*, 109490. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109490

Haslam, E. (2003). Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry, 64*(1):, 61–73. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00355-8

Heaney, R.P. (2001). Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. *Journal of Nutrution, 131*, pp. 1344S-1348S. 10.1093/jn/131.4.1344s

Ho, C.-T., Zheng, X. & Li, S. (2015). Tea aroma formation. *Food Science and Human Wellness, 4* (1), pp. 9-27.

Ishii, T., Mori, T., Tanaka, T., Mizuno, D., Yamaji, R., Kumazawa, S. et al. (2008). Covalent modification of proteins by green tea polyphenol (–)-epigallocatechin-3-gallate through autoxidation. *Free Radical Biology and Medicine, 45 (10)*, pp. 1384-1394.

Ivanišová, E., Meňhartová, K., Terentjeva, M., Godočíková, L., Árvay, J., Kačániová, M. (2019). Kombucha tea beverage: Microbiological characteristic, antioxidant activity, and phytochemical composition. *Acta Alimentaria*, *48* (3), pp. 324-331 https://doi.org/10.1556/066.2019.48.3.7

Ivanisova, E., Menhartova, K., Terentjeva, M., Harangozo, L., Kantor, A., Kacaniova, M. (2020). The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *Journal of Food Science Technology*, 57 (5), pp. 1840-1846. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3

Jakobek L. (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry, 175*, pp. 556-567.

Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9 (5). https://doi.org/10.3390/antiox9050447

Jayabalan, R., Malbasa, R., Sathishkumar, M. (2016). Kombucha. *Reference module in food science*. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03032-8

Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Vitas, J., Sathishkumar, M. (2014). Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 13* (4), pp. 538-550. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073

Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K., Yun, S.-E. (2010). Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 19 (3), pp. 843-847. https://doi.org/10.1007/s10068-010-0119-6

Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., Swaminathan, K. (2008). Changes in free radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. *Food Chemistry*, *109*, pp. 227-234.

Jayabalan, R., Marimuthu, S., Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1), 392-398. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.032

Ju, J., Lu, G., Lambert, J. D., Yang, C. S. (2007). Inhibition of carcinogenesis by tea constituents. *S.M. D'Ambrosio, N. Amsterdam (Eds.), Seminars in cancer biology, Elsevier*.

Jung, S., Park, Y., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J. *Vd.* (2005). Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 56* (2), pp. 105-113.

Kaewkod, T., Bovonsombut, S., Tragoolpua, Y. (2019). Efficacy of Kombucha Obtained from Green, Oolong, and Black Teas on Inhibition of Pathogenic Bacteria, Antioxidation, and Toxicity on Colorectal Cancer Cell Line. *Microorganisms*, *7* (12), p. 700. https://doi.org/10.3390/microorganisms7120700

Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., 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), pp. 226-232. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.018

Kapp, J. M. & Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Ann. Epidemiol.*, *30*, pp. 66-70. https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001

Kayisoglu, S. & Coskun, F. (2020). Determination of physical and chemical properties of kombucha teas prepared with different herbal teas. *Food Science and Technology*, pp. 1-5. https://doi.org/10.1590/fst.12720

Kayisoglu, S. & Coskun, F. (2021). Determination of physical and chemical properties of kombucha teas prepared with different herbal teas. *Food Science and Technology*, *41* (suppl 1), pp. 393-397. https://doi.org/10.1590/fst.12720

Khaleil, M. M. (2020). A bioprocess development study of polyphenol profiel, antioxidant and antimicrobial activities of kombucha enriched with Psidium guajava L. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *9* (6), pp. 1204-1210. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.9.6.1204-1210

Khosravi, S., Safari, M., Emam-Djomeh, Z., Golmakani, M. T. (2019). Development of fermented date syrup using Kombucha starter culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *43* (2), pp. 1-10. https://doi.org/10.1111/jfpp.13872

Kodagoda, K. H. G. K. & Wickramasinghe, I. (2017). Health benefits of green and black tea: A review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, *4* (7), pp. 107-112. https://doi.org/10.22161/ijaers.4.7.16

Kovacevic, Z., Davidovic, G., Vuckovic-Filipovic, J., Janicijevic-Petrovic, M. A., Janicijevic, K., Popovic, A. (2014). A Toxic Hepatitis Caused the Kombucha Tea – A Case Report. Open Access *Macedonian Journal of Medical Sciences*, *2,* 128-131. https://doi.org/10.3889/oamjms.2014.023

Kurtzman, C.P., Robnett, C.J., Basehoar-Powers E. (2001). Zygosaccharomyces kombuchaensis, a new ascosporogenous yeast from 'Kombucha tea'. FEMS Yeast Research, 1 (2) , pp. https://doi.org/133-138, 10.1111/j.1567-1364.2001.tb00024.x

La Torre, C., Fazio, A., Caputo, P., Plastina, P., Caroleo, M. C., Cannataro, R., Cione, E. (2021). Effects of long-term storage on radical scavenging properties and phenolic content of kombucha from black tea. *Molecules, 26* (18), p. 5474. https://doi.org/10.3390/molecules26185474

Leal, M., Suárez, V., Jayabalan, R., Oros, H., Escarlante-aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA – Journal of Food*, 16 (1), pp. 390-399. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499

Lee, Y. A., Cho, E. J., Yokozawa, T. (2008). Effects of proanthocyanidin preparations on hyperlipidemia and other biomarkers in mouse model of type 2 diabetes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (17), pp. 7781-7789. https://doi.org/10.1021/jf800639m

Lee, B., Ong, C. (2000). Comparative analysis of tea catechins and theaflavins by high-performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. *Journal of*

Chromatography A, 881 (1–2), pp. 439-447. https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00215-6

Leonarski, E., Cesca, K., Zanella, E., Stambuk, B. U., de Oliveira, D., Poletto, P. (2021). Production of kombucha-like beverage and bacterial cellulose by acerola byproduct as raw material. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 135*, pp. 1-8. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110075

Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Volume 34, 102032.

Lobo, R. O., Dias, F. O. & Shenoy, C. K. (2017). Kombucha for healthy living: Evaluation of antioxidant potential and bioactive compounds. *International Food Research Journal*, *24* (2), pp. 541-546.

Lobo, R. O., Sagar, B. K. C. & Shenoy, C. K. (2017). Bio-tea prevents membrane destabilization during Isoproterenol-induced myocardial injury. *Journal of Microscopy and Ultrastructure, 5* (3), 146-154. https://doi.org/10.1016/j.jmau.2016.09.001

Lobo, R. O. & Shenoy, C. K. (2014). Myocardial potency of bio-tea against Isoproterenol induced myocardial damage in rats. *Journal of Food Science and Technology, 52*(7):, 4491–4498. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1492-6

Lončar, E., Djurić, M., Malbaša, R., Kolarov, L. J., Klašnja, M. (2006). Influence of working conditions upon Kombucha conducted fermentation of black tea. *Food and Bioproducts Processing*, 84 (3), pp. 186 192. https://doi.org/10.1205/fbp.04306

Lopes, D. R., Santos, L. O., Prentice-Hernández, C. (2021). Antioxidant and antibacterial activity of a beverage obtained by fermentation of yerba-maté (Ilex paraguariensis) with symbiotic kombucha culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45* (2). https://doi.org/10.1111/jfpp.15101

Luca, S.V., Macovei, I., Bujor, A., Miron, A., Skalicka-Woźniak, K., Aprotosoaie, A.C. vd. (2020). Bioactivity of dietary polyphenols: The role of metabolites. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60* (4), pp. 626-659.

Luo, Z. & Wang, R. (2008). Persimmon in China: domestication and traditional utilizations of genetic resources. *Advances in Horticultural Science, 22*, 239-243.

Malbaša, R., Lončar, E., Vitas, J., Čanadanović-Brunet, J. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry, 127*, pp. 1727-1731.

Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA – Journal of Food, 16*(1), 390-399. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499

May, A., Narayanan, S., Alcock, J., Varsani, A., Maley, C., Aktipis, A. (2019). Kombucha: A novel model system for cooperation and conflict in a complex

multi-species microbial ecosystem. *PeerJ*, pp. 1-22. https://doi.org/10.7717/peerj.7565

Mizuta, A. G., Menezes, J. L. D., Dutra, T. V., Ferreira, T. V., Castro, J. C., Silva, C. A. J. D., …, Filho, B. A. D. A. (2020). Evaluation of antimicrobial activity of green tea kombucha at two fermentation time points against Alicyclobacillus spp. *LWT-Food Science and Technology*, *130*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109641

Moa, H., Zhub, Y., Chen, Z. (2008). Microbial fermented tea - a potential source of natural food preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 19, pp. 124-130. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.10.001

Neffe-Skocinska, K., Sionek, B., Ścibisz, I., Kolozyn-krajewska, D. (2017). Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. *CyTA – Journal of Food, 15*(4), 601-607. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588

Neilson, A.P., Hopf, A.S., Cooper, B.R., Pereira, M.A., Bomser, J.A., Ferruzzi, M.G. (2007). Catechin degradation with concurrent formation of homo- and heterocatechin dimers during in vitro digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (22)*, pp. 8941-8949. 10.1021/jf071645m

Ning, J., Sun, J., Li, S., Sheng, M. & Zhang, Z. (2017). Classification of five Chinese tea categories with different fermentation degrees using visible and near-infrared hyperspectral imaging. *International Journal of Food Properties, 20* (sup2), pp. 1515-1522.

Ng, K. W., Cao, Z. J., Chen, H. B., Zhao, Z. Z., Zhu, L., Yi, T. (2018). Oolong tea: A critical review of processing methods, chemical composition, health effects, and risk. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *58* (17), pp. 2957-2980. https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1347556

Nummer, B. A. (2013). Kombucha brewing under the Food and Drug Administration model Food Code: Risk analysis and processing guidance. *Journal of Environmental Health, 76* (4), pp. 8-11. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24341155

Ognjenović, J., Stojadinović, M., Milčić, M., Apostolović, D., Vesić, J., Stambolić, I.,..., Velickovic, T.C. (2014). Interactions of epigallo-catechin 3-gallate and ovalbumin, the major allergen of egg White. *Food Chemistry, 164*, pp. 36-43. 10.1016/j.foodchem.2014.05.005

Pan, M.H., Chiou, Y.S., Wang, Y.J. vd. (2011). Multistage carcinogenesis process as molecular targets in cancer chemoprevention by epicatechin-3-gallate. *Food Funct*, 2, p. 101. https://doi.org/10.1039/C0FO00174K

Pastoriza, S., Pérez-Burillo, S., Rufián-Henares, J. Á. (2017). How brewing parameters affect the healthy profile of tea. *Current Opinion in Food Science, 14,* 7-12. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.12.001

Peters, C.M., Green, R.J., Janle, E.M. & Ferruzzi, M.G. (2010). Formulation with ascorbic acid and sucrose modulates catechin bioavailability from green tea. *Food Research International, 43* (1), pp. 95-102.

Pure, A. E. & Pure, M. E. (2016). NAntioxidant and antibacterial activity of kombucha beverages prepared using banana peel, common nettles and black tea infusions. Applied *Food Biotechnology, 3* (2), pp. 125-130. https://doi.org/10.22037/afb.v3i2.11138

Rahmani, R., Beaufort, S., Villarreal-Soto, S. A., Taillandier, P., Bouajila, J., Debouba, M. (2019). Kombucha fermentation of African mustard (Brassica tournefortii) leaves: Chemical composition and bioactivity. *Food Bioscience*, *30*, Article 100414. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100414

Reiss, J. (1994). Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 198* (3), pp. 258-261. https://doi.org/10.1007/BF01192606

Sajilata, M., Bajaj, P.R. & Singhal, R. (2008). Tea polyphenols as nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7 (3), pp. 229-254.

Salman, S., Yılmaz, C., Gökmen, V., Özdemir, F. (2021). Effects of fermentation time and shooting period on amino acid derivatives and free amino acid profiles of tea. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, 137*, Article 110481. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110481

Sánchez, M., González-Burgos, E., Iglesias, I., Lozano, R., Gómez-Serranillos, M.P. (2020). The pharmacological activity of Camellia sinensis (L.) Kuntze on metabolic and endocrine disorders: a systematic review. *Biomolecules*, *10* (4), pp. 603-633. https://doi.org/10.3390/biom10040603

Santos, M. J. (2016). Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Gastronômicas. *Universidade Nova de Lisboa, Lisboa*. run.unl.pt/handle/10362/19346

Sato, A. & Yamada, M. (2016). Persimmon breeding in Japan for pollination-constant non-astringent (PCNA) type with marker-assisted selection. *Breeding Science*, *66,* pp. 60-68.

Shahbazi, H., Hashemi Gahruie, H., Golmakani, M. T., Eskandari, M. H., Movahedi, M. (2018). Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Sciences and Nutrition, 6* (8), pp. 2568-2577. https://doi.org/10.1002/fsn3.873

Shenoy, C. K., Lobo, R. O. & Dias, F. O. (2019). Kombucha (Bio-Tea): An elixir for life? *Nutrients in Beverages, pp. 591-616*. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816842-4.00016-2

Shi, J., Wang, L., Ma, C.Y., Lv, H.P., Chen, Z.M. &Lin, Z. (2014). Aroma changes of black tea prepared from methyl jasmonate treated tea plants. *Journal of Zhejiang University - Science B, 15* (4), pp. 313-321.

Shibusawa, Y., Shoji, A., Yanagida, A., Shindo, H., Tagashira, M., Ikeda, M. et al. (2005). Determination of log Po/w for catechins and their isomers, oligomers, and other organic compounds by stationary phase controlled High-Speed countercurrent chromatography. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 28 (17)*, pp. 2819-2837.

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., Teuber, M. (1995). Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. *Systematic and Applied Microbiology, 18*, 590–594. https ://doi.org/10.1016/ S0723-2020(11)80420-0

Silva, K. A., Uekane, T. M., Miranda, J. F. de, Ruiz, L. F., Motta, J. C. B. da, Silva, C. B., Pitangui, N. de S., Gonzalez, A. G. M., Fernandes, F. F., & Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 34*, 102032. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102032

Singh, H. & Gallier S. (2014). Processing of food structures in the gastrointestinal tract and physiological responses. *Food structures, digestion and health, Elsevier, United States of America*, pp. 51-81. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404610-8.00002-5

Sknepnek, A., Pantić, M., Matijašević, D., Miletić, D., Lević, S., Nedović, V., Nikšić, M. (2018). Novel kombucha beverage from lingzhi or reishi medicinal mushroom, Ganoderma Lucidum, with antibacterial and antioxidant effects. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018025833

Stangl, V., Lorenz, M. & Stangl, K. (2006). The role of tea and tea flavonoids in cardiovascular health. *Molecular Nutrition & Food Research, 50* (2), pp. 218-228.

Suzuki, T., Someya, S., Hu, F., Tanokura, M. (2005). *Rapid communication.* Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmons (Diospyros kaki). *Food Chemistry*, 93, pp. 149-152.

Taira, S. (1996). Astringency in persimmon. *H.-F. Linskens, J.F. Jackson (Eds.), Modern Method of Plant Analysis, Fruit Analysis*, Vol. 18, Springer-Verlag, Berlin, pp. 97-109.

Tang, D., Zhang, Q., Xu, L., Guo, D, Luo, Z. (2018). Number of species and geographical distribution of *Diospyros* L. (Ebenaceae) in China. *Horticultural Plant Journal,* 5, 59-69.

Tardugno, R., Gervasi, T., Nava, V., , G. C. O., Icon, V. F. O. & Cicero, N. (2021). *Nutritional and mineral composition of persimmon fruits (Diospyros kaki).* Received 09 Feb 2021, Accepted 20 Apr 2021, Published online: 07 May 2021. https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1921768

Teoh, A. L., Heard, G. & Cox, J. (2004). Yeast ecology of Kombucha fermentation. *Journal of Food Microbiology, 95*(2), 119-126.

Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., Dong, M. (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods, 52*, pp. 81-89. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.024

Ulusoy, A. & Tamer, C.E. (2019). Determination of suitability of black carrot (*Daucus carota* L. spp. sativus var. *atrorubens* Alef.) juice concentrate, cherry laurel (*Prunus laurocerasus*), blackthorn (*Prunus spinosa*) and red raspberry (*Rubus ideaus*) for kombucha beverage production. *Journal of Food Measurement and Characterization, 13* (2), pp. 1524-1536. https://doi.org/10.1007/s11694-019-00068-w

Valenzuela, A. (2004). El consumo de té y la salud: características y propriedades benéficas de esta bebida milenaria. *Revista Chilena de Nutrición, 31* (2), pp. 72-82. https://doi.org/10.467/S0717-75182004000200001

Vázquez-Cabral, B. D., Larrosa-Pérez, M., Gallegos-Infante, J. A., Moreno-Jiménez, M. R., González-Laredo, R. F., Rutiaga-Quiñones, J. G., ..., Rocha-Guzmán, N. E. (2017). Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes. *Chemico-Biological Interactions, 272,* pp. 1-9. https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.05.001

Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Schmitzer, Comparative, V. (2010). Study of Primary and Secondary Metabolites in 11 Cultivars of Persimmon Fruit (*Diospyros* Kaki L.). *Food Chemistry, 119*, 477–483. https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2009.06.044

Velicanski, A. Cvetkovic, D., Markov, S. (2013). Characteristics of kombucha fermentation on medicinal herbs from lamiaceae family. *Romanian Biotechnological Letters, 18*(1):, 8034–8042.

Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., Tumbas Šaponjac, V. T., Vulić, J. J. (2014). Antioxidant and Antibacterial Activity of the Beverage Obtained by Fermentation of Sweetened Lemon Balm (Melissa officinalis L.) Tea with Symbiotic Consortium of Bacteria and Yeasts. *Food Technology and Biotechnology, 52* (4), pp. 420-429. https://doi.org/10.17113/ftb.52.04.14.3611

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.-P., Taillandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: A review. *Journal of Food Science*, *83* (3), pp. 580-588. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., Renard, T., S. Rollan, S., 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* (April), pp. 44-54. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.05.004

Von Staszewski, M., Pilosof, A.M. & Jagus, R.J. (2011). Antioxidant and antimicrobial performance of different Argentinean green tea varieties as affected by whey proteins. *Food Chemistry, 125 (1)*, pp. 186-192.

Vukmanović, S., Vitas, J. & Malbaša, R. (2020). Valorization of winery effluent using kombucha culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *44* (8), pp. 1-10. https://doi.org/10.1111/jfpp.14627

Vitas, J. S., Cvetanović, A. D., Mašković, P. Z., Švarc-Gajić, J. V., Malbaša, R. V. (2018). Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. *Journal of Functional Foods, 44*, pp. 95-102. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.019

Wang, D., Kubota, K., Kobayashi, A. & Juan, I.M. (2001). Analysis of glycosidically bound aroma precursors in tea leaves. 3. Change in the glycoside content of tea leaves during the oolong tea manufacturing process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49* (11), pp. 5391-5396.

Wang, L.F., Lee, J.Y., Chung, J.O., Baik, J.H., So, S., Park, S.K. (2008). Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME-GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. *Food Chemistry, 109* (1), pp. 196-206.

Wang, K., Liu, F., Liu, Z., Huang, J., Xu, Z., Li, Y., Chen, J., Gong, Y., Yang, X. (2011). Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer. *International Journal of Food Science & Technology,* 46 (7), pp. 1406-1412. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02629

Wang, X., Wang, D., Wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., Sun , J., Yuan, J. (2022). Chemical Profile and Antioxidant Capacity of Kombucha Tea by the Pure Cultured Kombucha, Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 113931. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931

Watawana, M., Jayawardena, N., Gunawardhana, C., Viduranga, Y. (2015). Health, wellness, and safety aspects of the consumption of Kombucha. *Journal of Chemistry,* pp. 1-11. https://doi.org/10.1155/2015/591869

Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., 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.* https://doi.org/10.1111/ijfs.13006

Watawana, M. I., Jayawardena, N. & Waisundara, V. Y. (2018). Value-added tea (*Camellia sinesis*) as a functional food using the Kombucha 'tea fungus. *Chiang Mai Journal of Science*, *45* (1). pp. 136-146.

Weerawatanakorn, M., Hung, W. L., Pan, M. H., Li, S., Li , D., Wang, X. H., Ho, C.T. (2015). Chemistry and health beneficial effects of oolong tea and theasinensins. *Food Science and Human Wellness, 4, pp. 133-146.*

Wispen, S., Santivrangkana, C. & Somsong, P. (2020). Development of kombucha and its functional property from agricultural waste (fermented tea broth). *International Conference on Food, Agriculture and Biotechnology*, pp. 1-9. https://doi.org/10.14457/MSU.res.2020.1

Woolf, A. B. & Ben-Arie, R. (2011). Persimmon (*Diospyros kaki*). E.M. Yahia (Ed.), Postharvest Biology and Technology of Tropical and Sub-Tropical Fruits, *Woodhead Publishing,* pp. 166-193.

Worldatlas (2021). The world's top ten tea producing nations. *Economics.* https://www.worldatlas.com/articles/the-worlds-top-10-tea-producing nations.html

Xia, X., Dai, Y., Wu, H., Liu, X., Wang, Y., Yin, L., Wang, Z., Li, X., Zhou, J. (2019).Kombucha fermentation enhances the health-promoting properties of soymilk beverage. *Journal of Functional Foods, 62*, Article 103549. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103549

Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, K.G., Shibamoto, T. (2003). Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 51 (25), pp. 7396-7401. https://doi.org/10.1021/jf030127i

Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., Siddique, F. (2016). Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry, 1–13*. https://doi.org/10.1155/2016/3424025

Yamada, M., Giordani, E. & Yonemori, K. (2012). Persimmon. *M.L. Badenes, D.H. Byrne (Eds.), Fruit Breeding, Springer,* pp. 663-693.

Yavari, N., Assadi, M. M., Moghadam, M. B., Larijani, K. (2011). Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5*(11), 1788–1794.

Yi, T., Zhu, L., Peng, W.-L., He, X.-C., Chen, H.-L., Li, J.,Yu, T., Liang, Z.-T., Zhao, Z.-Z., Chen, H.-B. (2015). Comparison of ten major constituents in seven types of processed tea using HPLC-DAD-MS followed by principal component and hierarchical cluster analysis. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie - Food Science* and *Technology*, 62 (1), pp. 194-201. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.003

Yönel, S. P., Çopur, Ö. U. (2009). Optimization of persimmon nectar production by addition of different citrus juice concentrates. *Uludag Universitesi.* http://hdl.handle.net/11452/3210

Zeng, L., Zhou, X., Su, X. vd. (2020). Chinese oolong tea: an aromatic beverage produced under multiple stresses. *Trends in Food Science and Technology,106*, pp. 242-253. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.001

Zhao, J., Li, P., Xia, T., Wan, X. (2020). Exploring plant metabolic genomics: chemical diversity, metabolic complexity in the biosynthesis and transport of specialized metabolites with the tea plant as a model. *Critical Reviews in Biotechnology*, *40*, pp. 667-688.

Zhao, Z. J., Sui, Y. C., Wu, H. W., Zhou, C. B., Hu, X. C., Zhang, J. (2018). Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea. *Emirates Journal of Food and Agriculture,* 30 (9), pp. 732-741. https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1794

Zhu, J., Chen, F., Wang, L., Niu, Y., Yu, D., Shu, C. vd. (2015). Comparison of aroma-active volatiles in oolong tea infusions using GC–olfactometry, GC–FPD, and GC–MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63* (34) (2015), pp. 7499-7510.

Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasari, F. R., Srianta, I., Blanc, P. J. (2018). Potential of snake fruit (Salacca zalacca (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 13*, pp. 198-203. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.12.012

Zuo, Y., Chen, H., Deng, Y. (2002). Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*, 57 (2), pp. 307-316. https://doi.org/10.1016/S0039-9140(02)00030-9

Sosińska P, Mikuła-Pietrasik J, Książek K. Molekularne podstawy komórkowego starzenia: fenomen Hayflicka 50 lat później [Molecular bases of cellular senescence: Hayflick phenomenon 50 years later]. Postepy Hig Med Dosw (Online). 2016 Mar 17;70:231-42. Polish. doi: 10.5604/17322693.1197485. PMID: 27117098.

Pawlikowski JS, Adams PD, Nelson DM. Senescence at a glance. J Cell Sci. 2013 Sep 15;126(Pt 18):4061-7. doi: 10.1242/jcs.109728.

Kumar, S., Sandhir, R., Ojha, S., 2014. Evaluation of antioxidant activity and total phenol in different varieties of Lantana camara leaves. BMC Research Notes 7, 560.. doi:10.1186/1756-0500-7-560

Miguel-Chávez, R. S. (2017). Phenolic Antioxidant Capacity: A Review of the State of the Art. In M. Soto-Hernandez, M. Palma-Tenango, & M. d. R. Garcia-Mateos (Eds.), Phenolic Compounds - Biological Activity. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/66897

Y. S. Velioglu, G. Mazza, L. Gao, and B. D. Oomah. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. J. Agric. Food Chem. 1998, 46, 10, 4113–4117

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hasret Nazife SAVAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Altındağ, 1990
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : 2014-2016 Dörtçelik Çocuk Hastanesi – Proje Sorumlusu

2016-2020 Tarım ve Orman Bakanlığı - Mustafakemalpaşa İlçe Tarım Müdürlüğü – Resmi Gıda Kontrol Görevlisi

2020-2022 Tarım ve Orman Bakanlığı - Yıldırım İlçe Tarım Müdürlüğü – Resmi Gıda Kontrol Görevlisi

İletişim (e-posta) : hasret_naz90@hotmail.com
hasretnazife.eke@tarimorman.gov.tr

Yayınları : Yağmur Eda ÖZBEK, Hazan AKPINAR , Hasret Nazife SAVAN, Arzu AKPINAR BAYİZİT (21-22 Mart 2022). Biyoaktif Lipit Bileşenleri ile Gıdaların Formülasyonu, *12. Gıda Mühendiliği Öğrenci Kongresi, S112.*

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. pH, Renk, Brix Değerlerinin Fermantasyon Sürecinde Değişimi

Trabzon hurması ve siyah, yeşil ve oolong çay ile yapılan kombucha içeceklerinde 25 ± 2°C' de 10 gün süren ilk fermentasyon ile 5 gün süren ikinci fermantasyon sırasında pH, briks ve renk parametreleri incelenmiştir. İlk fermantasyonda kombucha örneklerinin pH değerlerinin 3,52 – 3,95 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Tüm örnekler bu pH değerlerinde Trabzon hurması ile zenginleştirme için uygun kabul edilmişler ve ikinci fermantasyona alınmışlardır. İkinci fermantasyonda örneklerin pH değişimleri Çizelge 7'de verilmiştir. Örneklerin pH değerlerinin ikinci fermantasyon sonunda tüketim için kabul edilir düzeyde olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4. **Siyah çay kombuchanın ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi**

-	Çay pH	(Başlangıç çayı)	Başlangıç çayı + Scoby+Çay (Aşılama ve karıştırma)	Fermentasyon (Gün) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siyah Çay	5,48 ±0,006	3,37 ±0	4,14± 0,006	4,16± 0,012	4,16 ±0,03	4,13± 0,01	3,98± 0,021	3,9±0 ,026	3,93 ±0,01	3,91± 0,012	3,9±0 ,015	3,88± 0,015	3,84± 0,015
Yeşil Çay	6,6± 0	3,46 ±0,006	4,30± 0,006	4,38± 0,026	4,17 ±0,01	4,10± 0,01	3,81± 0,03	3,64± 0,043	3,61 ±0,01	3,54± 0,006	3,56± 0,01	3,55± 0,01	3,52± 0,01
Oolong Çayı	6,61 ±0	3,39 ±0,006	4,05± 0,032	4,07± 0,015	4,02 ±0,01	4,04± 0,012	4,02± 0,015	4,06± 0,006	4,02 ±0,02	3,94± 0,01	3,98± 0,021	3,95± 0,015	3,95± 0,030

~~Çayı demlemek amacıyla kullanılan suyun pH değeri 7,8 olup, çayın demlenmesinin ardından pH siyah, yeşil, oolong çayda sırasıyla 5,48 ; 6,6 ; 6,61 olarak ölçülmüştür. Yeşil çay örneğinin çay+başlangıç çayı karışımıdan sonra 4,30 ile en yüksek pH'a sahip olduğu tespit edilmiştir. Yeşil çay kombucha (kontrol) içeceğinin pH' nın ilk fermentasyon boyunca belirgin olarak 4,30 dan 3,52 ile örnekler arasındaen düşük Ph'a ulaştığı görülmüştür (Çizelge 4). Siyah çay örneğinin çay+başlangıç çayı karışımı ile 4,14 olan pH değerinin 10 günlük ilk fermantasyon sonrası 3,84'e düştüğü görülmüştür. Oolong çay örneğinde ise diğer örneklere kıyasla çok fazla düşüş gözlenmemiştir. Karışım sonucu 4,05 olan pH değerinin 3,95'e düştüğü görülmüştür. Kombu çayı fermantasyonu sırasında pH ölçümü çok önemlidir, çünkü fermentasyonun ilk 7 gününde pH 4,2'nin altına düşmezse, bu ya çözeltinin kontaminasyonundan ya da uygun olmayan fermantasyon sıcaklığından kaynaklanmaktadır ve bu nedenle fermantasyonun tekrarlanması gerekir. Bu değerler, insan tüketimi için güvenli kabul edilen ve pH 2,5 ile 4,2 arasında değişen aralıktadır (Nummer, 2013). Gerbi vd. (1998), 65 farklı sirke örneğinde pH değerlerinin 2,36-3,0 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kombuchada da işlem durdurulmazsa asetik asit ve glukonik asit konsantrasyonları artmaya devam eder, sirke gibi aşırı asidik bir sıvıya yol açar, bu da tat, koku duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Khosravi vd. (2019) Fermantasyona bağlı olarak artan asetik asit konsantrasyonunun sirke benzeri tat oluşturmasının kombucha içeceğinde kabul edilebilirlik açısından olumsuz bir kriter olarak değerlendirildiği bildirilmiştir.~~

~~Fermantasyon işlemi sırasında, bakteri ve mayalar sakarozu asetik asit ve glukuronik asit gibi bir dizi organik aside metabolize eder. Bu organik yardımcı maddelerin artan konsantrasyonu nedeniyle, fermantasyondan sonraki 10 gün içinde pH 4,30'dan 3,52'lere düşmüştür. Bu gözlemler diğer çalışmaların bulguları ile uyumludur. (Chen ve Liu, 2000; Reiss, 1994; Sreeramulu vd., 2000).~~

~~İlk fermantasyondan sonra ön deneme ile belirlenen miktarlarda Trabzon hurması ilave edilerek 5 gün daha fermente edilen kombucha örneklerinin pH değerleri 2,49 ile 3,80 arasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Tüm örneklerin pH değerleri kontrol yani hurma ilave edilmeden fermantasyonun devam ettiği örneklere göre daha düşük olarak gözlenmiştir. Bununla birlikte, bu asitlik değerleri tüketim için uygun olarak kabul olarak değerlendirilmiştir.~~

~~Malbaša vd. (2011) 7 günlük fermantasyondan sonra elde edilen geleneksel kombucha ürünlerinin, içeceğin litresi başına toplam asit içeriğini 5.23 (siyah çay) ve 6.55 (yeşil çay) g asetik aside sahip olduğunu bildirmişlerdir.~~

Cardosoa vd. (2020) yeşil çay kombuchasındaki daha yüksek glukuronik asit konsantrasyonunun, diğer test edilmemiş organik asitlerle birlikte, muhtemelen yeşil çay kombuchasının siyah çay kombuchasına kıyasla daha yüksek asitliğinden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir, çünkü yeşil ve siyah çayın kombuchası arasında asetik asit ve laktik asit içeriğinde önemli bir fark gözlemlememişlerdir. Asetik asitin, her iki kombuchada da 3 g/L'ye yakın konsantrasyonda üretilen ana asit olduğunu, sırasıyla yeşil ve siyah çayın kombuchası için 0.015 ve 0.02 g/L içeriğine sahip laktik asitin de en düşük konsantrasyonda bulunan asit olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Kombuchanın ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin pH değerlerinin değişimi

	Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon (5. Gün)		
	Hurmasız	%5 Hurma İlaveli	%10 Hurma İlaveli
Siyah Çay	3,80±0,023	2,73±0,006	2,72±0,006
Yeşil Çay	3,58±0,006	2,52±0,017	2,57±0
Oolong Çayı	3,80±0,006	2,49±0,006	2,56±0,01

Ulusoy (2019) yapmış olduğu çalışmada, yeşil çay kombucha (kontrol) içeceğinin pH'sının fermentasyon boyunca belirgin olarak azaldığını, fermentasyon süresince pH'nın 7,23'ten 3,97'ye hızlıca düştüğünü ve daha sonra 12. güne kadar hafifçe azaldığını belirlemiştir. Siyah havuç suyu konsantresi ve karayemiş ile hazırlanan örneklerde de benzer bir eğilim olmuştur. Sievers vd. (1995), Yavari vd. (2011), Velićanski vd. (2013), Ayed ve Hamdi (2015) ile Abuduaibifu ve Tamer (2019) kombucha içeçeklerinde pH'nın bitkisel ekstrakt ilavesi sonrasında benzer şekilde hızlıca düştüğünü bildirmişlerdir.

Mayalar, sükrozu yetiştirme ortamından glikoz ve fruktoza hidrolize eder ve bu monosakkaritleri etanole metabolize eder. Asetobakter suşları gibi asetik asit bakterileri (AAB), glukonik asit ve bakteriyel selülozu, yaygın olarak "mantar" olarak tanımlanan pelikül formunda sentezlemek için maya kaynaklı glikozu kullanmıştır (Moa vd., 2008; Greenwalt vd., 2000; Kurtzman vd., 2001). Ek olarak, Mao vd. (2008), fruktozun maya tarafından etanol ve karbondioksite metabolize edilebileceğini, öncelikle Asetobakter suşları tarafından asetik aside oksitlenebileceğini bildirmiştir.

Kombucha örneklerinin ilk fermantasyondaki briks değerlerinin değişimi Çizelge 6'de ve ikinci fermantasyon sonu değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çaylar demlendikten sonra hiçbir işlem yapılmadan önce brix değerleri siyah, yeşil, oolong çay sırasıyla 6,57; 6,13; 6,00 olarak belirlenmiştir. Siyah çay ve oolong çayının ilk fermantasyon sürecinde brix değerlerinin başlangıç ile 10. gün aynı değere sahip olduğu görülmüştür. Yeşil çayın ise ilk fermantasyon sürecinde brix değerinin 6,20'den 6,07 değerine azaldığı belirlenmiştir. Ulusoy (2019) çalışmasında, şekerin fermentasyonuna bağlı olarak, fermentasyon sırasında alkol ve karbondioksit oluştuğunu ve briks değerlerinde hızlı azalma olduğunu bildirmiştir. Briks değerindeki azalma sakkarozun fermentasyon sırasında metabolize olmasına bağlanmaktadır (Jayabalan vd., 2014; Ayed vd., 2017; Abuduaibifu ve Tamer, 2019). Ancak bizim çalışmamızda ikinci fermantasyonda eklenen Trabzon hurması ilavesi briks değerini yükseltmiştir (Çizelge 7). %10 hurma ilaveli örneklerimizin brix değerlerinin %5 hurma ilaveli örneklerden eklenen hurma miktarından kaynaklı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Malbaša vd. (2008) , sakkaroz tüketiminin özellikle 3. günden 10. güne kadar belirginleştiğini ve gözlem sonunda yavaşlamaya başladığını bildirmiştir. Mevcut çalışmasında 20. güne kadar ölçümleri kaydettiğinden, 14. günden 20. güne kadar toplam çözünmüş katı maddede bir artış gözlemlemiştir, bu belki de yüzen selüloz izleri gibi başka bileşiklerin üretiminden kaynaklandığını belirtmiştir.

Çizelge 6. **Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi**

-	Çay	Başlangıç Çayı	Çay+ Başlangıç çayı + Scoby (karıştırma sonrası)	Fermentasyon (Gün)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siyah Çay	6,57±0,058	6,6±0	6,57±0,058	6,53±0,058	6,5±0	6,53±0,058	6,53±0,058	6,6±0	6,53±0,058	6,5±0	6,57±0,058	6,6±0	6,57±0,058
Oolong Çayı Yeşil Çay	6,13±0,058	6,2±0	6,2±0	6,2±0	6,2±0	6,2±0,1	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,07±0,058
	6±0	6,07±0,058	6,07±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,1±0	6,07±0,058	6,1±0

Çizelge 7. **Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin briks değerlerinin değişimi**

-	Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon		
-	(5. Gün)		
-	Hurmasız	%5 Hurma İlaveli	%10 Hurma İlaveli
Siyah Çay	**6,60±0**	**7,00±0,1**	**7,23±0,058**
Yeşil Çay	**6,00±0,1**	**6,60±0,1**	**6,63±0,25**
Oolong Çayı	**6,07±0,15**	**6,67±0,06**	**6,83±0,12**

Renk, kalite ve kabul edilebilirlik açısından içecekler için önemli bir parametre olup ürünlerin duyusal kabul edilebilirliğini de etkilemektedir. pH içeriği birçok gıdanın renk oluşumu ya da renk maddelerinin korunumu üzerinde etkili olduğu için önemlidir. Örneklerin rengini etkileyen bir başka önemli faktör ise polifenolik madde, özellikle antosiyanin içeriğidir. Kombucha içeceklerinde SCOBY kültüründeki bakteri ve mayalar tarafından serbest kalan enzimler, ortamdaki fitokimyasallar üzerinde değişime/indirgenmeye neden olmakta ve ürünün parlak çekici renginin azalmasına/kaybına yol açabilmektedir (Haslam, 2003; Watawana vd., 2018).

Trabzon hurması ve siyah, yeşil, oolong çay ile yapılan kombucha içeceklerinde 25 ± 2°C' de 10 gün süren ilk fermentasyon ile 5 gün süren ikinci fermantasyon sırasında renk değişimi incelenmiş ve Çizelge 8 ve 9'da verilmiştir.

Kombucha içeceklerinin ilk fermantasyon süresince L değeri tüm örneklerde artış gösterirken, b değeri tüm örneklerde azalmış, a değeri ise siyah ve oolong çayda azalırken yeşil çayda artış göstermiştir. İkinci fermantasyon olan Trabzon hurması ilavesi sonrasında hurma ilave miktarına bağlı olarak örneklerin yeşil çayda % 5 hurma ilavesi ile L ve a değeri azalmış, %10 hurma ilavesi ile daha da azalıştır, b değeri ise %5 hurmalıda artmış, %10 hurmalıda daha da artmıştır. Siyah çayda % 5 hurma ilavesi ile L değeri artmış, % 10 hurma ilavesi ile daha da artmıştır; b değeri % 5 hurma ilavesi ile azalmış, % 10 hurma ilavesi ile daha da azalmıştır; a değeri ise %5 hurma ilavesi ile azalmış fakat % 10 hurma ilavesi ile artmıştır. Oolong çayında L ve a değerleri % 5 hurma ilavvesi ile artmış; % 10 hurma ilavesi ile % 5 e kıyasla azalmış fakat hurmasıza kıyasla yüksek olduğu gözlenmiştir; b değeri ise % 5 hurma ilavesi ile azalmış, % 10 humra ilavesi ile artmış fakat hurmasızın b değerinin altında kalmıştır. Örnekler parlak, kırmızı ve sarı olarak değerlendirilmiştir.

Chakravorty vd. (2016) fermantasyon sırasında, flavonoidler de dahil olmak üzere polifenollerde bir artış olurken, tearubigin teaflavine dönüşür ve bu da kombucha'nın renginin fermantasyonun ilerleyen zamanı ile karanlıktan aydınlığa değişmesine neden olduğu yönünde değerlendirmede bulunmuştur. Bizim örneklerimizde de ilk fermantasyon ve ikinci fermantasyon aşamalarında örneklerimizin parlaklık değeri artmıştır.

Çizelge 8. **Kombucha ikinci fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi**

-	Trabzon Hurması ilavesi ile Fermentasyon (5. Gün)								
	Hurmasız			%5 Hurma İlaveli			%10 Hurma İlaveli		
-	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Siyah Çay	88,34±0,006	0,87±0	28,97±0,006	90,6±0	0,003±0,006	19,36±0,006	91,28±0,026	-0,21±0,006	17,84±0,006
Yeşil Çay	96,26±0,01	-0,64±0	3,87±0,023	96,12±0,01	-0,63±0,006	4,80±0,012	95,65±0,13	-0,61±0,006	6,12±0,006
Oolong Çayı	96,11±0,006	-0,43±0,006	3,65±0,006	96,46±0,01	-0,47±0	2,66±0,006	96,41±0,006	-0,44±0,0	3,04±0,006

Çizelge 9. **Kombucha ilk fermantasyonu sürecinde örneklerin renk değerlerinin değişimi**

-	Başlangıç Çayı + Scoby+Çay			Fermentasyon (Gün)																												
	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10				
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Siyah Çay	84,44±0,03	3,12±0,006	42,94±0,029	84,44±0	3,33±0,006	42,01±0,006	84,83±0,012	3,16±0,017	41,39±0,040	85,17±0,021	2,88±0,028	40,94±0,036	85,38±0,17	3,14±0,10	41,29±0,11	86,38±0,006	2,44±0,02	38,14±0,023	87,18±0,01	1,73±0,0,1	34,80±0,029	87,26±0,015	1,46±0,015	34,34±0,066	87,18±0,01	1,53±0,017	33,97±0,047	87,27±0,01	1,35±0,045	33,86±0,01	87,48±0,015	1,10±0,006	33,02±0,052
Yeşil Çay	95,76±0	-0,1±0,006	5,79±0,006	95,67±0,006	-0,91±0	5,85±0,006	95,75±0,04	-0,87±0,02	5,85±0,07	95,90±0,04	-0,88±0,006	5,69±0,02	95,93±0,02	-0,65±0,006	7,87±0,006	95,40±0,006	-0,61±0,006	6,60±0,006	96,24±0,02	-0,75±0,017	4,31±0,06	96,22±0,05	-0,75±0,012	4,19±0,05	96,19±0,03	-0,73±0	4,032±0,02	96,19±0,03	-0,74±0,015	4,16±0,04	96,16±0,01	-0,76±0,006	4,09±0,01
Oolong Çayı	94,79±0,006	-0,78±0,006	8±0	94,71±0,01	-0,66±0,006	8,09±0,01	94,848±0,006	-0,69±0,006	7,82±0,03	94,94±0,015	-0,66±0	7,93±0,02	94,96±0,012	-0,88±0,006	5,4±0,02	96,22±0,006	-0,78±0,01	4,94±0,03	95,20±0,90	-0,52±0,023	5,010±0,10	95,757±0,056	-0,5±0,012	4,94±0,052	95,77±0,017	-0,5±0	4,78±0,020	95,59±0,026	-0,2±0,006	4,844±0,006	95,61±0,01	-0,53±0,06	4,94±0,006

4.2. Antioksidan Aktivitenin Değerlendirilmesi

Kombucha içeceğinin sağlığı teşvik edici aktiviteleri fenolik içeriklerine ve antioksidan aktivitelerine bağlanmaktadır (Ulusoy, 2019). Fermantasyonu başlatacak olan bir önceki üretimden elde ettiğimiz kombucha örneği toplam fenolik madde miktarı siyah çayda 11,2± 0,272 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 9,5± 0,274 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise 21,0± 0,572 mg TE/100 g olarak; yeşil çayda 19,95±1,551 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 15,81±1,602 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise 79,63±1,400 mg TE/100 g olarak; oolong çayında 11,24±0,329 mg TE/100 g, DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi 12,32±1,890 mg TE/100 g ve CUPRAC metodu ile ise61,83±1,689 mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. İlk fermantasyon sonrasında bu değerler siyah çay için sırasıyla 18,8±0,182; 4,9±0,239 ve 33,3±0,282 mg TE/100 g, yeşil çay için 33,21±0,104 mg TE/100 g, 13,50±0,787 mg TE/100 g, 65,33±1,160 mg TE/100 g, oolong çayı için 5,43±0,135 mg TE/100 g, 4,75±0,203 mg TE/100 g, 11,28±0,363 mg TE/100 g olarak saptanmıştır. Trabzon hurması ilavesi ile siyah çayda CUPRAC ve TPC değerlerinde düşüş gözlenmiştir, bu uzun süreli fermentasyon sürecinde mikroorganizmaların kendilerine enerji sağlamak için fenolik bileşenleri kullanmasına bağlı olarak polifenol konsantrasyonunda azalması ile açıklanabilir; DPPH değeri ise hurma ilavesi ile yükselmiştir, bu hurmanın bileşiminde bulunan 0,4g/100g oranında yağ içeriğinin lipofilik antioksidan aktiviteye etkisi ile açıklanabilir. Yeşil çayın ikinci fermantasyonu sonucu %5 hurma ilavesi artışa sebep olmazken % 10 hurma ilavesi yeşil çayda TPC ve CUPRAC değerlerinde hurmadan kaynaklı artışa sebep olmuştur. Hurma ilavesine rağmen lipofilik antioksidan akvitede de düşüş devam etmiştir. Oolong çayında % 10 hurma ilavesinin her üç örnekte de % 5 hurmaya kıyasla kayda değer fark yarattığı görülmüştür, %5 hurma ilavesi artırılmak istenen antioksidan ve toplam fenolik bileşen oranında etkisiz kalmıştır. %10 Tabzon hurması ilavesi kontrol gruubu ile kıyasladığında TPC ve CUPRAC değerlerinde beklenen artışı sağladığı görülmektedir. %5 hurma ilavesi mikroorganizmaları için sağlayacak besin yönünden yeteriz kalmış ve kendilerine enerji sağlamak için fenolik bileşenleri kullandığı için antioksidan ve fenolik bileşenlerde düşüş görülmüştür. %10 hurma ilavesinin ise yeeterli besini sağladığı görülmektedir. %10 hurma ilaveli yeşil çay kombucha toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite yönünden tüm örneklerden en yüksek değerlere sahip olarak belirlenmiştir (Çizelge 10, 11, 12).

Fermantasyon işlemiyle, SCOBY kültüründeki mikroorganizmaların aktivitelerine bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip fenolikler, tanenler ve flavonoidler gibi küçük moleküllerin oluşması toplam fenolik madde içeriğini artırabilmektedir (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).

Çizelge 10. **Siyah çay ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri**

ÖRNEK	TPC (mg TE/100 g)	DPPH (mg TE/100 g)	CUPRAC (mg TE/100 g)
Başlangıç Çayı (SCOBY ilavesi olmadan)	**11,2 ± 0,272**	**9,5 ± 0,274**	**21,0 ± 0,572**
Başlangıç Çayı + SCOBY + Siyah Çay (10 günlük fermantasyon sonrası)	**18,5 ± 0,182**	**4,9 ± 0,239**	**33,3 ± 0,282**
Başlangıç Çayı + Siyah Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %5 Hurma ilavesi	**13,9 ± 0,982**	**7,0 ± 0,247**	**21,5 ± 0,835**
Başlangıç Çayı +Siyah Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %10 Hurma ilavesi	**17,5 ± 0,699**	**7,5 ± 1,258**	**25,5 ± 0,057**

Çizelge 11. **Yeşil çay ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri**

ÖRNEK	TPC (mg TE/100 g)	DPPH (mg TE/100 g)	CUPRAC (mg TE/100 g)
Başlangıç Çayı (SCOBY ilavesi olmadan)	**19,95±1,551**	**15,81±1,602**	**79,63±1,400**
Başlangıç Çayı + SCOBY + Yeşil Çay (10 günlük fermantasyon sonrası)	**33,21±0,104**	**13,50±0,787**	**65,33±1,160**
Başlangıç Çayı + Yeşil Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %5 Hurma ilavesi	**25,67±0,188**	**10,17±0,396**	**41,83±0,568**
Başlangıç Çayı +Yeşil Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %10 Hurma ilavesi	**39,75±0,183**	**9,95±0,624**	**70,83±0,842**

Çizelge 12. **Oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin antioksidan özellikleri**

ÖRNEK	TPC (mg TE/100 g)	DPPH (mg TE/100 g)	CUPRAC (mg TE/100 g)
Başlangıç Çayı (SCOBY ilavesi olmadan)	**11,24±0,329**	**12,32±1,890**	**61,83±1,689**
Başlangıç Çayı + SCOBY + Oolong Çay (10 günlük fermantasyon sonrası)	**5,43±0,135**	**4,75±0,203**	**11,28±0,363**
Başlangıç Çayı + Oolong Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %5 Hurma ilavesi	**5,00±0,359**	**1,22±0,078**	**9,51±0,796**
Başlangıç Çayı +Oolong Çay + SCOBY (10 günlük fermantasyon sonrası) + %10 Hurma ilavesi	**7,38±0,242**	**1,52±0,068**	**13,09±0,332**

Jakubczyk vd. (2020) yeşil, siyah, beyaz ve kırmızı çay ile yaptığı çalışmada; fermantasyon süresi ve çayın türünün, kombuchanın anti-radikal özellikleri üzerinde etkili olduğunu ve çay türü açısından, yeşil çaydan hazırlanan kombuchanın, en yüksek antioksidan potansiyeli ile karakterize edildiğini ve fermantasyonun ilk gününde en yüksek değeri verdiğini tespit etmiştir. Analiz edilen kombucha içeceklerinin her birinde, fermantasyon süresinin artmasıyla serbest radikalleri deaktive etme yeteneğinin azaldığını belirlemiştir.

Wang vd. (2022) hem siyah hem de yeşil çay fermantasyon gruplarının eşdeğer antioksidan kapasitesini, fermente edilmemiş gruptan daha yüksek bulmuştur. Ayrıca siyah çayın antioksidan kapasitesinin yeşil çaydan önemli ölçüde daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Değirmencioğlu, Yıldız, Şahan, Güldaş ve Gürbüz (2020) ise yeşil, siyah ve beyaz çaylar dahil altı çeşit çaydan elde edilen kombucha çayı ekstraktlarının antioksidan kapasitesini incelediler ve yeşil ve beyaz çayların en yüksek antioksidan özellikleri, siyah çayın ise en düşük antioksidan özellikleri gösterdiğini bulmuşlardır. Bu nedenle, farklı çay türlerinin farklı polifenol bolluğu, Kombucha çayının antioksidan aktivitesi üzerindeki önemli faktörlerden biridir. Bizim çalışmamızda ise yeşil ve oolong çayında kontrol grubuna kıyasla %10 Tabzon hurma ilavesinin TPC ve CUPRAC antioksidan aktivite değerini artırdığı görülmüştür.

Chakravorty vd. (2016) Yeşil, siyah, kırmızı, beyaz çay ile yaptığı kombucha çalışmasında en yüksek antioksidan potansiyeli yeşil çayda, ancak fermantasyonun 7. gününde (100,33 mg / g) belirlemiştir. Çalışmamız diğer araştırmacıların çalışmalarını doğrulamaktadır, bizim çalışmamızda da en yüksek antioksidan potansiyel yeşil çayda gözlenmiştir.

4.3.Bioerişebilirlik

Çizelge 13. **Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi**

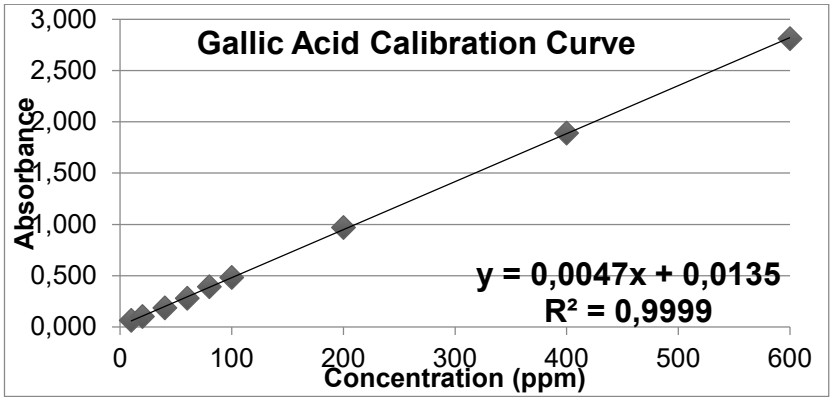
TPC (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	**K7**	**5,43±0,135**	**8,3±0,924**	**15,8±0,619**
Oolong başlangıç	**K12**	**11,24±0,329**	**35,5±1,239**	**17,1±,262**
Oolong 125 g hurmalı	**K6**	**5,00±0,359**	**17,0±1,402**	**19,1±0,285**
Oolong 250 g hurmalı	**K1**	**7,38±0,242**	**16,4±1,475**	**20,9±0,498**
Siyah hurmasız kontrol	**K9**	**18,51±0,334**	**28,7±0,318**	**17,7±0,787**
Siyah Başlangıç	**K10**	**11,16±0,270**	**23,0±1,523**	**19,4±1,044**
Siyah 125 g hurmalı	**K4**	**13,94±0,810**	**28,8±2,098**	**19,8±0,737**
Siyah 250 g hurmalı	**K3**	**17,47±0,598**	**37,2±2,898**	**22,0±1,136**
Yeşil hurmasız kontrol	**K8**	**33,21±0,104**	**59,4±1,930**	**19,7±0,368**
Yeşil başlangıç	**K11**	**19,95±1,551**	**109,4±2,547**	**14,4±0,759**
Yeşil 125 g hurmalı	**K5**	**25,67±0,188**	**52,8±0,158**	**21,5±0,737**
Yeşil 250 g hurmalı	**K2**	**39,75±0,183**	**94,7±2,327**	**28,7±1,142**

Çizelge 14. **Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi**

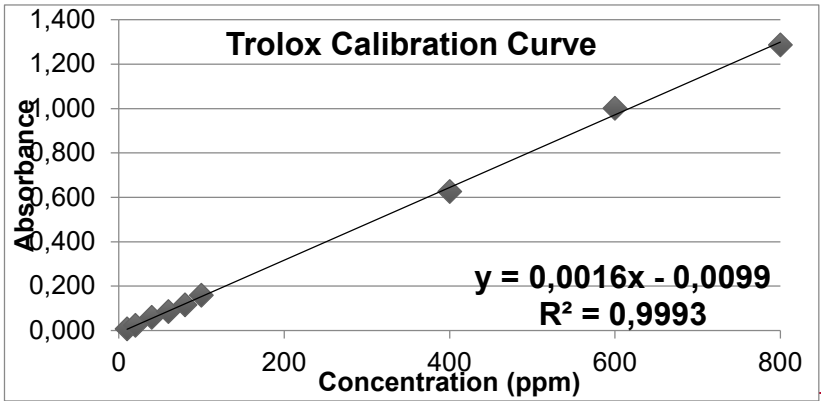
CUPRAC (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	**K7**	**11,28±0,363**	**36,8±1,394**	**18,6±1,058**
Oolong başlangıç	**K12**	**61,83±1,689**	**165,3+6,626**	**42,0±0,466**
Oolong 125 g hurmalı	**K6**	**9,51±0,796**	**44,9±0,588**	**22,5±0,887**
Oolong 250 g hurmalı	**K1**	**13,09±0,332**	**37,7±1,338**	**26,1±1,418**
Siyah hurmasız kontrol	**K9**	**33,30±1,039**	**68,9±4,116**	**24,6±1,603**
Siyah Başlangıç	**K10**	**20,98±0,548**	**66,2±2,025**	**23,8±0,767**
Siyah 125 g hurmalı	**K4**	**21,54±0,770**	**51,6±2,338**	**21,7±0,866**
Siyah 250 g hurmalı	**K3**	**25,48±0,732**	**64,0±3,101**	**24,0±0,729**
Yeşil hurmasız kontrol	**K8**	**65,33±1,160**	**137,8±5,659**	**30,5±0,497**
Yeşil başlangıç	**K11**	**79,63±1,400**	**272,1±8,962**	**44,5±0,689**
Yeşil 125 g hurmalı	**K5**	**41,83±0,568**	**110,2±6,135**	**27,7±0,723**
Yeşil 250 g hurmalı	**K2**	**70,83±0,842**	**199,7±1,556**	**51,8±1,420**

Çizelge 15. **Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi**

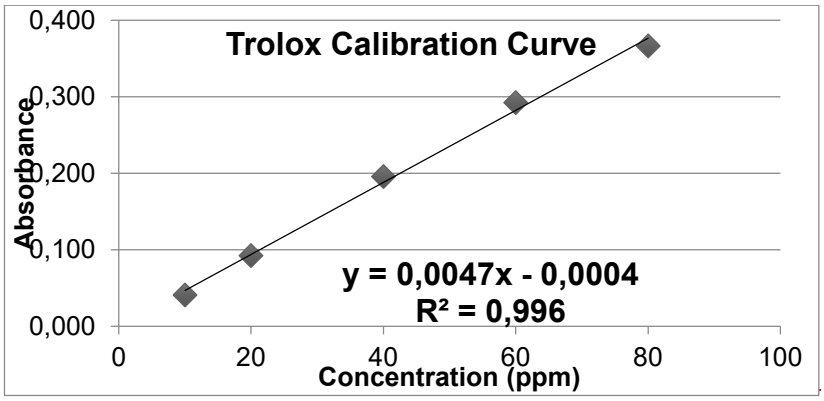
DPPH (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	K7	4,75±0,203	6,6±0,168	10,9±0,233
Oolong başlangıç	K12	12,32±1,890	12,8±0,245	15,0±1,391
Oolong 125 g hurmalı	K6	1,22±0,078	8,1±0,280	9,2±0,747
Oolong 250 g hurmalı	K1	1,52±0,068	7,4±0,304	10,8±0,581
Siyah hurmasız kontrol	K9	4,9±0,245	10,9±0,523	8,5±0,594
Siyah Başlangıç	K10	9,48±0,622	9,8±0,623	16,6±0,718
Siyah 125 g hurmalı	K4	6,99±0,341	8,9±0,285	12,1±0,336
Siyah 250 g hurmalı	K3	7,52±1,031	9,0±0,244	10,5±0,515
Yeşil hurmasız kontrol	K8	13,50±0,787	15,0±0,402	14,4±0,056
Yeşil başlangıç	K11	15,81±1,602	29,4±0,649	18,5±0,821
Yeşil 125 g hurmalı	K5	10,17±0,396	13,6±0,234	9,3±0,613
Yeşil 250 g hurmalı	K2	9,95±0,624	12,2±0,275	8,0±0,370



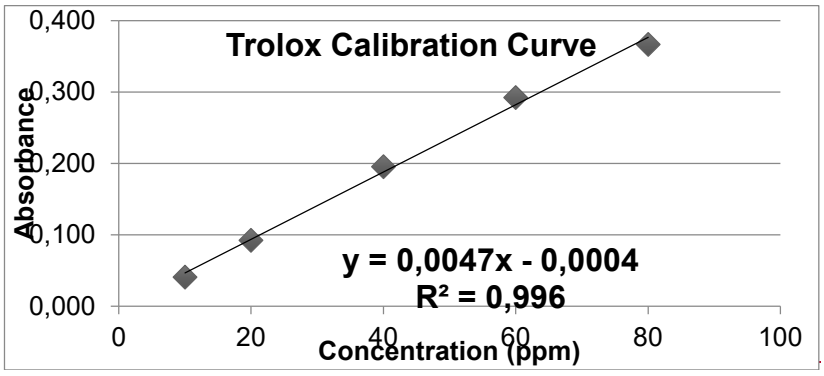
Şekil 4. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin bağırsak emilim grafiği



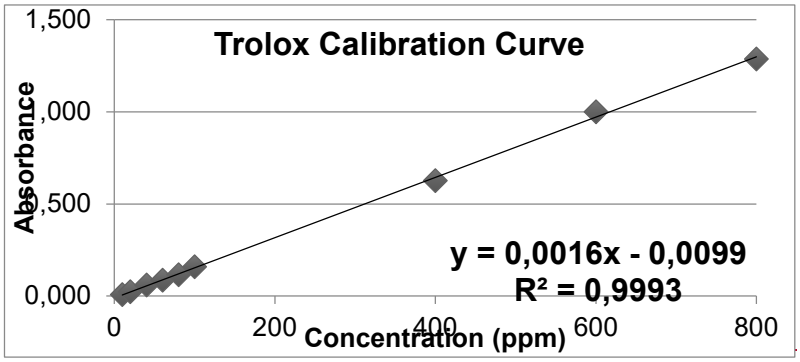
Şekil 5. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin bağırsak emilim grafiği



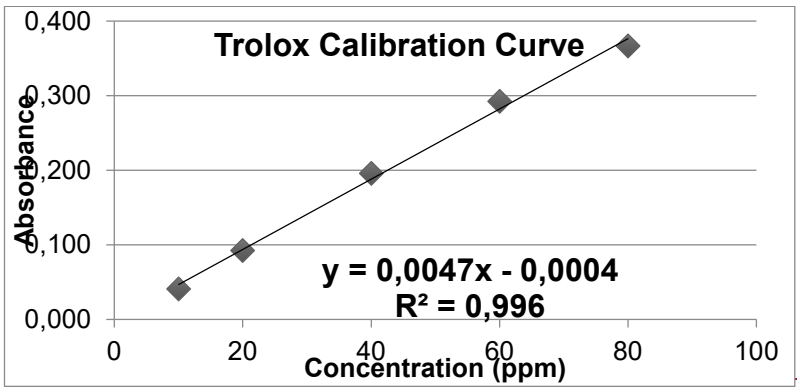
Şekil 6. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin bağırsak emilim grafiği



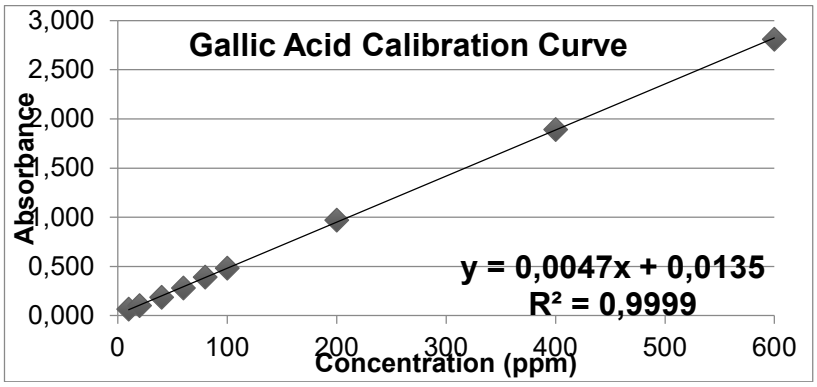
Şekil 7. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen değerinin mide emilim grafiği



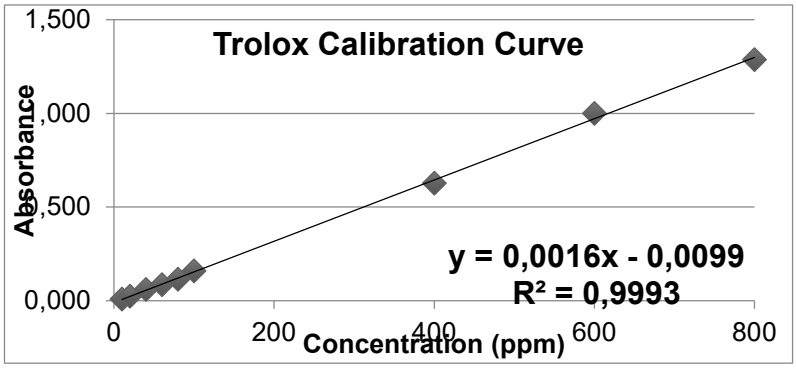
Şekil 8. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin mide emilim grafiği



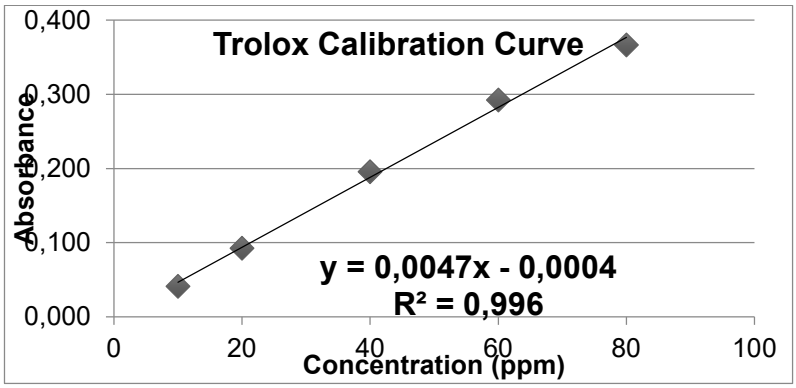
Şekil 9. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin mide emilim grafiği



Şekil 10. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen değerinin sindirilmemiş grafiği



Şekil 11. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş grafiği



Şekil 12. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş grafiği

4.3. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çizelge 16. **Trabzon Hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin duyusal özellikleri**

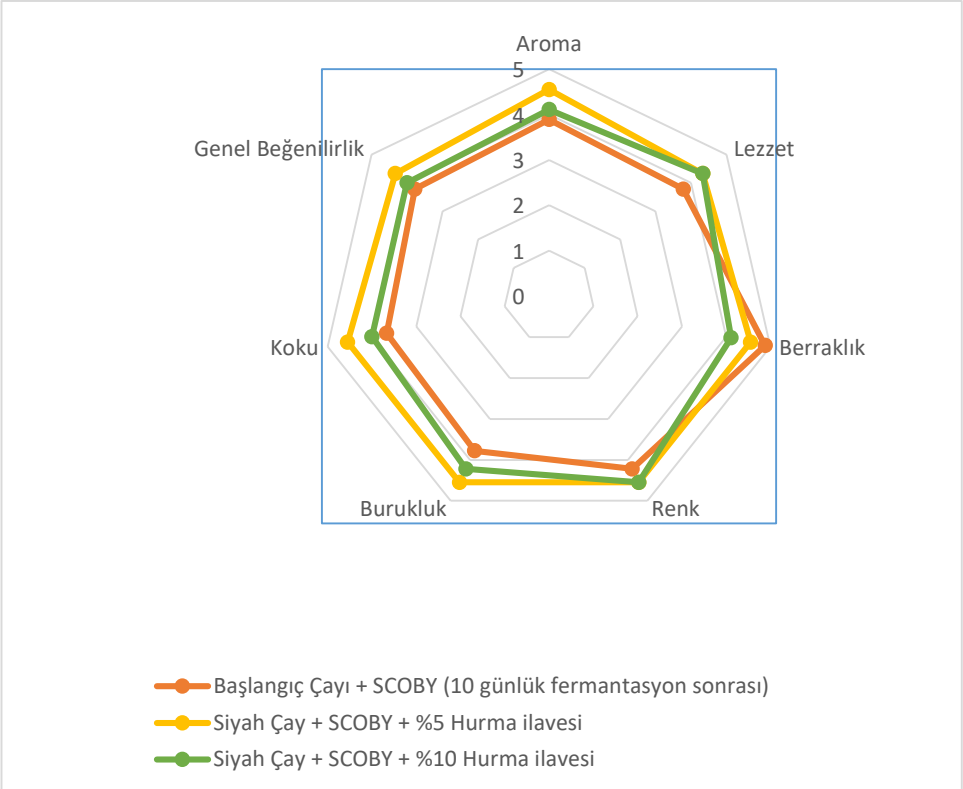
-	Aroma	Lezzet	Berraklık	Renk	Bulanıklık	Koku	Genel Beğenilirlik
Başlangıç Çayı + SCOBY + Siyah Çay (10 günlük fermantasyon sonrası)	**3,89**	**3,78**	**4,80**	**4,30**	**3,78**	**3,70**	**3,90**
Başlangıç Çayı + Siyah Çay + SCOBY + %5 Hurma ilavesi	**3,56**	**3,33**	**3,60**	**3,60**	**3,56**	**3,70**	**3,40**
Başlangıç Çayı + Siyah Çay + SCOBY + %10 Hurma ilavesi	**3,11**	**3,33**	**3,10**	**3,60**	**3,22**	**3,10**	**3,20**
Başlangıç Çayı + SCOBY + Yeşil Çay (10 günlük fermantasyon sonrası)	**3,89**	**4,00**	**4,60**	**3,70**	**3,89**	**3,80**	**3,90**
Başlangıç Çayı + Yeşil Çay + SCOBY + %5 Hurma ilavesi	**3,11**	**2,89**	**3,40**	**3,00**	**2,78**	**3,30**	**3,00**
Başlangıç Çayı + Yeşil Çay + SCOBY + %10 Hurma ilavesi	**3,33**	**3,44**	**3,00**	**3,00**	**3,44**	**3,70**	**3,30**
Başlangıç Çayı + SCOBY + Oolong Çayı (10 günlük fermantasyon sonrası)	**3,67**	**3,44**	**4,20**	**3,90**	**3,78**	**3,80**	**3,80**
Başlangıç Çayı + Oolong Çayı + SCOBY + %5 Hurma ilavesi	**3,44**	**3,33**	**3,30**	**3,10**	**3,22**	**3,70**	**3,70**

Başlangıç Çayı + Oolong Çayı + SCOBY + %10 Hurma ilavesi	3,22	3,22	3,10	3,00	3,00	3,70	3,30

Koku değeri hariç diğer tüm özellikler (aroma, lezzet, renk, burukluk, berraklık ve genel beğenilirlik) kullanılan substrattan büyük ölçüde etkilenmiştir. İlk fermantasyon sonrası Trabzon hurmasız siyah, yeşil, oolong çaylı kombuchalar en yüksek beğenilirliğe sahip olarak bulunmuştur. Lezzet değeri en yüksek hurmasız yeşil çay kombucha seçilmiştir. En berrak ve rengi en çok beğenilen hurmasız siyah çaylı kombucha olmuştur. Yeşil çay hariç %5 Trabzon hurmalı örnekler %10 ilaveli örneklere göre daha çok beğenilmiştir. Trabzon hurması ilave edilmemiş olan Başlangıç çayı + Çay + SCOBY örneğinin rengi panelistler tarafından Trabzon hurması ilave edilen örneklere göre daha koyu renkli olarak ifade edilmişlerdir. Trabzon hurması ilavesinin kombuchanın buruk tadını iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. Hurma ilavesinin genel beğenirliği azalttığı belirlenmiştir, bu tercihte panelistlerin günlük çay tüketiminde şeker kullanmama tercihlerinin, kombuchanın daha tatlı içeriğe kavuşunca damak tadlarına uymaması yönünde değerlendirilmiştir. Renk, berraklık hariç tüm yönlerden en beğenilen içecek Trabzon hurmasız yeşil çaylı kombucha olmuştur.

Kombucha içecekleri ferahlatıcı ve ekşi tadıyla ayırt edilmektedirler. Amarasinghe vd. (2018) artan asitliğin tüketici beğenilirliğini düşüreceğini belirtmiştir, hurmasız örneklerimizde pH 3,58-3,80 aralığındadır ve genel beğenilirlik en yüksek bu örneklerde bulunmuştur ve hurma ilavesi ve artan fermantasyon süresi ile pH'lar 2,49-2,73 değerlerine ulaşmıştır ve bu asitlik değeri genel beğenilirliği etkilemiştir.

Bulanıklıkla ilgili bir özellik de sıvı ortamdaki çözünmüş maddelerin varlığını yansıtan yoğunluktur, bu nedenle şekerler ve asitler, 4°C'de yoğunluğu 1,0 g/cm³ olan sudan daha yoğundur (Alves, 2014). Bu sebeple fermantasyon süresi arttıkça üründeki organik asitler artar ve yoğunluk artar.



~~Şekil 13.~~ ~~Kombucha örneklerinin duyusal değerlendirilmesi~~

4.4.İstatiksel Analiz

Çizelge 17. **Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin toplam fenolik bileşen içeriğinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatiksel analiz**

TPC (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	**K7**	**5,43±0,135 Ie**	**8,3±0,924 Ib**	**15,8±0,619 GHa**
Oolong başlangıç	**K12**	**11,24±0,329 Ge**	**35,5±1,239 Ea**	**17,1±,262 FGb**
Oolong 125 g hurmalı (%5)	**K6**	**5,00±0,359 Ie**	**17,0±1,402 Hb**	**19,1±0,285 DEa**
Oolong 250 g hurmalı (%10)	**K1**	**7,38±0,242 He**	**16,4±1,475 Hb**	**20,9±0,498 BCDa**
Siyah hurmasız kontrol	**K9**	**18,51±0,334 Eb**	**28,7±0,318 Fa**	**17,7±0,787 EFGb**
Siyah Başlangıç	**K10**	**11,16±0,270 Ge**	**23,0±1,523 Ga**	**19,4±1,044 BCDb**
Siyah 125 g hurmalı (%5)	**K4**	**13,94±0,810 Fe**	**28,8±2,098 Fa**	**19,8±0,737 BCDEb**
Siyah 250 g hurmalı (%10)	**K3**	**17,47±0,598 Ee**	**37,2±2,898 Ea**	**22,0±1,136 Bb**
Yeşil hurmasız kontrol	**K8**	**33,21±0,104 Bb**	**59,4±1,930 Ca**	**19,7±0,368 CDEe**
Yeşil başlangıç	**K11**	**19,95±1,551 Db**	**109,4±2,547 Aa**	**14,4±0,759 He**
Yeşil 125 g hurmalı (%5)	**K5**	**25,67±0,188 Cb**	**52,8±0,158 Da**	**21,5±0,737 BCe**
Yeşil 250 g hurmalı (%10)	**K2**	**39,75±0,183 Ab**	**94,7±2,327 Ba**	**28,7±1,142 Ae**

***Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).**

Çizelge 18. **Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatikel analiz**

CUPRAC (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	K7	11,28±0,363 ^{Hc}	36,8±1,394 ^{Ia}	18,6±1,058 ^{Gb}
Oolong başlangıç	K12	61,83±1,689 ^{Db}	165,3±6,626 ^{Ca}	42,0±0,466 ^{Be}
Oolong 125 g hurmalı	K6	9,51±0,796 ^{Ic}	44,9±0,588 ^{HIa}	22,5±0,887 ^{Fb}
Oolong 250 g hurmalı	K1	13,09±0,332 ^{Ic}	37,7±1,338 ^{Ia}	26,1±1,418 ^{DEb}
Siyah hurmasız kontrol	K9	33,30±1,039 ^{Fb}	68,9±4,116 ^{Fa}	24,6±1,603 ^{EFc}
Siyah Başlangıç	K10	20,98±0,548 ^{Hb}	66,2±2,025 ^{Fa}	23,8±0,767 ^{EFb}
Siyah 125 g hurmalı	K4	21,54±0,770 ^{Hb}	51,6±2,338 ^{GHa}	21,7±0,866 ^{Fb}
Siyah 250 g hurmalı	K3	25,48±0,732 ^{Gb}	64,0±3,101 ^{FGa}	24,0±0,729 ^{EFb}
Yeşil hurmasız kontrol	K8	65,33±1,160 ^{Cb}	137,8±5,659 ^{Da}	30,5±0,497 ^{Cc}
Yeşil başlangıç	K11	79,63±1,400 ^{Ab}	272,1±8,962 ^{Aa}	44,5±0,689 ^{Bc}
Yeşil 125 g hurmalı	K5	41,83±0,568 ^{Eb}	110,2±6,135 ^{Ea}	27,7±0,723 ^{CDc}
Yeşil 250 g hurmalı	K2	70,83±0,842 ^{Bb}	199,7±1,556 ^{Ba}	51,8±1,420 ^{Ac}

*Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda
küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı
harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 19. Siyah, yeşil, oolong çayı ve Trabzon hurması ile üretilen kombucha içeceklerinin DPPH antioksidan aktivite değerinin sindirilmemiş, mide, bağırsak emilimi istatikel analiz

DPPH (mg TE/100 g)				
ÖRNEK	KOD	Sindirilmemiş	Mide	Bağırsak
Oolong hurmasız kontrol	**K7**	**4,75±0,203 ^{Gc}**	**6,6±0,168 ^{Jb}**	**10,9±0,233 ^{DEa}**
Oolong başlangıç	**K12**	**12,32±1,890 ^{Ba}**	**12,8±0,245 ^{CDa}**	**15,0±1,391 ^{BCa}**
Oolong 125 g hurmalı	**K6**	**1,22±0,078 ^{Hc}**	**8,1±0,280 ^{HIb}**	**9,2±0,747 ^{EFa}**
Oolong 250 g hurmalı	**K1**	**1,52±0,068 ^{Hc}**	**7,4±0,304 ^{IJb}**	**10,8±0,581 ^{DEa}**
Siyah hurmasız kontrol	**K9**	**4,9±0,245 ^{FGc}**	**10,9±0,523 ^{Ea}**	**8,5±0,594 ^{Fb}**
Siyah Başlangıç	**K10**	**9,48±0,622 ^{CDb}**	**9,8±0,623 ^{FGb}**	**16,6±0,718 ^{ABa}**
Siyah 125 g hurmalı	**K4**	**6,99±0,341 ^{EFc}**	**8,9±0,285 ^{GHb}**	**12,1±0,336 ^{Da}**
Siyah 250 g hurmalı	**K3**	**7,52±1,031 ^{DEb}**	**9,0±0,244 ^{GHab}**	**10,5±0,515 ^{DEa}**
Yeşil hurmasız kontrol	**K8**	**13,50±0,787 ^{Bb}**	**15,0±0,402 ^{Ba}**	**14,4±0,056 ^{Cab}**
Yeşil başlangıç	**K11**	**15,81±1,602 ^{Ab}**	**29,4±0,649 ^{Aa}**	**18,5±0,821 ^{Ab}**
Yeşil 125 g hurmalı	**K5**	**10,17±0,396 ^{Cb}**	**13,6±0,234 ^{Ca}**	**9,3±0,613 ^{EFb}**
Yeşil 250 g hurmalı	**K2**	**9,95±0,624 ^{Cb}**	**12,2±0,275 ^{Da}**	**8,0±0,370 ^{Fc}**

***Aynı sütunlarda büyük harflerle ifade edilen değerler numuneler arasındaki farklılıkları, aynı satırlarda küçük harflerle ifade edilen değerler sindirim aşamaları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).**

Çizelge 20. **Duyusal analiz sonucu istatiksel analizi**

Örnekler	Örnek Kodları	Aroma	Lezzet	Berraklık	Renk	Burukluk	Koku	Genel Beğenilirlik
Siyah	**1**	**3.8889 ±0.78174 [a]**	**3.7778 ±0.83333 [a]**	**4.8889 ±1.36423 [a]**	**4.2222±0.83333[a]**	**3.7778 ±0.66667 [a]**	**3.6667±0.70711[a]**	**3.7778±0.97183[a]**
Yeşil	**2**	**3.8889 ±1.05409 [a]**	**4±1.32288[a]**	**4.6667 ±1.73205 [ab]**	**3.5556±1.01379[a]**	**3.8889 ±0.92796 [a]**	**3.6667±1 [a]**	**3.7778±0.97183[a]**
Oolong	**3**	**3.6667 ±1 [a]**	**3.4444 ±0.88192 [a]**	**4.1111 ±0.92796 [ab]**	**3.7778±1.09291[a]**	**3.7778 ±1.20185 [a]**	**3.6667±1.41421[a]**	**3.6667±0.86603[a]**
%5 hurmalı siyah çaydan kombucha	**4**	**3.5556 ± 1.23603[a]**	**3.3333 ±1.22474 [a]**	**3.5556 ±1.13039 [ab]**	**3.5556±0.72648[a]**	**3.5556 ±1.23603[a]**	**3.5556±1.23603[a]**	**3.3333±1.11803[a]**
%5 hurmalı yeşil çaydan kombucha	**5**	**3.1111 ±1.36423 [a]**	**2.8889 ±1.26493 [a]**	**3.3333 ±1 [ab]**	**2.8889±1.36423[a]**	**2.7778 ±1.30171[a]**	**3.3333±1.65831[a]**	**2.8889±1.2693[a]**
%5 hurmalı oolong çayından kombucha	**6**	**3.4444 ±0.72648 [a]**	**3.3333 ±0.70711 [a]**	**3.2222 ±0.97183 [ab]**	**3.0000±0.70711[a]**	**3.2222 ±0.83333 [a]**	**3.7778±0.83333[a]**	**3.6667±0.70711[a]**
%10 hurmalı siyah çaydan kombucha	**7**	**3.1111 ±1.53659[a]**	**3.3333 ±1.65831 [a]**	**3.1111 ±1.76383 [ab]**	**3.5556±1.424[a]**	**3.2222 ±1.39443[a]**	**3±1.32288[a]**	**3.1111±1.61589[a]**
%10 hurmalı yeşil çaydan kombucha	**8**	**3.3333 ±1.22474 [a]**	**3.4444 ±1.13039 [a]**	**2.8889 ±1.05409 [b]**	**2.8889±1.36423[a]**	**3.4444 ±1.13039[a]**	**3.6667±1.22474[a]**	**3.2222±1.20185[a]**
%10 hurmalı oolong çayından kombucha	**9**	**3.2222 ±1.64148[a]**	**3.2222 ±1.20185 [a]**	**3.1111 ±1.05409 [ab]**	**2.8889±0.92796[a]**	**3.0000 ±1[a]**	**3.6667±1.22474[a]**	**3.2222±1.39443[a]**

Aynı satırda bulunan farklı harflerle ifade edilen değerler arasındaki farklar önemlidir(p<0.05)*

5. SONUÇ

~~Bu çalışma ile fermente bir içecek olan kombucha çayının nutrasötik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Fonksiyonel bileşenler açısından zengin olan Trabzon Hurması ve siyah çayın, yeşil çayın, oolong çayının SCOBY kültürü ile fermente edilmesi ile elde edilen Kombucha içeceği daha önce denenmemiştir. Bununla birlikte, meyve ve çay kombinasyonunun besin değeri, lezzet ve sağlığa faydalı bileşenler açısından zenginleştirilmesi ile sağlık problemleri olan ya da yaşam tercihi olarak doğal fermente ürünlere yönelen bireyler için alternatif bir içecek olması da planlanmıştır. Hastalık riskini azaltan fermente içecekler giderek daha fazla tüketilmektedir. Kombucha diğer kefir gibi fermente ürünlere göre fermantasyon süresinin daha uzun olması ve istenilen miktarda ürün üretilebilmesi açısından üretim kolaylığı sağlamaktadır. Fermantasyon yapılmadığı zamanlarda Scoby yeterli substrat ilavesiyle soğuk depolama ile uzun ömürlü saklanabilmektedir. Kefir gibi fermente ürünlerde substratın sık değiştirilmesi, kolay bozulabilir olması tüketim sürecini zorlaştırmaktadır. İdeal koşullarda üretilen Kombuchada ise kullanılan başlangıç kültürü ve fermantasyonda pH'ın hızla düşmesi, yüksek asitliği, ürünün içindeki baskın gelen faydalı mikrobiyal yük zararlı mikroorganizma gelişimini engellemekte ve ürünün bozulması pek mümkün olmamaktadır. Ayrıca raf ömrü olarak da rafta beklemesi asitliğini ve duyusal özelliklerini etkilemektedir fakat ürünün raf ömründen dolayı bozulması söz konusu olmamaktadır.**

Çalışmada, Trabzon hurması ilavesi ve siyah, yeşil, oolong çayı ile elde edilen kombucha içeceğinin fermentasyon süreci izlenmiş, fermente içeceğin toplam fenolik madde ve toplam antioksidan içerikleri belirlenmiş ve duyusal olarak tüketici beğenisi değerlendirilmiştir. Siyah, yeşil, oolong çayın 25 ± 2 °C'de 10 günlük ilk fermantasyonu sonucu elde edilen kombucha içeceğine %5 ve 10 oranında Trabzon hurması püresi ilave edilerek ikinci fermantasyon gerçekleştirilmiştir. Her iki fermantasyon boyunca ürünlerin pH, briks, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizde ise örneklerin tat, koku, aroma, renk, berraklık, burukluk ve genel beğenilirlik kriterleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre;
Siyah çay, yeşil çay, oolong çayı ve Trabzon hurması ilavesi ile kombucha içeceği üretimi başarı ile sonuçlanmıştır.
Fermentasyon sonunda pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.
Kombucha içeceklerinde suda çözünür kurumadde değerinin ilk fermantasyonda değişmediği ve fermantasyon sonunda başlangıç değeri ile aynı olduğu gözlenmiştir. İkinci fermantasyondan sonra ise ilave edilen Trabzon hurması dolayısıyla suda çözünür kuru madde değerinin arttığı görülmüştür. Hurma miktarının artmasının suda çözünür kuru madde miktarının değerini de artırdığı görülmüştür.
Kombucha içeceklerinin ilk fermantasyon süresince L değeri tüm örneklerde artış gösterirken, b değeri tüm örneklerde azalmış, a değeri ise siyah ve oolong çayda azalırken yeşil çayda artış göstermiştir. İkinci fermantasyon olan Trabzon hurması ilavesi sonrasında hurma ilave miktarına bağlı olarak örneklerin L,a ve bdeğerlerinde farklı değişimler gözlenmiştir. Örnekler parlak, kırmızı ve sarı olarak değerlendirilmiştir.

İçeceklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri değerlendirildiğinde %10 hurma ilaveli yeşil çay kombucha toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite yönünden tüm örneklerden en yüksek değerlere sahip olarak belirlenmiştir. Oolong çaylı hurmalı ve hurmasız kombucha içecekleri ise fermantasyon boyunca toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite yönünden en düşük değerlere sahip olarak bulumuştur. Literatürde fermantasyon ile artış gösterdiği ifade edilen fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerlerindeki azalma mikroorganizmaların fermantasyon sırasında oluşan biyoaktif bileşenleri kendi gelişimleri için kullanmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda çay çeşidi ve hurma miktarı farklı kullanılarak değerlendirme yapılmıştır; şeker miktarının daha fazla veya farklı oranlarda kullanılarak mikroorganizmalara besin kaynağı olmasını sağlayıp fenolik bileşenlerin parçalanmasının engellenebilir olup olmadığının, antioksidan aktiviteye etkilerinin tekrar üzerinde çalışma yapılabilecek bir konu olduğu belirlenmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre; koku değeri hariç diğer tüm özellikler (aroma, lezzet, renk, burukluk, berraklık ve genel beğenilirlik) kullanılan substrattan büyük ölçüde etkilenmiştir. İlk fermantasyon sonrası siyah ve yeşil çay kombuchalar en yüksek beğenilirliğe sahip olarak bulunmuştur. Lezzet değeri en yüksek hurmasız yeşil çay kombucha seçilmiştir. En berrak ve rengi en çok beğenilen hurmasız siyah çaylı kombucha olmuştur. Yeşil çay hariç %5 Trabzon hurmalı örnekler %10 ilaveli örneklere göre daha çok beğenilmiştir. Trabzon hurması ilave edilmemiş olan Başlangıç çayı + Çay + SCOBY örneğinin rengi panelistler tarafından Trabzon hurması ilave edilen örneklere göre daha koyu renkli olarak ifade edilmişlerdir. Trabzon hurması ilavesinin kombuchanın buruk tadını iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. Hurma ilavesinin genel beğenirliği azalttığı belirlenmiştir. Renk hariç tüm yönlerden en beğenilen içecek hurmasız yeşil çaylı kombucha olmuştur.

KAYNAKLAR

Abuduaibifu, A. & Tamer, C. E. (2019). Evaluation of physicochemical and bioaccessibility properties of goji berry kombucha. *Journal of Food Processing and Preservation*, *43* (9). https://doi.org/10.1111/jfpp.14077

Alves, L. M. F. (2014). Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em campina grande na paraíba, p. 34.

Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., Waisundara, V. Y. (2018). Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation.*Food Science and Nutrition*, *6*, 659–665. https ://doi.org/10.1002/fsn3.605

Argyri, K., Proestos, C., Komaitis, M., Kapsokefalou, M. (2005). Phenolic compounds in red wine digested in vitro in the presence of iron and other dietary factors. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 56 (3)*, pp. 213-222.

Aung, T. & Eun, J. B. (2021). Production and characterization of a novel beverage from laver (Porphyra dentata) through fermentation with kombucha consortium. *Food Chemistry*, *350*, Article 129274. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129274

Ayed, L., Ben Abid, S. & Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, *67* (1), pp. 111-121. https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2

Ayed, L., Hamdi, M. (2015). Manufacture of a beverage from cactus pear juice using "tea fungus" fermentation. *Annals of Microbiology, 65* (4), 2293–2299.

Barba, F.J., Mariutti, L.R., Bragagnolo, N., Mercadante, A.Z., Barbosa-Canovas, G.V., Orlien V. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology*, 67, pp. 195-206.

Bek, Y. & Efe, E. (1995). Araştırma ve Deneme Metotları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:71, Adana.

Bermúdez-Soto, M.J., Tomás-Barberán, F.A. & García-Conesa, M.T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (Aronia melanocarpa) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. *Food Chemistry, 102 (3)*, pp. 865-874.

Bhattacharyya, N.,Seth, S., Tudu, B., Tamuly, P., Jana, A., Ghosh, D. vd. (2007). Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose. *Sensors and Actuators B: Chemical, 122* (2), pp. 627-634.

Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., Imran, M. (2015). Persimmon (Diospyros kaki) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI J.*, 14, pp. 542-561.

Cabrera-Ramírez, A.H., Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A.K., Morales-Sánchez, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M. (2020). Effect of the nixtamalization process on the protein bioaccessibility of white and red sorghum flours during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Research International*, 134 (January), Article 109234. 10.1016/j.foodres.2020.109234

Cai, W., Xie, L., Chen, Y. & Zhang, H. (2013). Purification, characterization and anticoagulant activity of the polysaccharides from green tea. *Carbohydrate Polymers*, *92*, pp. 1086-1090.

Cardoso, R. R., Neto, R. O., Dos Santos D'Almeida, C. T., Do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., Martino, H. S. D., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., Barros, F. A. R. D. (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. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782

Cemeroğlu, B. (2007). Gıda Analizleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., Gachhui, R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, *220*, 63-72. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015

Chen, L, Chen, Q., Zhang, Z. & Wan, X. (2009). A novel colorimetric determination of free amino acids content in tea infusions with 2,4-dinitrofluorobenzene. *Journal of Food Composition and Analysis*, *22* (2), pp. 137-141.

Chen, Y. L., Duan, J., Jiang, Y. M., Shi, J., Peng, L., Xue, S., Kakuda, Y. (2010). Production, quality, and biological effects of oolong tea (Camellia sinensis). *Food Research International, 27*, pp. 1-15. https://doi.org/10.1080/87559129.2010.518294

Chen, X. N., Fan, J. F., Yue, X., Wu, X. R., Li, L. T. (2008). Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (Dyospiros kaki L. cv. Mopan). *Journal of Food Science*, *73*, pp. 24-28.

Chen, P.Y., Li, S., Koh, Y.C.,vd. (2019). Oolong tea extract and citrus peel polymethoxyflavones reduce transformation of L-carnitine to trimethylamine-N-oxide and decrease vascular inflammation in L-carnitine feeding mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, pp. 7869-7879. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b03092

Chen, C. & Liu, B. Y. (2000). Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 834-839.

Chen, H., Zhang, M., Qu, Z., Xie, B. (2008). Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide conjugates from green tea (Camellia Sinensis). *Food Chemistry*, *106*, pp. 559-563.

Choi, E. H., Rha, C.-S., Balusamy, S.R., Kim, D.-O., Shim S.-M. (2019). Impact of bioconversion of gallated catechins and flavonol glycosides on bioaccessibility and intestinal cellular uptake of catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67* (8) , pp. 2331-2339.

Chu, S. C. & Chen, C. (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombuch. *Food Chemistry, 98* (3), pp. 502-507. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.080

Chung, J.-O., Lee, S.-B., Jeong, K.-H., Song, J.-H., Kim, S-K., Joo, K.-M. vd. (2018). Quercetin and fisetin enhanced the small intestine cellular uptake and plasma levels of epi-catechins in in vitro and in vivo models. *Food & Function*, *9* (1), pp. 234-242.

Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloumme-Labarthe, L., ..., Coton, E. (2017). Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93 (5), pp. 1-16. https://doi.org/10.1093/femsec/fix048

Crum, H. & LaGory , A. (2016). The big book of Kombucha: Brewing, flavoring, and enjoying the health benefits of fermented tea. *Storey Publishing, North Adams, MA.*

Da Silva Pinto, M. (2013). Tea: a new perspective on health benefits. *Food Research International, 53 (2),* pp. 558-567.

De Filippis, F., Troise, A. D., Vitaglione, P., Ercolini, D. (2018). Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. *Food Microbiology*, 17, 11-16. https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.008

Degirmencioglu, N., Yıldız, E., Sahan, Y., Guldas, M., Gurbuz, O. (2020). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science & Technology*, 58 (6) , pp. 2304-2312. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04741-7

Dufresne, C. & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International, 33* (6), pp. 409-421. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3

Gaggìa, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D. S., Jakobsen, R. R., Castro-Mejía, J.L., ..., di Gioia, D. (2019). Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: A comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients*, *11* (1). https://doi.org/10.3390/nu11010001

Gawande, S., Kale, A. & Kotwal, S. (2008). Effect of nutrient mixture and black grapes on the pharmacokinetics of orally administered (-)epigallocatechin-3-gallate from green tea extract: A human study. *Phytotherapy Research, 22* (6), pp. 802-808.

Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A., Antonelli, A. (1998). Characterization of White Vinegars of Different Sources With Artificial Neural Networks, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 415-425.

Giordani, E., Doumett, S., Nin, S. & Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): a review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International, 9*(44), 1752-1767.

González, E. (2003). The chemo-preventive effect of tea and its components. *Arch. Latinoam. Nutr., 53* (2), pp. 111-118.

Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M. *vd.* (2001). Comparative content of dietary fiber, total phenolics and minerals in persimmon and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49*, pp. 952-957.

Gorinstein, S., Zemser, M., Weisz, M., Halevy, S., Deutsch, J., Tilis, K. *vd.* (1994). Fluorometric analysis of phenolics in persimmons. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 58,* pp. 1087-1092.

Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H. & Ledford, R. A. (2000). Kombucha, the fermented tea: Microbiology, composition, and claimed health effects. *Journal of Food Protection*, *63* (7), pp. 976-981. https://doi.org/10.4315/0362-028x-63.7.976

Grootaert, C., Kamiloglu, S., Capanoglu, E. & Van Camp, J. (2015). Cell systems to investigate the impact of polyphenols on cardiovascular health. *Nutrients*, *7* (11) , pp. 9229-9255.

Grundy, M.M.-L., Edwards, C.H., Mackie, A.R., Gidley, M.J., Butterworth, P.J. & Ellis, P.R. (2016). Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. *British Journal of Nutrition, 116* (5), pp. 816-833.
Guan, C., Zhang, Y., Zhang, P., Chachar, S., Wang, R., Du, X., Yang, Y. (2020). Germplasm conservation, molecular identity and morphological characterization of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) in the NFGP of China. *Scientia Horticulturae, 272*, 109490. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109490
Haslam, E. (2003). Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry, 64*(1):, 61–73. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00355-8
Heaney, R.P. (2001). Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. *Journal of Nutrution, 131*, pp. 1344S-1348S. 10.1093/jn/131.4.1344s
Ho, C.-T., Zheng, X. & Li, S. (2015). Tea aroma formation. *Food Science and Human Wellness, 4* (1), pp. 9-27.
Ishii, T., Mori, T., Tanaka, T., Mizuno, D., Yamaji, R., Kumazawa, S. et al. (2008). Covalent modification of proteins by green tea polyphenol (−)-epigallocatechin-3-gallate through autoxidation. *Free Radical Biology and Medicine, 45 (10)*, pp. 1384-1394.
Ivanišová, E., Meňhartová, K., Terentjeva, M., Godočíková, L., Árvay, J., Kačániová, M. (2019). Kombucha tea beverage: Microbiological characteristic, antioxidant activity, and phytochemical composition. *Acta Alimentaria, 48* (3), pp. 324-331 https://doi.org/10.1556/066.2019.48.3.7
Ivanisova, E., Menhartova, K., Terentjeva, M., Harangozo, L., Kantor, A., Kacaniova, M. (2020). The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *Journal of Food Science Technology*, 57 (5), pp. 1840-1846. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3
Jakobek L. (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry, 175*, pp. 556-567.
Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9 (5). https://doi.org/10.3390/antiox9050447
Jayabalan, R., Malbasa, R., Sathishkumar, M. (2016). Kombucha. *Reference module in food science.* https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03032-8
Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Vitas, J., Sathishkumar, M. (2014). Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 13* (4), pp. 538-550. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073
Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K., Yun, S.-E. (2010). Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 19 (3), pp. 843-847. https://doi.org/10.1007/s10068-010-0119-6
Jayabalan, R., Subathradevi, P., Marimuthu, S., Sathishkumar, M., Swaminathan, K. (2008). Changes in free radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. *Food Chemistry, 109*, pp. 227-234.
Jayabalan, R., Marimuthu, S., Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1), 392-398. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.032

Ju, J., Lu, G., Lambert, J. D., Yang, C. S. (2007). Inhibition of carcinogenesis by tea constituents. *S.M. D'Ambrosio, N. Amsterdam (Eds.), Seminars in cancer biology, Elsevier*.
Jung, S., Park, Y., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J. *Vd.* (2005). Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 56* (2), pp. 105-113.
Kaewkod, T., Bovonsombut, S., Tragoolpua, Y. (2019). Efficacy of Kombucha Obtained from Green, Oolong, and Black Teas on Inhibition of Pathogenic Bacteria, Antioxidation, and Toxicity on Colorectal Cancer Cell Line. *Microorganisms*, *7* (12), p. 700. https://doi.org/10.3390/microorganisms7120700
Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., 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), pp. 226-232. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.018
Kapp, J. M. & Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Ann. Epidemiol.*, *30*, pp. 66-70. https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001
Kayisoglu, S. & Coskun, F. (2020). Determination of physical and chemical properties of kombucha teas prepared with different herbal teas. *Food Science and Technology*, pp. 1-5. https://doi.org/10.1590/fst.12720
Kayisoglu, S. & Coskun, F. (2021). Determination of physical and chemical properties of kombucha teas prepared with different herbal teas. *Food Science and Technology*, *41* (suppl 1), pp. 393-397. https://doi.org/10.1590/fst.12720
Khaleil, M. M. (2020). A bioprocess development study of polyphenol profiel, antioxidant and antimicrobial activities of kombucha enriched with Psidium guajava L. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *9* (6), pp. 1204-1210. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.9.6.1204-1210
Khosravi, S., Safari, M., Emam-Djomeh, Z., Golmakani, M. T. (2019). Development of fermented date syrup using Kombucha starter culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *43* (2), pp. 1-10. https://doi.org/10.1111/jfpp.13872
Kodagoda, K. H. G. K. & Wickramasinghe, I. (2017). Health benefits of green and black tea: A review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, *4* (7), pp. 107-112. https://doi.org/10.22161/ijaers.4.7.16
Kovacevic, Z., Davidovic, G., Vuckovic-Filipovic, J., Janicijevic-Petrovic, M. A., Janicijevic, K., Popovic, A. (2014). A Toxic Hepatitis Caused the Kombucha Tea – A Case Report. Open Access *Macedonian Journal of Medical Sciences*, *2*, 128-131. https://doi.org/10.3889/oamjms.2014.023
Kurtzman, C.P., Robnett, C.J., Basehoar-Powers E. (2001). Zygosaccharomyces kombuchaensis, a new ascosporogenous yeast from 'Kombucha tea'. FEMS Yeast Research, 1 (2) , pp. https://doi.org/133-138, 10.1111/j.1567-1364.2001.tb00024.x
La Torre, C., Fazio, A., Caputo, P., Plastina, P., Caroleo, M. C., Cannataro, R., Cione, E. (2021). Effects of long-term storage on radical scavenging properties and phenolic content of kombucha from black tea. *Molecules, 26* (18), p. 5474. https://doi.org/10.3390/molecules26185474

Leal, M., Suárez, V., Jayabalan, R., Oros, H., Escarlante-aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA – Journal of Food*, 16 (1), pp. 390-399. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499

Lee, Y. A., Cho, E. J., Yokozawa, T. (2008). Effects of proanthocyanidin preparations on hyperlipidemia and other biomarkers in mouse model of type 2 diabetes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (17), pp. 7781-7789. https://doi.org/10.1021/jf800639m

Lee, B., Ong, C. (2000). Comparative analysis of tea catechins and theaflavins by high-performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 881 (1–2), pp. 439-447. https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00215-6

Leonarski, E., Cesca, K., Zanella, E., Stambuk, B. U., de Oliveira, D., Poletto, P. (2021). Production of kombucha-like beverage and bacterial cellulose by acerola byproduct as raw material. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 135*, pp. 1-8. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110075

Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Volume 34, 102032.

Lobo, R. O., Dias, F. O. & Shenoy, C. K. (2017). Kombucha for healthy living: Evaluation of antioxidant potential and bioactive compounds. *International Food Research Journal, 24* (2), pp. 541-546.

Lobo, R. O., Sagar, B. K. C. & Shenoy, C. K. (2017). Bio-tea prevents membrane destabilization during Isoproterenol-induced myocardial injury. *Journal of Microscopy and Ultrastructure, 5* (3), 146-154. https://doi.org/10.1016/j.jmau.2016.09.001

Lobo, R. O. & Shenoy, C. K. (2014). Myocardial potency of bio-tea against Isoproterenol induced myocardial damage in rats. *Journal of Food Science and Technology, 52*(7):, 4491–4498. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1492-6

Lončar, E., Djurić, M., Malbaša, R., Kolarov, L. J., Klašnja, M. (2006). Influence of working conditions upon Kombucha conducted fermentation of black tea. *Food and Bioproducts Processing*, 84 (3), pp. 186 192. https://doi.org/10.1205/fbp.04306

Lopes, D. R., Santos, L. O., Prentice-Hernández, C. (2021). Antioxidant and antibacterial activity of a beverage obtained by fermentation of yerba-maté (Ilex paraguariensis) with symbiotic kombucha culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45* (2). https://doi.org/10.1111/jfpp.15101

Luca, S.V., Macovei, I., Bujor, A., Miron, A., Skalicka-Woźniak, K., Aprotosoaie, A.C. vd. (2020). Bioactivity of dietary polyphenols: The role of metabolites. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60* (4), pp. 626-659.

Luo, Z. & Wang, R. (2008). Persimmon in China: domestication and traditional utilizations of genetic resources. *Advances in Horticultural Science, 22*, 239-243.

Malbaša, R., Lončar, E., Vitas, J., Čanadanović-Brunet, J. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry, 127*, pp. 1727-1731.

Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA – Journal of Food, 16*(1), 390-399. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499

May, A., Narayanan, S., Alcock, J., Varsani, A., Maley, C., Aktipis, A. (2019). Kombucha: A novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem. *PeerJ*, pp. 1-22. https://doi.org/10.7717/peerj.7565

Mizuta, A. G., Menezes, J. L. D., Dutra, T. V., Ferreira, T. V., Castro, J. C., Silva, C. A. J. D., …, Filho, B. A. D. A. (2020). Evaluation of antimicrobial activity of green tea kombucha at two fermentation time points against Alicyclobacillus spp. *LWT-Food Science and Technology*, *130*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109641

Moa, H., Zhub, Y., Chen, Z. (2008). Microbial fermented tea - a potential source of natural food preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 19, pp. 124-130. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.10.001

Neffe-Skocinska, K., Sionek, B., Ścibisz, I., Kolozyn-krajewska, D. (2017). Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. *CyTA – Journal of Food, 15*(4), 601-607. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588

Neilson, A.P., Hopf, A.S., Cooper, B.R., Pereira, M.A., Bomser, J.A., Ferruzzi, M.G. (2007). Catechin degradation with concurrent formation of homo- and heterocatechin dimers during in vitro digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (22)*, pp. 8941-8949. 10.1021/jf071645m

Ning, J., Sun, J., Li, S., Sheng, M. & Zhang, Z. (2017). Classification of five Chinese tea categories with different fermentation degrees using visible and near-infrared hyperspectral imaging. *International Journal of Food Properties, 20* (sup2), pp. 1515-1522.

Ng, K. W., Cao, Z. J., Chen, H. B., Zhao, Z. Z., Zhu, L., Yi, T. (2018). Oolong tea: A critical review of processing methods, chemical composition, health effects, and risk. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *58* (17), pp. 2957-2980. https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1347556

Nummer, B. A. (2013). Kombucha brewing under the Food and Drug Administration model Food Code: Risk analysis and processing guidance. *Journal of Environmental Health, 76* (4), pp. 8-11. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24341155

Ognjenović, J., Stojadinović, M., Milčić, M., Apostolović, D., Vesić, J., Stambolić, I.,..., Velickovic, T.C. (2014). Interactions of epigallo-catechin 3-gallate and ovalbumin, the major allergen of egg White. *Food Chemistry, 164*, pp. 36-43. 10.1016/j.foodchem.2014.05.005

Pan, M.H., Chiou, Y.S., Wang, Y.J. vd. (2011). Multistage carcinogenesis process as molecular targets in cancer chemoprevention by epicatechin-3-gallate. *Food Funct*, 2, p. 101. https://doi.org/10.1039/C0FO00174K

Pastoriza, S., Pérez-Burillo, S., Rufián-Henares, J. Á. (2017). How brewing parameters affect the healthy profile of tea. *Current Opinion in Food Science, 14*, 7-12. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.12.001

Peters, C.M., Green, R.J., Janle, E.M. & Ferruzzi, M.G. (2010). Formulation with ascorbic acid and sucrose modulates catechin bioavailability from green tea. *Food Research International, 43* (1), pp. 95-102.

Pure, A. E. & Pure, M. E. (2016). NAntioxidant and antibacterial activity of kombucha beverages prepared using banana peel, common nettles and black tea infusions. Applied *Food Biotechnology, 3* (2), pp. 125-130. https://doi.org/10.22037/afb.v3i2.11138

Rahmani, R., Beaufort, S., Villarreal-Soto, S. A., Taillandier, P., Bouajila, J., Debouba, M. (2019). Kombucha fermentation of African mustard (Brassica tournefortii) leaves: Chemical composition and bioactivity. *Food Bioscience, 30*, Article 100414. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100414

Reiss, J. (1994). Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, 198* (3), pp. 258-261. https://doi.org/10.1007/BF01192606

Sajilata, M., Bajaj, P.R. & Singhal, R. (2008). Tea polyphenols as nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7 (3), pp. 229-254.

Salman, S., Yılmaz, C., Gökmen, V., Özdemir, F. (2021). Effects of fermentation time and shooting period on amino acid derivatives and free amino acid profiles of tea. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, 137*, Article 110481. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110481

Sánchez, M., González-Burgos, E., Iglesias, I., Lozano, R., Gómez-Serranillos, M.P. (2020). The pharmacological activity of Camellia sinensis (L.) Kuntze on metabolic and endocrine disorders: a systematic review. *Biomolecules, 10* (4), pp. 603-633. https://doi.org/10.3390/biom10040603

Santos, M. J. (2016). Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Gastronômicas. *Universidade Nova de Lisboa, Lisboa*. run.unl.pt/handle/10362/19346

Sato, A. & Yamada, M. (2016). Persimmon breeding in Japan for pollination-constant non-astringent (PCNA) type with marker-assisted selection. *Breeding Science, 66*, pp. 60-68.

Shahbazi, H., Hashemi Gahruie, H., Golmakani, M. T., Eskandari, M. H., Movahedi, M. (2018). Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Sciences and Nutrition, 6* (8), pp. 2568-2577. https://doi.org/10.1002/fsn3.873

Shenoy, C. K., Lobo, R. O. & Dias, F. O. (2019). Kombucha (Bio-Tea): An elixir for life? *Nutrients in Beverages, pp. 591-616*. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816842-4.00016-2

Shi, J., Wang, L., Ma, C.Y., Lv, H.P., Chen, Z.M. &Lin, Z. (2014). Aroma changes of black tea prepared from methyl jasmonate treated tea plants. *Journal of Zhejiang University - Science B, 15* (4), pp. 313-321.

Shibusawa, Y., Shoji, A., Yanagida, A., Shindo, H., Tagashira, M., Ikeda, M. et al. (2005). Determination of log Po/w for catechins and their isomers, oligomers, and other organic compounds by stationary phase controlled High-Speed countercurrent chromatography. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 28 (17)*, pp. 2819-2837.

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., Teuber, M. (1995). Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. *Systematic and Applied Microbiology, 18*, 590–594. https://doi.org/10.1016/ S0723-2020(11)80420-0

Silva, K. A., Uekane, T. M., Miranda, J. F. de, Ruiz, L. F., Motta, J. C. B. da, Silva, C. B., Pitangui, N. de S., Gonzalez, A. G. M., Fernandes, F. F., & Lima, A. R. (2021). Kombucha beverage from non-conventional edible plant infusion and green tea: Characterization, toxicity, antioxidant activities and antimicrobial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 34*, 102032. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102032

Singh, H. & Gallier S. (2014). Processing of food structures in the gastrointestinal tract and physiological responses. *Food structures, digestion and health, Elsevier, United States of America*, pp. 51-81. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404610-8.00002-5

Sknepnek, A., Pantić, M., Matijašević, D., Miletić, D., Lević, S., Nedović, V., Nikšić, M. (2018). Novel kombucha beverage from lingzhi or reishi medicinal mushroom, Ganoderma Lucidum, with antibacterial and antioxidant effects. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018025833

Stangl, V., Lorenz, M. & Stangl, K. (2006). The role of tea and tea flavonoids in cardiovascular health. *Molecular Nutrition & Food Research, 50* (2), pp. 218-228.

Suzuki, T., Someya, S., Hu, F., Tanokura, M. (2005). *Rapid communication.* Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmons (Diospyros kaki). *Food Chemistry*, 93, pp. 149-152.

Taira, S. (1996). Astringency in persimmon. *H.-F. Linskens, J.F. Jackson (Eds.), Modern Method of Plant Analysis, Fruit Analysis*, Vol. 18, Springer-Verlag, Berlin, pp. 97-109.

Tang, D., Zhang, Q., Xu, L., Guo, D, Luo, Z. (2018). Number of species and geographical distribution of *Diospyros* L. (Ebenaceae) in China. *Horticultural Plant Journal*, 5, 59-69.

Tardugno, R., Gervasi, T., Nava, V., , G. C. O., Icon, V. F. O. & Cicero, N. (2021). *Nutritional and mineral composition of persimmon fruits (Diospyros kaki).* Received 09 Feb 2021, Accepted 20 Apr 2021, Published online: 07 May 2021. https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1921768

Teoh, A. L., Heard, G. & Cox, J. (2004). Yeast ecology of Kombucha fermentation. *Journal of Food Microbiology, 95*(2), 119-126.

Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., Dong, M. (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods, 52*, pp. 81-89. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.024

Ulusoy, A. & Tamer, C.E. (2019). Determination of suitability of black carrot (*Daucus carota* L. spp. sativus var. *atrorubens* Alef.) juice concentrate, cherry laurel (*Prunus laurocerasus*), blackthorn (*Prunus spinosa*) and red raspberry (*Rubus ideaus*) for kombucha beverage production. *Journal of Food Measurement and Characterization, 13* (2), pp. 1524-1536. https://doi.org/10.1007/s11694-019-00068-w

Valenzuela, A. (2004). El consumo de té y la salud: características y propriedades benéficas de esta bebida milenaria. *Revista Chilena de Nutrición, 31* (2), pp. 72-82. https://doi.org/10.467/S0717-75182004000200001

Vázquez-Cabral, B. D., Larrosa-Pérez, M., Gallegos-Infante, J. A., Moreno-Jiménez, M. R., González-Laredo, R. F., Rutiaga-Quiñones, J. G., ..., Rocha-Guzmán, N. E. (2017). Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes. *Chemico-Biological Interactions, 272,* pp. 1-9. https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.05.001

Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Schmitzer, Comparative, V. (2010). Study of Primary and Secondary Metabolites in 11 Cultivars of Persimmon Fruit (*Diospyros* Kaki L.). *Food Chemistry, 119*, 477–483. https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2009.06.044

Velicanski, A. Cvetkovic, D., Markov, S. (2013). Characteristics of kombucha fermentation on medicinal herbs from lamiaceae family. *Romanian Biotechnological Letters, 18*(1):, 8034–8042.

Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., Tumbas Šaponjac, V. T., Vulić, J. J. (2014). Antioxidant and Antibacterial Activity of the Beverage Obtained by Fermentation of Sweetened Lemon Balm (Melissa officinalis L.) Tea with Symbiotic Consortium of Bacteria and Yeasts. *Food Technology and Biotechnology, 52* (4), pp. 420-429. https://doi.org/10.17113/ftb.52.04.14.3611

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., Taillandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: A review. *Journal of Food Science*, *83* (3), pp. 580-588. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068

Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., Renard, T., S. Rollan, S., 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* (April), pp. 44-54. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.05.004

Von Staszewski, M., Pilosof, A.M. & Jagus, R.J. (2011). Antioxidant and antimicrobial performance of different Argentinean green tea varieties as affected by whey proteins. *Food Chemistry, 125 (1)*, pp. 186-192.

Vukmanović, S., Vitas, J. & Malbaša, R. (2020). Valorization of winery effluent using kombucha culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, *44* (8), pp. 1-10. https://doi.org/10.1111/jfpp.14627

Vitas, J. S., Cvetanović, A. D., Mašković, P. Z., Švarc-Gajić, J. V., Malbaša, R. V. (2018). Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. *Journal of Functional Foods, 44*, pp. 95-102. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.019

Wang, D., Kubota, K., Kobayashi, A. & Juan, I.M. (2001). Analysis of glycosidically bound aroma precursors in tea leaves. 3. Change in the glycoside content of tea leaves during the oolong tea manufacturing process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49* (11), pp. 5391-5396.

Wang, L.F., Lee, J.Y., Chung, J.O., Baik, J.H., So, S., Park, S.K. (2008). Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME-GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. *Food Chemistry, 109* (1), pp. 196-206.

Wang, K., Liu, F., Liu, Z., Huang, J., Xu, Z., Li, Y., Chen, J., Gong, Y., Yang, X. (2011). Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer. *International Journal of Food Science & Technology,* 46 (7), pp. 1406-1412. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02629

Wang, X., Wang, D., Wang, H., Jiao, S., Wu, J., Hou, Y., Sun , J., Yuan, J. (2022). Chemical Profile and Antioxidant Capacity of Kombucha Tea by the Pure Cultured Kombucha, Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 113931. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931

Watawana, M., Jayawardena, N., Gunawardhana, C., Viduranga, Y. (2015). Health, wellness, and safety aspects of the consumption of Kombucha. *Journal of Chemistry*, pp. 1-11. https://doi.org/10.1155/2015/591869

Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., 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.* https://doi.org/10.1111/ijfs.13006

Watawana, M. I., Jayawardena, N. & Waisundara, V. Y. (2018). Value-added tea (*Camellia sinesis*) as a functional food using the Kombucha 'tea fungus. *Chiang Mai Journal of Science*, *45* (1). pp. 136-146.

Weerawatanakorn, M., Hung, W. L., Pan, M. H., Li, S., Li , D., Wang, X. H., Ho, C.T. (2015). Chemistry and health beneficial effects of oolong tea and theasinensins. *Food Science and Human Wellness, 4, pp. 133-146.*

Wispen, S., Santivrangkana, C. & Somsong, P. (2020). Development of kombucha and its functional property from agricultural waste (fermented tea broth). *International Conference on Food, Agriculture and Biotechnology*, pp. 1-9. https://doi.org/10.14457/MSU.res.2020.1

Woolf, A. B. & Ben-Arie, R. (2011). Persimmon (*Diospyros kaki*). E.M. Yahia (Ed.), Postharvest Biology and Technology of Tropical and Sub-Tropical Fruits, *Woodhead Publishing*, pp. 166-193.

Worldatlas (2021). The world's top ten tea producing nations. *Economics.* https://www.worldatlas.com/articles/the-worlds-top-10-tea-producing-nations.html

Xia, X., Dai, Y., Wu, H., Liu, X., Wang, Y., Yin, L., Wang, Z., Li, X., Zhou, J. (2019).Kombucha fermentation enhances the health-promoting properties of soymilk beverage. *Journal of Functional Foods, 62*, Article 103549. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103549

Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, K.G., Shibamoto, T. (2003). Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 51 (25), pp. 7396-7401. https://doi.org/10.1021/jf030127i

Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., Siddique, F. (2016). Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry, 1–13*. https://doi.org/10.1155/2016/3424025

Yamada, M., Giordani, E. & Yonemori, K. (2012). Persimmon. *M.L. Badenes, D.H. Byrne (Eds.), Fruit Breeding, Springer*, pp. 663-693.

Yavari, N., Assadi, M. M., Moghadam, M. B., Larijani, K. (2011). Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5*(11), 1788–1794.

Yi, T., Zhu, L., Peng, W. L., He, X. C., Chen, H. L., Li, J.,Yu, T., Liang, Z. T., Zhao, Z. Z., Chen, H. B. (2015). Comparison of ten major constituents in seven types of processed tea using HPLC-DAD-MS followed by principal component and hierarchical cluster analysis. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie - Food Science and Technology*, 62 (1), pp. 194-201. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.003

Yönel, S. P., Çopur, Ö. U. (2009). Optimization of persimmon nectar production by addition of different citrus juice concentrates. *Uludag Universitesi.* http://hdl.handle.net/11452/3210

Zeng, L., Zhou, X., Su, X. vd. (2020). Chinese oolong tea: an aromatic beverage produced under multiple stresses. *Trends in Food Science and Technology,106*, pp. 242-253. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.001

Zhao, J., Li, P., Xia, T., Wan, X. (2020). Exploring plant metabolic genomics: chemical diversity, metabolic complexity in the biosynthesis and transport of specialized metabolites with the tea plant as a model. *Critical Reviews in Biotechnology*, *40*, pp. 667-688.

Zhao, Z. J., Sui, Y. C., Wu, H. W., Zhou, C. B., Hu, X. C., Zhang, J. (2018). Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30 (9), pp. 732-741. https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1794

Zhu, J., Chen, F., Wang, L., Niu, Y., Yu, D., Shu, C. vd. (2015). Comparison of aroma-active volatiles in oolong tea infusions using GC-olfactometry, GC-FPD, and GC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63* (34) (2015), pp. 7499-7510.

Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasari, F. R., Srianta, I., Blanc, P. J. (2018). Potential of snake fruit (Salacca zalacca (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 13*, pp. 198-203. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.12.012

Zuo, Y., Chen, H., Deng, Y. (2002). Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*, 57 (2), pp. 307-316. https://doi.org/10.1016/S0039-9140(02)00030-9

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hasret Nazife SAVAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Altındağ, 1990
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : 2014-2016 Dörtçelik Çocuk Hastanesi – Proje Sorumlusu

2016-2020 Tarım ve Orman Bakanlığı - Mustafakemalpaşa İlçe Tarım Müdürlüğü – Resmi Gıda Kontrol Görevlisi

2020-2022 Tarım ve Orman Bakanlığı - Yıldırım İlçe Tarım Müdürlüğü – Resmi Gıda Kontrol Görevlisi

İletişim (e-posta) : hasret_naz90@hotmail.com
hasretnazife.eke@tarimorman.gov.tr

Yayınları : Yağmur Eda ÖZBEK, Hazan AKPINAR , Hasret Nazife SAVAN, Arzu AKPINAR BAYİZİT (21-22 Mart 2022). Biyoaktif Lipit Bileşenleri ile Gıdaların Formülasyonu, *12. Gıda Mühendiliği Öğrenci Kongresi, S112.*