

**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN KAPARI
TOMURCUĞUNUN (*CAPPARIS* SPP.) FENOLİK
KOMPOZİSYONUNA VE ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİNE ETKİSİ**

Nihan GİRİTLİOĞLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN KAPARI TOMURCUĞUNUN
(*Capparis* spp.) FENOLİK KOMPOZİSYONUNA VE ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİNE ETKİSİ**

Nihan GİRİTLİOĞLU
0000-0002-9860-0383

Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Nihan GİRİTLİOĞLU tarafından hazırlanan “LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN KAPARI TOMURCUĞUNUN (CAPPARIS SPP.) FENOLİK KOMPOZİSYONUNA VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNE ETKİSİ” 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 : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Başkan : Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ
0000-0001-7871-1628
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
0000-0002-1186-3106
Bandırma 17 Eylül Üniversitesi, Bandırma M.Y.O
Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Metin GÜLDAŞ
0000-0002-5187-9380
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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.

07.07.2020

Nihan GİRİTLİOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LAKTİK ASİT FERMENTASYONUNUN KAPARI TOMURCUĞUNUN (*Capparis* spp.) FENOLİK KOMPOZİSYONUNA VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNE ETKİSİ

Nihan GİRİTLİOĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

Bu çalışmada Artvin bölgesinden temin edilen *Capparis ovata* Desf. türüne ait kapari tomurcuğu örnekleri Kombu çayı üretiminde kullanılmıştır. Üretimi yapılan yeşil çaylı Kombu çayı (KC₁), kaparili Kombu çayı (KC₂) ile yeşil çay ve kaparili Kombu çayının (KC₃) yanı sıra hammadde olarak kullanılan kapari meyvesinin (K) analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin fiziko-kimyasal içeriğinin yansıra, antioksidan kapasite (ABTS, CUPRAC, DPPH) ve toplam fenolik bileşen içeriği ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler cinsinden belirlenmiştir. Kombu çayı üretiminde kullanılan kapari tomurcuğunun kurumadde, suda çözünen kurumadde, kül ve toplam asitlik miktarları ile pH'sı sırasıyla; 25,99±1,12 (g/100g); 14,47±0,21; 1,74±0,06 (g/100 g); 0,57±0,06 (g/100 g); 5,30±0,12 olarak belirlenmiştir. Biyoalınabilir fenolik bileşenler TEAC_{ABTS}, TEAC_{CUPRAC} ve TEAC_{DPPH} için sırasıyla 18,55±0,15; 15,68±0,65 ve 8,38±0,50 μ mol troloks/mL bulunmuştur. Üretilen Kombu çayı örneklerinde, fermentasyon sonunda toplam asitlik 1,10±0,03 ile 2,89±0,06 (g/100g) arasında değişirken, pH ise 3,18±0,01 ile 3,19±0,01 değerleri arasında belirlenmiştir. Kapari tomurcuğunda antosiyanin içeriğine rastlanmamasına rağmen; KC₁ örneğinin antosiyanin miktarı 2,30 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak bulunurken, KC₃ örneğinde bu değer kapari tomurcuğunun da desteği ile %52 oranında artarak, 3,50 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasiteleri incelendiğinde, KC₃ örneği ekstrakte edilebilir (TEAC_{ABTS}: 7,06 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 7,12 μ mol troloks/mL), hidrolize edilebilir (TEAC_{ABTS}: 7,59 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,28 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 3,03 μ mol troloks/mL) ve biyoalınabilir fenolikler (TEAC_{ABTS}: 5,70 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,47 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 2,36 μ mol troloks/mL) açısından en yüksek değerleri göstermiştir. Ayrıca, duyuusal değerlendirme sonuçlarına göre, KC₃ panelistlerden 5,60 puan alarak (genel beğeni) en beğenilen örnek olmuştur. Analizlerin sonucunda, zengin bir substrat olan kapari tomurcuğu kullanılarak, antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen içeriği zenginleştirilmiş, yeni sağlıklı bir fermente içecek üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapari, Kombu çayı, antioksidan kapasite, antosiyanin, biyoalınabilirlik.

2020, vii + 91 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF LACTIC ACID FERMENTATION ON PHENOLIC COMPOSITION AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF CAPER BUD (*Capparis* spp.)

Nihan GİRİTLİOĞLU

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

Supervisor: Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ

In this study, caper bud samples belongs to *Capparis ovata* Desf. species were utilized in Kombucha production. Analyzes of green tea Kombucha (KC₁), caper Kombucha (KC₂), green tea-caper Kombucha (KC₃) and as a raw material caper samples were conducted. In addition to the physico-chemical properties, antioxidant capacity (ABTS, CUPRAC, DPPH) and total phenolic content of samples were determined in terms of extractable, hydrolyzable and bioalinalable phenolics. The dry matter, water-soluble dry matter, ash and total acidity and pH of the caper buds used in the Kombucha production were determined respectively as 25,99±1,12 (g/100g); 14,47±0,21, 1,74±0,06 (g/100g); 0,57±0,06 (g/100g); 5,30±0,12. Bioaccessible phenolic content of caper buds were found as 18,55±0,15; 15,68±0,65 and 8,38±0,50 μ mole trolox/mL in terms of TEAC_{ABTS}, TEAC_{CUPRAC} and TEAC_{DPPH}. In Kombucha samples, at the end of fermentation, the total acidity ranged between 0,74±0,02 and 1,43±0,04 (g/100g), while the pH was between 3,18±0,01 and 3,19±0,01. Although, caper buds did not contain any anthocyanin, KC₁ sample was determined to have 2,30 mg/L (cyanidin-3-glycoside equivalent) anthocyanin and it was increased 52% and determined as 3,50 mg/L (cyanidin-3-glycoside equivalent) in KC₃ sample by the support of caper buds. When the antioxidant capacity of Kombucha samples are evaluated, KC₃ sample had the highest values in extractable (TEAC_{ABTS}: 7,06 μ mole trolox/mL; TEAC_{DPPH}: 7,12 μ mole trolox/mL), hydrolyzable (TEAC_{ABTS}: 7,59 μ mole trolox/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,28 μ mole trolox/mL; TEAC_{DPPH}: 3,03 μ mole trolox/mL) and bioaccessible phenolics (TEAC_{ABTS}: 5,70 μ mole trolox/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,47 μ mole trolox/mL; TEAC_{DPPH}: 2,36 μ mole trolox/mL). In addition, according to sensory evaluation results, KC₃ sample was the most preferred one by the panelists with 5.60 points (Overall acceptability). As a result of the study, by using a rich substrate capers bud, antioxidant capacity and total phenolic component content enriched, new healthy fermented beverage was produced.

Key words: caper, Kombucha, antioxidant capacity, phenolic compounds, anthocyanin, bioaccessibility

2020, vii + 91 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, yürütülmesinde, araştırılmasında bütün bilgi ve deneyimi ile bana yol gösterip yardımcı olan; okul ve iş hayatını birlikte yürütebilmem adına anlayış gösteren ve bütün manevi desteği ile yanımda olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemim boyunca tezin her aşamasında bütün deneyimini ve bilgisini benimle paylaşan; Sayın hocam Dr. Elif YILDIZ'a teşekkür ve minnettarlığımı sunarım.

Analizlerim süresince hep yanımda olup benimle birlikte yorulan, sabırla çalışan ve psikolojik desteğini hiç eksik etmeyen arkadaşım Funda MERCAN'a teşekkür eder, sonsuz sevgilerimi sunarım.

Bildiklerini benimle paylaşıp, laboratuvarımda bana yardımcı olan Elif TAŞAR'a teşekkür ederim.

Laboratuvar konusundaki bilgilerini benimle paylaşarak yardım eden, beni yalnız bırakmayan Büşra MADEN, Gizem SUNA, Şengül TEKSOY'a teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca bana inanıp her kararımdaya arkamda duran, beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans süresi boyunca bütün maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan ve bir şeyleri başarabileceğime olan inancımı arttıran bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Nihan GİRİTLİOĞLU

.../.../.....

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kapari Tomurcuğu	4
2.1.1. Kapari tomurcuğunun kimyasal bileşimi	5
2.1.2. Kapari tomurcuğunun gıda alanında kullanımı.....	7
2.1.3. Kapari tomurcuğunun sağlık üzerine etkileri.....	7
2.1.4. Kapari tomurcuğunun kozmetik ve boya sanayiinde kullanımı.....	9
2.2. Yeşil Çay.....	9
2.2.1. Yeşil çayın kimyasal kompozisyonu.....	10
2.2.2. Yeşil çayın sağlığa etkisi.....	10
2.3. Kombu Çayı	11
2.3.1. Kombu çayının kimyasal kompozisyonu	12
2.3.2. Kombu çayı üretimi	13
2.3.3. Kombu çayı fermentasyon mekanizması	13
2.3.4. Kombu çayının sağlık üzerine etkileri	14
2.4. Kaynak Araştırması.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26
3.2.Yöntem.....	28
3.2.1. Kombu çayı üretimi	28
3.2.2. Toplam kurumadde tayini	32
3.2.3. Suda çözünen kurumadde tayini	32
3.2.4. Kül tayini.....	32
3.2.5. pH tayini.....	33
3.2.6. Toplam asitlik tayini	33
3.2.7. Toplam antosiyanin tayini.....	33
3.2.9. Antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen tayini	34
3.2.10.Duyusal analizi.....	42
3.2.11. İstatistiksel analiz.....	43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	44
4.1. Kapari Tomurcuğu Analiz Sonuçları	44
4.1.1. Kapari tomurcuğu fiziko-kimyasal analiz sonuçları	44
4.1.2. Kapari tomurcuğu antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen analiz sonuçları	47
4.2. Kombu çayı analiz sonuçları.....	50
4.2.1. Kombu çayı fiziko-kimyasal analiz sonuçları.....	50
4.2.2. Kombu çayı antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen tayini.....	59
4.2.3. Duyusal Analiz.....	72
5. SONUÇ	76
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	91

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
g	Gram
K	Potasyum
L	Litre
M	Molarite
mm	Milimetre
Mn	Manganez
mg	Miligram
mL	Mililitre
Na	Sodyum
nm	Nanometre
Ni	Nikel
ppm	Milyonda Bir Kısım
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
Zn	Çinko
μ mol	Mikromol
μ L	Mikrolitre
α	Alfa
β	Beta
γ	Gama

Kısaltmalar	Açıklama
ABTS	2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
CUPRAC	Bakır İyon İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı-Kromatografisi
LSD	Least Significant Difference
TE	Troloks Eşdeğeri
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Artvin ilinde bulunan kapari bitkisi ve kapari tomurcuğu	26
Şekil 3.2. Kapari tomurcukları	27
Şekil 3.3. Kombu çayı starteri (SCOBY).....	28
Şekil 3.4. Kombu çayı üretim şeması.....	29
Şekil 3.5. Kombu çayı üretimi	31
Şekil 3.6. Şişelenip pastörize edilmiş Kombu çayı örnekleri.....	32
Şekil 3.7. ABTS metodu Troloks standart kurvesi	38
Şekil 3.8. DPPH metodu Troloks standart kurvesi	39
Şekil 3.9. CUPRAC metodu Troloks standart kurvesi.....	40
Şekil 3.10. Toplam fenolik bileşen tayini gallik asit standart kurvesi	42
Şekil 4.1. Yeşil çaylı Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği.....	53
Şekil 4.2. Kapari tomurcuklu Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği.....	53
Şekil 4.3. Yeşil çay + Kapari tomurcuklu Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği	54
Şekil 4.4. Kombu çayı örneklerine ait pH değerlerinin LSD testine göre gruplandırılması	55
Şekil 4.5. Kombu çayı örneklerine ait % toplam asitlik değerlerinin LSD testine göre gruplandırılması	56
Şekil 4.6. Kombu çayı örneklerinin içerdiği toplam fenolik bileşenlerin LSD testine göre gruplandırılması	67
Şekil 4.7. ABTS metodunda Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması.....	68
Şekil 4.8. CUPRAC metodunda Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması	69
Şekil 4.9. DPPH metodunda Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması.....	71
Şekil 4.10. Duyusal analiz grafiği.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Kombu çayı formülasyonları	28
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan örnekler	44
Çizelge 4.2. Kapari tomurcuğu örneğine ait fizikokimyasal özellikler	44
Çizelge 4.3. Kapari tomurcuğu örneğinin renk değerleri.....	46
Çizelge 4.4. Kapari tomurcuğunun antioksidan kapasite miktarı	47
Çizelge 4.5. Kapari tomurcuğunun toplam fenolik bileşen miktarı	49
Çizelge 4.6. Kombu çayı örneklerine ait fizikokimyasal özellikler.....	50
Çizelge 4.7. Kombu çayı örneklerinin pH ve toplam asitlik değeri.....	52
Çizelge 4.8. Kombu çayı örneklerinin antosiyanin değeri.....	57
Çizelge 4.9. Kombu çayı örneklerinin renk değerleri.....	58
Çizelge 4.10. Kombu çayı örneklerinin ekstrakte edilebilir toplam fenolik bileşenleri ve antioksidan kapasitesi.....	60
Çizelge 4.11. Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenoliklerine ait toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.12. Kombu çayı örneklerinin biyoalınabilir fenoliklerine ait toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4. 13. Kombu çayı örneklerinin fenoliklerinin % biyoalınabilirlikleri	61
Çizelge 4.14. Kombu çayı örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	73

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ve bununla beraber ortaya çıkan sağlık problemleri, bireylerin sağlıklı beslenmeye olan yönelimleri, ilaç tedavisi yerine bitkisel içerikli tedavileri tercih etmeleri; besin içeriği zengin, biyoalınabilirliği yüksek, fonksiyonel gıda arayışını arttırmış ve son dönemde bu konuda yapılan çalışmalar artış göstermiştir.

Vücuttaki metabolik reaksiyonlar sonucunda serbest radikaller oluşmakta ve oluşan serbest radikaller hücre membranlarındaki protein ve lipidleri parçalayarak hücrelerin fonksiyonlarına engel olmak, hücreleri öldürmek, hücre mutasyonuna sebep olmak ve bağışıklık sistemini zayıflatmak gibi olumsuz etkilere yol açmaktadır (Serteser ve Gök 2003). Bu olumsuz etkiler antioksidatif etki gösteren bileşenler ve fenolik bileşikler ile beraber önlenebilmekte veya etkileri azaltılabilmektedir. Antioksidan bileşenler serbest radikal oluşumunu engelleyerek veya serbest radikallerle kendisi tepkimeye girerek serbest radikallerin hücrelere zarar vermesini engelleyen fonksiyonlar göstermektedir (Kahkönen ve ark. 1999, Nagai ve ark. 2005). Beslenmede yer alan başlıca antioksidanlar karotenoidler, fenolik bileşikler, flavonlar, izoflavonlar, antosiyaninler, kateşinler, C vitamini ve E vitamini (Koca ve ark. 2005). Antioksidan bileşikler, enzimler (superoksit dismutaz-SOD, katalaz-CAT, glutatyon peroksidaz-GP, glutatyon redüktaz, sitokrom-C-oksidad, hidroksiperoksidaz), makromoleküller (seruloplazmin, transferrin, ferritin, miyogloblin, haptoglobilin) ve mikromoleküller (β -karoten, A vitamini, C vitamini, E vitamini, tokoferoller, tiol içerenler, glutatyon (GSH), N-asetil sistein, metionin, kaptopril, ubiguinon) olarak gruplandırılabilir (Hilmi 1994). Antioksidan bileşikler serbest radikallere etkilerini, oksidanlara hidrojen aktararak onları inaktive ederek (söndürme etkisi), oksidanları daha zayıf moleküllere dönüştürerek (süpürme etkisi), oksidanları kendilerine bağlayarak (zincir reaksiyonlarını kırma etkisi) ve oksidasyona uğramış molekülleri onararak (onarım etkisi) gösterebilmektedir (Gökpinar ve ark. 2006).

Fenolik içerikli bileşikler ise aromatik halka (en az bir adet) ve hidroksil grubu içeren bitkilerde doğal olarak bulunan organik bileşiklerdir. Sağlık üzerinde kanser riskini azaltmak, kalp-damar hastalıklarını engellemek vb. birçok olumlu etkileri bulunmaktadır (Kavitha ve Abdelrahman 2012). Fenolik bileşikler fenolik asit ve flavonoidler olarak

sınıflandırılmakta ve kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit, sinapik asit, salisilik asit, gallik asit, vanillik asit, sirinjik asit fenolik asit grubunda; flavonoller, flavonlar, kateşinler, antosiyaninler, izoflavonoidler ise flavonoid grubunda bulunmaktadır (Karadeniz ve Ekşi 2002). Fenolik bileşikler vücuttaki hücrelerin zarar görmesini; serbest radikaller ile tepkimeye girerek, metallerle şelat oluşturarak, hidroperoksitleri daha stabil forma dönüştürerek, diğer indirgen ajanlarla sinerjik etki oluşturarak engellemekte ve böylelikle vücutta antioksidan etki göstermektedir (Ardağ 2008).

Vücuttaki reaksiyonlar sonucu oluşan zararlı metabolitlerden korunmaya yardımcı olan bu antioksidan bileşikler ve fenolik maddeler, fermente gıdalarda bakteri ve mayaların gerçekleştirdiği fermentasyon sonucu oluşturulmakta ve böylelikle fermente gıdalar daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip fonksiyonel gıdalara dönüşmektedir. Fermentasyon oksijensiz ortamda bakteri ve mayaların substratın bulundurduğu karbonhidratları kullanarak enerji ve çeşitli metabolitler üretmesi anlamına gelmektedir (Hutkins 2008). Fermente ürünlerin bağışıklık sistemini destekleyici olduğu, kanserin önlenmesinde ve hastalıkların tedavisinde yardımcı rol oynadığı, osteoporoz belirtilerini azalttığı, antioksidan, antimikrobiyal, antikolestrol, probiyotik özelliklerinin bulunduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Farhad ve ark. 2010). Fonksiyonel gıdalara olan ilginin arttığı bu dönemde tedavi edici, hastalık önleyici özellikleri bulunan, antioksidan içeriği yüksek ve fenolik bileşikler açısından zengin fermente gıdaların üretimi ve tüketimi daha fazla araştırılması gereken bir konu haline gelmiştir.

Bu çalışmada kök, çiçek, meyve, tohum gibi çeşitli kısımlarından yararlanılabilen; fenolik bileşikler, flavanonlar, kateşinler, antioksidanlar açısından oldukça zengin bir bitki olan kapari (*Capparis ovata* Desf.) bitkisinin tomurcuğundan elde edilen çay ve yeşil çay, asetik asit bakterileri ve mayalar tarafından fermente edilerek antioksidan, antimikrobiyal, antitümör gibi insan sağlığı açısından bir çok fonksiyonel özelliğin bulunduğu asidik yapıda fermente bir içecek olan Kombu çayı üretimi gerçekleştirilmiştir (Anken ve ark. 1992, Battikh ve ark. 2012). Üretimi gerçekleştirilen KC₁ (yeşil çaylı Kombu çayı), KC₂ (Kapari tomurcuklu Kombu çayı), KC₃ (Kapari tomurcuğu ve yeşil çayın birlikte kullanıldığı Kombu çayı) ve hammaddemiz olan K (kapari tomurcuğu) örneklerinin fiziko-kimyasal, fenolik bileşen, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik,

toplam antosiyanin analizleri yapılmış, Kombu çaylarının duysal özellikleri belirlenmiş ve analiz sonuçları değerdendirilmiştir.



2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kapari Tomurcuğu

‘Kapari bitkisi *Capparaceae* familyasına ait kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişebilen, kalın, sarmaşık ve toprağın derinliklerine uzanabilen bir kök yapısına sahip, 49-101 cm boylarında odunsu gövde sınıfına giren, türüne göre yatay ya da dikey uzama gösteren, hantal ve dikenli ve 345'den fazla türü olan, çiçekleri pembemsi veya beyaz olan çok yıllık bir bitkidir’ (Zohary 1960, Argun 2012). Kapari elementlerce zengin (fosfor, kalsiyum ve potasyum) kil, kum, kireç taşı içeren topraklarda ve çıplak kayaların üzerinde gelişmektedir. Toprak ve iklim koşulları açısından uyumlu olan kapari bitkisinin çiçekleri hafif pembemsi ve beyaz renkli, tomurcuk büyüklüğü leblebiden fındık boyutuna kadar değişebilen özellikte olup her koşulda az da olsa yetişebilmektedir. Kapari bitkisinin tomurcuklanma, çiçeklenme, meyve ve tohum oluşturma süresinin ortalama olarak 110-131 günde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kapari bitkisinin köklerinin çok derinlere gitmesi, yatay yayılarak toprağı örtmesi, kuraklığa dayanıklı olması, toprak isteğinin çok az olması nedeni ile erozyon kontrolünde kullanılmaktadır (Öngün 2013). Yurdumuzun değişik yörelerinde gebere, kebere, gebre, deve diken, kedi tırnağı, şebellah gibi isimlerle anılan bu bitkinin ülkemizde *Capparis spinosa* ve *Capparis ovata* olmak üzere iki türünün ve bu türlere ait 6 çeşidin Güneydoğu Anadolu, Orta Doğu, Karadeniz, Marmara ve Akdeniz bölgelerinin bazı yörelerinde kendiliğinden yetiştiği görülmüştür (Söyler ve Arslan 2000; Kan ve Arslan 2002). Boylu kapari olarak bilinen *Capparis spinosa* türü kapari 2,6 m boyuna ulaşabilen, genellikle deniz seviyesinde ve 200-290 metre rakıma kadar olan seviyelerde yetişebilen bir bitkiyken, bodur kapari olarak bilinen *Capparis ovata* yatay olarak gelişen, fazla uzama eğiliminde olmayan, kümeler halinde bulunan ve deniz seviyelerinden uzakta daha iç kesimlerde yetişen bir kapari türüdür. Kapari çiçeğinin tomurcukları çaplarına göre isimlendirilmiş olup adlandırma şu şekildedir; ‘Nonpareille ($\varnothing < 8\text{mm}$), Surfines ($8\text{mm} < \varnothing < 9\text{mm}$), Capucines ($9\text{mm} < \varnothing < 10\text{mm}$), Capotes ($10\text{mm} < \varnothing < 11\text{mm}$), Fines ($11\text{mm} < \varnothing < 13\text{mm}$), Gruesas ($13\text{mm} < \varnothing$)’ (Argun 2012).

Tomurcukların çapları küçüldükçe kalitelerinin arttığı saptanmıştır (Argun 2012, Kara 2012). Elle hasadı yapılan bitkiden Mayıs-Eylül aylarında 15-20 hasat dönemi gerçekleştirilerek maksimum ürün elde edildiği görülmüştür (Öngün 2013).

Capparis’in farklı türlerinde ve bitkinin farklı kısımlarında (kök kabuğu, yaprak, çiçek tomurcuğu, meyve, tohum) birçok kimyasal bileşik (alkaloid, flavonoid, glikozinolat, lipid, polifenol gibi) bulunmaktadır (Matthaus ve Özcan 2005, Tlili ve ark. 2010, Öncü 2016). Bu kimyasal bileşiklerden heterozitler (flavonozit, glikozinolat), bitkinin tıbbi ve aromatik etkilerini sağlayan önemli bileşenlerdendir (Duman 2012).

Kapari bitkisinin tomurcuğu konserve yapımında değerlendirilmesinin yanı sıra ilaç, kozmetik, boya ve yem sanayisinde birçok ülkede önemli düzeyde kullanılmaktadır (Sayılır 2007). Çalışmalar genellikle kapari bitkisinin yetiştirilme koşulları, tıp açısından kapari kısımlarının faydaları ve tomurcuk kısmının gıda maddesi olarak kullanılması üzerine yapılmıştır.

2.1.1. Kapari tomurcuğunun kimyasal bileşimi

Kapari bitkisinin 100 g tomurcuğunda (kurumaddede); 64 mg fosfor, 66 mg kalsiyum, 8,7 mg demir, 9,41 mg kül, 24,03 g protein, 12,52 g selüloz, 2,19 g lipid ve az miktarda nişasta tespit edilmiş olup, aroma özelliklerini izobütil izotiyosiyanat, kükürt ve sildoktasiklosülfür gibi bileşikler oluşturmaktadır (Kara 2012).

Özcan ve ark.’nın (2004) yaptıkları çalışmada kapari bitkisinin 2 farklı türünde, %17,01 kurumadde, %6,43 ham kül, %8,72 ham protein, %1,34 ham yağ, %0,07 uçucu yağ içerdiğini ifade edilmiştir.

Sessiz ve ark.’nın (2007) kaparinin nem içeriği üzerine yaptıkları çalışmada kapari tomurcuğu nem içeriğinin %71,83 ile %82,91 arasında değiştiği, nem içeriği azaldıkça tomurcuğun daha sert bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir.

Kaparide oluşan temel biyoaktif maddeler glikozinolatlardır (Özcan ve Chalchat 2007). Türkiye’de yetişebilen farklı 2 kapari türünde (*Capparis ovata* Desf. var. *canescens*, *Capparis spinosa* L. var. *spinosa*) HPLC cihazı ile yapılan analizde kapari tomurcuklarında farklı 12 adet glikozinolat belirlenmiş ve bu glikozinolatların %89’unu halk arasında hardal yağı olarak bilinen glukokapparinin oluşturduğu tespit edilmiş, kapari tomurcuklarında belirlenen glukoiiberin, sinigrin, glukobrassicin gibi glukosinolatların ise alkil(R) grubuna bağlı olduğu ve kapari bitkisinin türüne, bitkinin

kısımlarına göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Kapari bitkisinde, özellikle de kapari tomurcuğunda bulunan glukokapparinin glukohidrolazların etkisiyle parçalanması sonucu D-glukoz ve özgün aromayı veren metil izotiyosiyanatlar oluşmaktadır (Duman 2012).

Kapari türlerinin çeşitli kısımlarında alkaloidler üzerine yapılan çalışmada, çeşitli kaparilerin tomurcukları ve *Capparis spinosa*'nın kabuk ve yapraklarından; Sadykov ve Khodzhimatov'un yaptığı benzer bir çalışmada ise *Capparis spinosa*'nın tohum ve kabuklarından stahidrin amino asidi ayrıştırılmıştır. Khodzhimatov'un yaptığı çalışmada *C. spinosa* türü kapariden tespit edilen alkaloidlerin %87,42'sinin stahidrinin olduğu belirlenmiştir (Argun 2012).

Yapılan çalışmalarda, üç farklı kapari örneğinde 12 adet flavanoid tespit edilmiştir (Duman 2012). Metanol ile hazırlanan kaparide tespit edilen en yüksek flavonoidler kaparirutin, kuersetin 3-O-glukosid, kuersetin 3-O-glukosid-7-O-rhamnosit olmakla birlikte kaparirutin ve kuersetin kaparinin en fazla antioksidan etkisi olan flavonoidleridir (Matthaus ve Özcan 2005). Tesoriere ve ark. (2007)'nin yaptığı bir çalışmada kapari tomurcuğunda rutin miktarı 100 g tomurcukta 160 mg düzeyinde bulunmuştur.

Kapari bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada insan vücudu açısından önemli, temel 7 amino asit oranının tohum, tomurcuk ve yapraklarda sırası ile %10,13, %16,92 ve %17,87 düzeylerinde olduğu belirlenmiştir (Duman 2012).

Türkiye'deki kapari tohumlarının yağ içerikleri %27,2 ile %37,7 arasında değişmektedir (Matthaus ve Özcan 2005). Kapari tohumlarının içerdiği yağın yağ asidi bileşenleri ise '%57 oleik, %21 palmitik, %11 linoleik' olarak belirlenmiştir (Argun 2012). Kapari tohumundaki yağ oranı üzerine tomurcuk büyüklüğü, hasat dönemi, kapari çeşitleri gibi faktörler etki etmektedir. Bütün kapari örneklerindeki temel yağların etil linoleik asit, metil izotiyosiyonat ve okta sülfür olduğu tespit edilmiştir.

Kapari bitkisinin bir türü olan *C. spinosa*'nın tohumunda lutein ve β -karoten başta olmak üzere yüksek miktarda karotenoid belirlenmiş (Tlili ve ark. 2009), kapari tohumları

yüksek miktarda α , γ ve δ tokoferollerini içerdiği tespit edilmiştir. (Matthaus ve Özcan 2005, Tlili ve ark. 2009).

2.1.2. Kapari tomurcuğunun gıda alanında kullanımı

Kapari bitkisinin meyve olarak değerlendirilen kısmı bitkinin çiçek tomurcuklarıdır. Kapari endüstriyel olarak baharat olarak kullanılabilir. Bitki ya diğer gıdalarla birlikte kullanılarak lezzete katkıda bulunmakta, garnitür (süsleme) olarak değerlendirilmektedir. Kapari tomurcuğu bünyesinde bulunan %0,3-3,0 kadar rutin ve glukokapparinin oluşturduğu acı lezzetten dolayı işlenmeden tüketilememektedir, tüketime uygun hale gelmesi için kapari tomurcukları %2,0-2,5 oranında tuzlu suda 3 ay süreyle bekletildikten sonra 1/1 oranında sirke içinde 10 gün daha bekletilmekte ve sonrasında tüketilmeye uygun hale gelmektedir (Yemiş 2008, Argun 2012).

Kaparinin kendine özgü acılığı içerdiği glikozinolatların parçalanması sonucu ortaya çıkan kükürtlü bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Lezzete katkı amacıyla baharat olarak kullanılan; protein, tanen, vitamin, karbonhidrat, flavon glikozitleri açısından zengin olan ve ‘karpuzcuk’ olarak da adlandırılan kapari tomurcukları vejetaryen gıdalar, soslar, peynir, dondurulmuş ürün, meze, hazır yemek, et ve su ürünleri, fırın ürünleri, sebzeler, yumurta gibi ürünlere ilave edilerek kullanılabilir, reçeli yapılarak ve salamura suyuyla muhafaza etmek suretiyle turşu olarak da tüketilebilmektedir (Romeo ve ark. 2007, Falade ve ark. 2008, Argun 2012, Duman 2012, Kara 2012, Öncü 2016). Turşu olarak kullanılan kaparinin; salata, pizza, balık ve et yanında tüketilmekte olup iştah açıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özellikleri olduğu bilinmektedir (Kara 2012).

2.1.3. Kapari tomurcuğunun sağlık üzerine etkileri

Sağlık alanında kapari bitkisinin en fazla ‘köklerinden’ ve ‘çiçeklerinden’ yararlanılmaktadır. Kapari bitkisindeki glikozinolatlar ve flavonoidler kapari bitkisinin tıp alanında kullanıma sebep olan ve aromatik özelliklerini belirleyen temel etkenlerdir. Kaparide bulunan flavonoid glikozitlerinden kaparirutin (rutin) damarlarda direnci arttırmakta, damarların geçirgenliğini azaltmaktadır ayrıca yüksek tansiyon, damar sertleşmesi ve dolaşım sistemi bozukluğu gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Kuşçu ve Yıldırım 2018). Kapari özütlerinin lipid radikalleriyle hidrojen donörü olarak

reaksiyon vererek antioksidan özellikte olduğu tespit edilmiş, ferröz demiri ferrik hale dönüştürerek hidroksil grubu radikal oluşumunu önlediği de görülmüştür (Canatan 2013).

Geleneksel tıpta kapari tomurcuklarının idrar söktürücü, anti-hipertansiyon, yara lapası ve tonik özelliklerinden faydalanılmaktadır (Kayış 2008). Hindistan’da *C. spinosa* bitkisine ait kökler (taze veya kurutulmuş) balgam söktürücü, solucan düşürücü, eklem, kas, kemik, diş ağrılarında ağrı kesici olarak, dalak büyümesi ve kalça rahatsızlığında; kapari tomurcukları hemofilide (kan bozukluklarında), skorbit hastalığını önleyici ve diüretik, uyarıcı bir madde olarak; yaprakların ezilmesiyle hazırlanan lapa ise gut hastalığında kullanılmaktadır (Duman 2012, Değirmencioğlu ve ark. 2019). Filipinler’ de ise kapari bitkisinin kabuklarının, kolera ve mide hastalıkları tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Kayış 2008).

Alaattin Şen ve ark.’nın (2012) yaptıkları bir çalışmada ‘*Capparis Ovata*’dan elde edilen ekstraktın MS (Multiple Skleroz) hastalığı oluşturulan farelerde önleyici ve düzeltici özelliklerinin bulunduğu saptanmıştır. Kaparinin, özellikle çiçek tomurcuklarında bulunan ‘glukokapparin’ adı verilen yağ glikozitini bulundurması nedeni ile yeme isteğini arttırıcı özellik göstermekte olduğu, karaciğer işlevlerini düzenlediği, dalak hastalıklarında, çeşitli zehirlenmelerde toksitinin oluşumunu önlediği yani ‘antihepatotoksik’ olarak rol oynadığı ve kapariden yapılan çayın düzenli tüketiminde kandaki yağ oranının düştüğü belirlenmiştir (Öngün 2013). Kayış’ın (2008) bahsettiği

Öztürk ve Özçelik (1991) tarafından yazılan kaparinin taze tomurcuklarından, infüzyon veya dekoksasyon (%1-3) şeklinde, idrar söktürücü ve kuvvet verici olarak yararlanıldığı, kapari tomurcuklarının farklı yörelerde baş ağrısı ve hemoroitte haricen kullanıldığı bildirilmiştir. Kaparinin kök kabuğu suyunun kulak parazitlerinde etkili olduğu ve kapari tomurcuklarından hazırlanan tomurcuk suyunun kulak rahatsızlıklarına iyi geldiği belirtilmekle birlikte kurutulmuş kök kabuklarının dövülmesiyle elde edilen köklerin ağrı olan bölgelere uygulanabildiği, tomurcuklardan hazırlanan jelin ise yılan ısırığı, kemik, kas ve eklem bölgelerindeki ağrıların tedavisinde kullanılabildiği belirlenmiştir (Kara 2012).

2.1.4. Kapari tomurcuğunun kozmetik ve boya sanayiinde kullanımı

Kozmetik ve boya sanayiisinde kapari, kokulu bitkiler içerisinde bulunması, yüksek E vitamini içermesi ve yaşlanmayı geciktirici etkiye sahip olması nedeniyle, kür ya da krem formunda kozmetik sanayiisinde de yerini almaktadır. Bitkinin olgunlaşmış tomurcuklarının iç kısmında bulunan yoğun kırmızı renk kapari bitkisinin boya sanayisinde kullanılma nedenleri arasındadır (Akan ve ark. 2004).

2.2. Yeşil Çay

Theaceae familyasının, *Camellia* cinsinin, *Camellia sinensis* türüne ait olan çay, yaprak dökmeyen, her mevsim yeşil yapraklara sahip, yaprakları ve tomurcukları içecek olarak tüketilen çok yıllık bir bitkidir (De Mejia ve ark. 2009, Carloni ve ark. 2013). Çayın içecek olarak tüketiminin M.Ö. 2737 yıllarında Çin İmparatoru'nun içmek için kaydattığı suya, rüzgarın getirdiği çay yaprağının düşmesi ile tesadüfen başladığı bildirilmiştir. Çayın Türkiye'ye gelmesi ise 1888 yıllarında gerçekleşmiş, ilk üretim denemesi Bursa'da yapılmış fakat başarılı sonuç alınamamıştır. 1892 yılında Bursa'da yapılan ikinci deneme de olumsuz sonuçlanınca çayın üretimi için bol yağışlı ve nem içeriği yüksek bir iklim gerektiği ve Bursa ilinin bu üretim için uygun olmadığı belirlenmiştir (Ofloğlu 2019). 1917 yılında çay üretimi, iklim koşullarının uygunluğu sebebi ile Doğu Karadeniz'de gerçekleştirilmeye başlanmış ve ilk çay fabrikası (1947) Rize ilinde kurulmuştur. Günümüzde Çin çayı (*Thea sinensis*) ve Assam çayı (*Thea assamica*)'nın hibritleri çay üretiminde kullanılmaktadır (Chan ve ark. 2007). Dünya genelinde başta Çin, Endonezya, Sri Lanka, Japonya, Hindistan, Türkiye olmak üzere 40 ülkede çay üretimi gerçekleştirilmekte; üretilen çaylar yeşil çay (%20), oolong çayı (%2) ve siyah çay (%78) olarak tüketilmektedir. Ülkemizde ise özellikle Çin çayı hibritleri kullanılmaktadır (Lin ve ark 2003, Suteerapataranon ve ark. 2009, Hanay 2011).

Yeşil çay, çay yapraklarının oksidasyona uğratılmadan yani çay yapraklarında bulunan polifenollerin (kateşin) enzimatik oksidasyona uğratılmadan üretilmesi sonucu elde edilen bir çay çeşididir (Yoshida ve ark. 1999, Ofloğlu 2019). Genellikle üretiminde daha fazla aminoasit içeren Çin çayı hibritleri kullanılmaktadır (Hanay 2011). Fabrikaya gelen taze çay yapraklarına kısa süreli bir sıcaklık uygulanarak polifenol oksidaz ve diğer oksidasyon enzimleri inaktive edilmekte böylelikle klorofil pigmentleri de

parçalanmadan kaldığı ve fermentasyona uğratılmadığı için çayın rengi yeşil olarak kalmaktadır (Avcı 2006). İlk olarak sıcaklık uygulanan çaylara devamında sırası ile soğutma, kıvrırma ve kurutma işlemleri uygulanarak %3-4 neme sahip son ürün elde edilmektedir (Avcı 2006, Hanay 2011).

2.2.1. Yeşil çayın kimyasal kompozisyonu

Kimyasal içerik kullanılan çayın türü, mevsim farklılığı, iklim, kullanılan ilaçlar, üretimde kullanılan yöntemler ve fermentasyon koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Yeşil çay kimyasal yapı itibarıyla alkaloid, flavonol glikozitleri, karbonhidrat, lignin, aminoasit, mineral ve vitamin içermek ile birlikte baskın olarak polifenollerden (kateşinler) oluşmaktadır (Nelson ve ark. 1998, Wang ve Helliwell 2000, Mello ve ark. 2005). Yeşil çayda bulunan en önemli kateşinler; epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin gallat (ECG) ve epikateşin (EC); en yüksek oranda (%3-4) bulunan alkaloid ise kafeindir. Fermentasyona uğramadığı için diğer çaylara oranla daha yüksek kateşin ve kafein içeren yeşil çayda iz miktarda gallokteşin, epigallokateşin digallat, 3-metilepikateşin gallat, kateşin gallat ve gallokteşin gallat gibi diğer kateşinler de bulunmaktadır (Luczaj ve Skrzydlewska 2005, Avcı 2006). Yeşil çayda yüksek oranda bulunan bu kateşinler yeşil çaya acılık ve buruk tat vermektedir (Wang ve ark. 2000, Gramza ve Korczak 2005). Yeşil çayın aromasında etkili olan bir diğer bileşen theanin aminoasiti ise yeşil çayda diğer çaylardan daha fazla bulunmaktadır (Kaçar 2010). Uzun süreli bir sıcaklık uygulaması olmaması ve fermente olmaması sebebi ile C vitamini, B₁-B₂ vitamini, A vitamini ve E vitamini açısından diğer çaylara oranla daha yüksek içeriğe sahiptir (Ofluoğlu 2019). Yeşil çayın antioksidan kapasitesi %68 oranında kateşinlerden, %30 oranında ise tek başına EGCG'den kaynaklanmaktadır (Stewart ve ark. 2005).

2.2.2. Yeşil çayın sağlığa etkisi

Antioksidan bileşikler, metabolizmada yıkıcı etkileri bulunan radikaller ile tepkimeye girerek radikallerin vücuda zarar vermesini engellemektedir. Antioksidanların yetersiz kaldığı durumlarda vücutta oksidasyon artmakta ve metabolizma hücreleri zarar görmektedir (Avcı 2006).

Yeşil çay içerdği polifenollerle (kateşin ve flavonoid bileşikler) antioksidan özellik göstermekte ve tüketimi ile vücuda alınan polifenoller radikallere bağlanarak ve proteolitik enzimleri inaktive ederek metabolizmanın zarar görmesini engellemektedir (Weiss ve Anderton 2003). Çayın içerdği flavonoidlerin antikanserojenik, antitümör, antibakteriyel ve antialerjik etki gösterdiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Avcı 2006). Yeşil çayın içerdği kafein ise kılcal damarları genişletmekte, kan akış hızını arttırmakta böylelikle vücutta yorgunluk giderici ve canlandırıcı etkiler oluşturmaktadır (Kaçar 2010). Düzenli çay tüketimi kanda pıhtılaşmayı önleyici etki göstermekte; içerdği bileşiklerin enerji metabolizmasında hızlandırıcı etki yaratmasından kaynaklı kilo vermede yardımcı rol oynamaktadır (Steptoe ve ark 2007, Hudson 2007).

Yeşil çayın diğer çaylar gibi yararlı etkilerinin yanı sıra içeriğinde bulunan polifenollerin demiri bağlaması sonucu demir emilimi azaltıcı etkisi olduğu belirlenmiş bu sebeple fazla tüketiminin anemiye sebep olabileceği düşünülmektedir (Wang ve ark. 2000).

2.3. Kombu Çayı

Kombucha Japonca *Laminaria japonica* adındaki geniş yapraklı bir deniz yosununu tanımlayan ‘Kombu’ ve çay anlamına gelen ‘Cha’ kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır (El-Taher 2011). M.Ö. 220 yılında Çin’de kullanılmaya başlanmış daha sonra Japon İmparator’unun tedavisi için Japonya’ya getirilip, ticaret yollarının genişlemesiyle Rusya’da ve diğer Avrupa ülkelerinde tanınmaya başlanmıştır (Dufresne ve Farnworth 2000, Jayabalan ve ark. 2014). Maya ve asetik asit bakterilerinin simbiyotik ilişkisinin şekerli çayın fermentasyonunda kullanılmasıyla oluşan fermente bir içecektir (Battikh ve ark. 2012). Kombu çayı, hafif tatlı ve asidik yapıya sahip dünya çapında tüketilen bir içecektir (Dufresne ve Farnworth 2000). Mikroorganizmaların aktivitesiyle oluşan bu fermente içecek genelde çeşitli çayların (siyah, yeşil, beyaz vb.) ve kahvenin oluşturduğu sıvı faz ve sıvı fazın üzerinde oluşan selülozik yapıdaki biyofilm tabakasını içermektedir (Chu ve Chen 2006, Battikh ve ark. 2013). Bu selülozik biyofilm tabakası ‘tea fungus’ olarak bilinmekte ve ‘SCOBY’ olarak adlandırılmaktadır. SCOBY, İngilizce bir kısaltma olup ‘Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast’ yani bakteri ve mayaların simbiyotik kültürü anlamına gelmektedir. SCOBY aynı zamanda Combucha, Tschambucho, Fungus japonicus, Teakwass Fungo, Japon Kombu, Cembuyaorientalis,

Mancuryan mantar çayı, Divina tsche, Kwassan olarak da adlandırılmaktadır. Kombü çayı üretiminde mikroorganizmaların kullanımı için şeker kaynakları olarak glikoz, fruktoz, ksiloz, laktoz, sakkaroz kullanımı söz konusudur (70g/L) (Tarhan 2017). Kombü çayında mayalar ile simbiyotik ilişki içinde olan bakterilerin genel itibariyle asetik asit bakterilerinden *Acetobacter xylinoides*, *Acetobacter pasteurianus*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter suboxydans*, *Glukonobacter liquefaciens*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter aceti* ve *Acetobacter xylinum* türleri laktik asit bakterileri grubundan ise *Lactobacillus bulgaricus* olduğu belirlenmiştir (Kutluer 2009, İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010, Wang ve ark. 2013). Kombü çayı içeceğinden izole edilen simbiyoz mayalar ise *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Saccharomyces inconspicus*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, *Torulaspora delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Candida stellata*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Pichia* spp., *Mycotorula* spp. ve *Mycoderma* spp. olarak belirlenmiştir (Liu ve ark. 1996, Teoh ve ark. 2004, Kutluer 2009, Battikh ve ark. 2012, Wang ve ark. 2013, Jayabalan ve ark. 2014, Arıkan 2018).

2.3.1. Kombü çayının kimyasal kompozisyonu

Kombü çayı amino asitler, polifenoller, probiyotikler, B vitaminleri, C vitamini ve mineraller, asetik asit, etanol, glukonik asit, okzalik asit, sakkarik asit, laktik asit, 5-ketoglukonik asit, 2,5-ketoglukonik asit, etil glukonat, kateşinler, teoflavinler, flavonoller gibi çay bileşenleri, invertaz, amilaz gibi hidrolitik enzimler, Na, K, Ca, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn gibi elementleri içeren fermente bir içecektir (Watawana ve ark. 2015). Kombü çayının kimyasal kompozisyonu mayadaki simbiyotik kültürün içeriğine, kullanılan şeker ve substratın özellikleri ile miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010, Jayabalan ve ark. 2014, Chakravorty ve ark. 2016, Leal ve ark. 2018). Fermentasyon süresi ve içeriğine bağlı olarak son üründe pH: 2,5-3,5 arasında değişmektedir (Vohra ve ark. 2018). Kombü çayının etil alkol bileşimi ise ABD’de yayınlanan yönetmeliğe göre %0,5’den fazla olmamalıdır fakat fermentasyon süresine bağlı olarak etil alkol oranı %0,5’den fazla olan çalışmalar da bulunmaktadır (İleri-

Büyükoğlu ve ark. 2010, Arıkan 2018). Fermentasyon süresi arttıkça Kombu çayının toplam asitlik değeri ve glukonik asit içeriği de artmaktadır (Loncar ve ark. 2000).

2.3.2. Kombu çayı üretimi

Kombu çayı üretimi için öncelikle kontaminasyonun önlenmesi adına kullanılacak her malzeme steril olmalıdır. Su, içerisindeki mikroorganizmaları ve klor gibi kimyasalları uzaklaştırılmak adına kaynatılmakta, içerisine kullanılacak çay veya kahve %1,5-2 oranında eklenmekte ve 10-15 dakika demlenmesi sağlanmaktadır. Çay, kahve gibi substratlar içerdikleri kafein, teofilin gibi bileşiklerle Kombu mayasının hücrelerinin gelişimi için gerekli nitrojen kaynağını sağlamaktadır (Essawet ve ark. 2015). Yaklaşık 10-15 dk demlenmenin sonucunda çay yapraklarından arındırmak için süzme işlemi gerçekleşmekte ve çay ekstraktı elde edilmektedir. İçerisine %7-15 oranında karbon kaynağı (şeker) ilavesi gerçekleştirilmektedir. Çaya Kombu mayasının ilavesi için oda sıcaklığına kadar soğutma işlemi gerçekleştirilir. Fermentasyon için gerekli asitlik derecesinin sağlanması amacıyla hacmin %10-18'si kadar önceki fermentasyondan elde edilen Kombu çayının bir kısmı ve Kombu mayası fermentasyon için eklenmektedir (Jayabalan ve ark. 2014). Kombu çayı üretiminde fermentasyon aerobik şartlarda gerçekleşmektedir (Essawet ve ark. 2015), bu sebeple kullanılan kabın üstü hava geçiren bir bez veya tülbent ile kapatılarak bir lastik ile sabitlenmesi gerekmektedir. Doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde 25°C-28°C sıcaklıkta 7-12 gün süreyle fermentasyona bırakılmaktadır (İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010). Fermentasyon başlangıcından birkaç gün sonra asitlik derecesi artmaya ve sıvı yüzeyinde ince bir selülozik yapı oluşmaya başlamaktadır. Kişilerin tüketmek istedikleri tada göre fermentasyon süresi ayarlanır, süre uzadıkça içecek daha asidik bir tat almaktadır (Arıkan 2018).

2.3.3. Kombu çayı fermentasyon mekanizması

Kombu çayı mayası enerji kaynağı olarak direk glikozu kullanmaktadır. Şekerin kimyasal yapısındaki bağlar fermentasyon ve solunumda koparak Kombu mayasının kullanacağı enerji ortaya çıkmaktadır (İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010). SCOBY, gelişimi için gerekli oksijeni ortamdaki serbest oksijenden sağlamaktadır. Çaya ilave edilen şekeri (sakkaroz)

Kombu çayı mayasında bulunan maya hücreleri invertaz enzimi ile glikoz ve fruktoza parçalamakta ve glikoz ile fruktozdan etanol üretimini gerçekleştirmektedir, asetik asit bakterileri ise mayaların oluşturduğu etanolden asetik asit oluşumunu sağlamaktadır. Mayaların etanol üretimi sırasında asetik asit bakterileri de glikozu kullanarak glukonik asit, fruktozu ve etanolü kullanarak asetik asit oluşturabilmektedir (Malbasa ve ark. 2000, Watawana ve ark. 2015).

2.3.4. Kombu çayının sağlık üzerine etkileri

Kombu çayı serinletici bir içecek olmasının yanı sıra hastalığı önleyici (profilaktik) ve hastalığı tedavi edici (terapötik) özelliklerinin olması nedeniyle de tüketilmektedir (Greenwalt ve ark. 1998, Teoh ve ark. 2004, Battikh ve ark. 2013). İçerdiği iyileştirici etkisi yüksek olan glukonik asit, detoksifikasyon özelliğine sahiptir. Kombu çayının, arteriosiklerozis tedavisinde iyileştirici özelliğinin bulunduğu, antibiyotik etkisinin olduğu, immun sistemini desteklediği bildirilen yararları arasındadır (Dufresne ve ark. 2000, Greenwalt ve ark. 2000, İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010). Asidik içerikli olmasına karşın mide rahatsızlıklarına sebep olmadığı; safra kesesi, böbrek taşı, egzama gibi hastalıkların tedavisinde başarılı sonuçlar alındığı gözlenmiştir (Leal 2018). Antikanserojenik, antidiyabetik, hipokolesterolemik, hipoglisemik, antioksidan, antimikrobiyel özellikler taşıdığı, laksatif özelliğinin olduğu, zengin besin içeriğine sahip olması ve maya ile bakterilerin simbiyotik ilişkisi sayesinde bağırsak florasının gelişmesine yardımcı olduğu, metabolizmayı hızlandırarak kilo kaybını desteklediği yapılan çalışmalarda belirtilen diğer özelliklerindendir (Sievers ve ark. 1995, Liu ve ark. 1996, Shenoy 2000, Chu ve ark. 2006, Yang ve ark. 2008, Jayabalan ve ark. 2010, Malbasa ve ark. 2011, Četojević-Simin ve ark. 2012, Battikh ve ark. 2013).

Antioksidan Özellik

Antioksidanlar vücuttaki serbest radikallerle etkileşime girerek serbest radikalleri bağlayarak serbest radikallerin sebep olduğu hücre hasarı, hücre ölümü gibi yıkım olaylarının başlamasını engellemektedir (Shebis ve ark. 2013). Kombu çayında bulunan antioksidan özellikteki fenolik bileşikler, polifenoller, kateşinler ve flavonoller, Kombu

çayının antioksidan aktivitesi yüksek bir fermente içecek olmasını sağlamaktadır (Dufresne ve ark. 2000, Loncar ve ark. 2000).

Antimikrobiyal Özellik

Mayaların ürettiği etanol, asetik asit bakterilerinin ürettikleri asetik asit ve oluşan diğer organik asitlerin, bakterilere karşı antimikrobiyal, bazı mantar türlerine karşı da antifungal etki gösterdiği gözlemlenmiştir (Sreeramulu ve ark. 2000, Malbasa ve ark. 2004, Battikh 2013).

Antikanserojenik ve Detoksifiye Edici Özellik

Kombu çayının düzenli tüketiminin kanser hücrelerinin oluşumuna karşı direnç gösterme, immun sistemini güçlendirme gibi etkiler sağladığı bildirilen yararları arasında bulunmaktadır (İleri-Büyükoğlu ve ark. 2010).

Vücuttaki toksik maddelerin uzaklaştırılması işlemine detoksifikasyon denmektedir. Kombu çayının içerdiği glukonik asitin detoksifikasyon özelliği olduğu bilinmekte ve detoksifikasyon kanser oluşumunu önlemektedir (Dufresne ve Farnworth 2000).

2.4. Kaynak Araştırması

Özcan (1996), tarafından yapılan bir çalışmada *Capparis* spp. türlerinden *Capparis spinosa* L. var. *spinosa* ve *Capparis ovata* Desf. var. *canescens*'in Haziran ve Ağustos aylarında Konya ve İçel'den 3 farklı boyutta ($x \leq 8\text{mm}$, $8\text{mm} < x \leq 13\text{mm}$, $13\text{mm} \leq x$) çiçek tomurcukları toplanmış ve iki türün orta boydaki tomurcukları %5, %10, %15 ve %20 konsantrasyonlardaki salamuralarda fermentasyona (2 ay) bırakılmış, *C. ovata*ya ait üç farklı boydaki tomurcuklar ise %15'lik salamurada fermentasyona (2 ay) bırakılmıştır. Toplanan tomurcukların iki dönemde de ham protein ve indirgen şeker miktarı yüksek, ham selüloz miktarı düşük çıkmıştır ve ham haldeki tomurcukların kimyasal bileşenler ile mineral maddeler açısından salamuradaki tomurcuklardan daha zengin olduğu belirlenmiştir. Salamuradan alınan tomurcuklarda fiziksel, kimyasal analizler ve mineral madde tayinleri yapılmıştır. *C. spinosa* tomurcuklarının, *C. ovata* tomurcuklarına göre daha sert olduğu ve en sert tomurcukların orta boydaki tomurcuklar olduğu saptanmıştır. İki türün de Na, K, P, Ca, Mg ve Mn açısından zengin olduğu, ham protein, kurumadde,

ham kül, nişasta ve toplam karoteonid miktarlarının tomurcuk büyüklüğü arttıkça azaldığı tespit edilmiştir. Salamura işlemeye renk ve lezzet açısından *C. ovata* daha uygun bulunurken, *C. spinosa*'nın daha az tortu bırakması ve daha sert bir yapıda olması bu türün salamura işleme için uygun olduğunu göstermiş, salamura için en uygun tuz konsantrasyonunun lezzetin daha uygun olması ve görünüşte tortusuz bir salamura yapısının oluşması için en az %10 olması gerektiği belirlenmiştir.

Söyler ve Arslan (2004), yayınladıkları bir makalede *Capparis ovata* Desf.'in çimlenmesi üzerine çeşitli uygulamalar araştırılmıştır. Tohumlara hiçbir ön işlem uygulanmadan ekinde çimlenmede sorunlar çıktığı gözlenmiş ve çimlenme oranlarını arttırmak için çeşitli ön işlemler denenmiştir. Tohumlara ön ısıtma, potasyum nitrat (2000 ppm), gibberellik asit (2000 ppm), kabukta çıtlatma gibi ön işlemler uygulanmış çimlenme ortamında ise 15°C, 20°C, 20-30°C sıcaklık ile aydınlık ortam, karanlık ortam, aydınlık-karanlık ortam (dönüşümlü) gibi koşullar denenmiş, en yüksek çimlenme oranının (%74) +4°C ön ısıtma, gibberellik asit, çıtlatma ve 20-30°C dönüşümlü ortam kombinasyonunda olduğu saptanmıştır.

Arslan (2004), tarafından yapılan çalışmada *Caparis ovata* var. *Canescens* türü bitkiden iki farklı boyutta ($x \leq 8\text{mm}$ ve $8\text{mm} < x \leq 13\text{mm}$) tomurcuk toplanarak 6 farklı koşulda (%10 tuz + %1 sitrik asit, %10 tuz + %2,5 *Lactobacillus Plantarum* starter kültürü, %10 tuz + %1 laktik asit, %10 tuz + %2,5 yoğurt, %10 tuz-kontrol) salamura ürüne işlenmiş ve ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde fizikokimyasal açıdan ham haldeki tomurcukların salamura ürüne göre daha zengin olduğu ve küçük tomurcukların büyük tomurcuklara oranla daha zengin içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik açıdan yapılan analizlerde fermentasyon süresi ilerledikçe ürünün mikrobiyolojik açıdan daha güvenilir olduğu görülmüştür. Yapılan duyusal analizlerde genel olarak bütün salamura yöntemleri yakın puanlar almış fakat sitrik asit uygulanan salamuranın tat, görünüş ve renk açısından daha çok beğeni aldığı ve fermentasyonun daha kısa sürede gerçekleştiği saptanmıştır. Fermentasyonu tamamlanan ürünün 12 ay boyunca duyusal analizi yapılmış ve depolanmaya uygun olduğu belirlenmiştir.

Yemiş'in (2008) yaptığı çalışmada içerdği glukosinolatlar nedeniyle doğrudan tüketilemeyecek bir tada sahip olan *Capparis ovata* Desf. var. *herbacea*'ın salamuraya işleme prosesi sırasında içerdği flavonoid ve acılık bileşenlerindeki değişimler araştırılmıştır. %15 ve %20 konsantrasyonlarda tuz kullanımı ile, 10°C, 20°C, 30°C sıcaklıklarda 90 gün bekletilerek gerçekleştirilen fermentasyonda HPLC cihazı ile tomurcuklardaki glukosinatlara ve flavonoidler incelenmiştir. Tomurcuklarda birçok glukosinat ve flavonoid belirlenmiş, içerdği glukosinatlara yüksek oranda glukokapparin (92,1%), flavonoidlerin ise rutin (1,45 g/100 g KA) ve kamferol-3-rutinoz (0,88 g/100 g KA)'den oluştuğu tespit edilmiştir. 90 günlük depolamanın sonunda glukosinat ve flavonoid miktarlarında düşme olduğu gözlenmiş, antioksidan kapasite %50 oranında azalmıştır. Fermentasyon başlangıcı ile beraber asitlik yükselmeye, pH düşmeye başlamış ve 72 saatin sonunda iki konsantrasyonda da pH ve asitlik gelişiminin tamamlandığı belirlenmiştir. Kapari tomurcuklarının içerdği laktik asit bakterisi (LAB) sayısının fermentasyon seyri boyunca düştüğü tespit edilmiştir.

Kayış (2008), tarafından yapılan çalışmada Kırgız ve İzmir kapari çeşitlerinin farklı salamura ortamlarında (alkol sirkeli, şarap sirkeli, asetik asitli) fermentasyona bırakılması sonucu oluşan ürün içerikleri ve duyu özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda kapari çeşitlerinin, kimyasal kompozisyon ve duyu özellikleri açısından farklılık oluşmasında önemli olduğu, salamura ortamlarının farklı olmasının ise ham yağ ve ham kül dışındaki özellikler üzerinde önemli derecede etkili olmadığı tespit edilmiştir. İzmir kaparisinin ham nem ve ham yağ içeriği fazla olan çeşit olduğu belirlenmiş, ham yağ içeriği en yüksek olan yöntemin ise alkol sirkeli salamura olduğu bildirilmiştir. Ham yağ ve ham nem dışındaki kimyasal özellikler açısından Kırgız kaparisinin daha zengin içeriğe sahip olduğu tespit edilmiş, ham kül açısından zengin olan yöntemin ise asetik asitli salamura olduğu bildirilmiştir. Kapariler duyu açıdan değerlendirilmeye alındığında ise iki çeşidinde şarap sirkeli salamurasının beğenildiği belirlenmiştir.

Yerlikaya (2008), salamuralı kaparileri bütün ve parçalanmış olmak üzere iki farklı şekilde kullanarak standart yöntemle beyaz peynir üretimi gerçekleştirmiş; bu peynirleri tekstür, bileşen, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri açısından kontrol örneği (sade beyaz peynir) ile karşılaştırmıştır. Peynirler +4°C de 90 gün depolanmıştır. Kapari ilavesi ile

elde edilen beyaz peynirlerin kontrol örneğiyle karşılaştırılması sonucu kimyasal bileşenler, mikrobiyolojik özellikler ve bazı tekstürel özellikler açısından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma sonucu kapari ilavesinin beyaz peynirin kalite özelliklerinden bazılarını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Belviranlı'nın (2008) yaptığı çalışmada *Capparis ovata* var. *canescens* tomurcukları Temmuz ve Ağustos aylarında toplanarak 3 farklı tuz konsantrasyonundaki (%5, %10, %15) salamurada 1 ay fermentasyona bırakılmış; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve mineral madde açısından karşılaştırılmak üzere analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu kimyasal bileşen ve mineral madde açısından temmuz ayında hasat edilen tomurcukların daha uygun olduğu, fiziksel açıdan ise iki hasat dönemi arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Mikrobiyolojik açıdan daha güvenilir olduğu tespit edilen %15 tuz konsantrasyonundaki salamura duyu özellikler açısından da en uygun yöntem olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Temmuz hasatından elde edilen tomurcukların %15'lik salamurada fermentasyona bırakılmasının tüketim için en uygun yöntem olduğu belirtilmiştir.

Nadaroğlu ve ark. (2008), tarafından kapariye ait türlerden biri olana *Capparis spinosa*'da antioksidan ve antiradikal aktivite analizleri yapılarak bitkinin fenolik içerik açısından zengin olduğu buna bağlı olarak da antioksidan aktivitesi yüksek, antiradikal özellikte bir bitki olduğu tespit edilmiş ve gıda ile kozmetik sanayinde kullanılması yönünde çalışmaların artması gerektiği önerisini sunulmuştur.

Duman (2012), Türkiye'nin farklı bölgelerinden 6 farklı türe (*C. spinosa* var. *spinosa*, *C. spinosa* var. *aegyptia*, *C. spinosa* var. *inermis*, *C. spinosa* var. *herbaceae*, *C. ovata* var. *canescens*, *C. ovata* var. *palaestina*) ait kapari tohumlarını toplayarak bu tohumların ve tohumlardan elde edilen yağların fiziksel ve kimyasal yapısını incelemiş ve bu yağların yemeklik yağ olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Yaptığı analizler sonucu bileşenlerin kullanılan yemeklik yağların bileşenlerine benzer olduğunu tespit etmiş, kapariden elde edilen yağların besleyici özelliği yüksek yemeklik yağ üretiminde kullanılabileceğinin önerisini sunmuştur.

Argun'un (2012) yaptığı çalışmada, Selçuklu'dan haziran ayında topladığı *Capparis ovata* Desf. var. *Conescens* türüne ait kapari çiçeklerinin tohumları biberiye, adaçayı, dere otu, kişniş bitkilerine ait uçucu yağ ve ekstraktlarının 3 farklı konsantrasyonlarını (%0,001; %0,003; %0,005; %0,1; %0,3; %0,5) kullanarak %10 tuz içeren salamurada fermentasyona bırakılmıştır (6 hafta). Fermentasyon süresince duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmış, analizler sonucunda LAB gelişiminin olmadığı buna bağılı olarak bitkilere ait uçucu yağ ve ekstraktların mikrobiyal aktivite üzerinde inhibe edici etkileri olduğı düşünölmüşür. LAB bakterilerinin gözlenmemesi nedeniyle asitlik değeri düşük dolayısıyla pH değeri tahmin edilen değerdan yüksek bulunmuş, duyuşal analizler sonucunda ise kişniş uçucu yağlı ve dere otu ekstraktlı kapari salamuraların yüksek puan aldığı belirlenmiştir.

Çınar (2013), tarafından yapılan çalışmada *Capparis ovata* türüne ait tohumlarının çimlenmesi için 2 ön işlem ve sonrasında kimyasal uygulama denenmiştir. Ön işlem olarak sülfirik asit uygulaması ve ultrasonik su banyosu uygulaması denenmiş, bu işlemler sonrasında GA₃ (3000 ppm) ile GA₃ (3000 ppm) + KNO₃ (2000 ppm) kimyasalları ön aşındırma işlemlerinden birinin kullanıldığı tohumlara uygulanmıştır. Yapılan denemeler sonucunda çimlenme için en uygun yöntemin sülfirik asitle muamele sonrası GA₃ (3000 ppm) uygulaması olduğı tespit edilmiş fakat bu yöntemin daha önce yapılan çalışmalarda uygulanan delme işleminden daha iyi bir sonuç vermediğı ifade edilmiştir.

Çil ve Şat'ın (2013) yayınladıkları makalede yurt dışında geniş bir ticari piyasası olan kapari bitkisinin gıda alanında çeşni ve garnitür olarak kullanılabildiğı ve ölkemizde birçok yerde yetiştiiğii halde bitkinin çoğı yetiştirici tarafından bilinmediğı belirtilmiş, hem ölkö ekonomisi hem de işsizlik açısından bitkinin yetiştiricilere tanıtılması ve költüre alınması gerektiğı belirlenmiştir.

Öngün (2013), ölkemizde önemli bir gelir kaynağı olan balıkçılığı daha verimli hale getirmek ve balıklardaki stres oluşumunu engelleyebilmek adına balıkların beslenme rasyonuna etanol ile muamele edilmiş kapari tomurcukları eklemesi yaparak, biyokimyasal analizlerle balıklardaki kan değeri ve hormon değışimlerini incelemiştir.

İncelemeler sonucunda kapari bitkisinin balıklardaki stres kontrolünde kullanabileceği bildirilmiştir.

Öncü (2016), başka çalışmalarda HPLC-UV, HPLC-DAD yöntemi kullanılarak yapılan kapari bitkisinin rutin ve kuersetin içeriği tespitini LC MS/MS (Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi) metodu geliştirerek analiz gerçekleştirmiş ve sonuçları literatürdeki çalışmalarla ile karşılaştırarak metodun uygun olduğunu belirlemiştir. Denizli'den toplanan *Capparis spinosa* türü kaparinin tomurcuk, yaprak ve gövde kısmında rutin ve kuersetin analizini yaparak bu flavonoidlerin en fazla kapari bitkisinin yaprağında bulunduğunu tespit etmiştir.

Kuşçu ve Yıldırım (2018), tarafından yayınlanan bir makalede salamura halinde bulunan kapari (*Capparis* spp.) tuzundan arındırılarak geleneksel (açık kazan yöntemi) yöntem ve vakum yöntemi olmak üzere 2 farklı şekilde reçel eldesinde kullanılmıştır. Üretim sonrası ve 4 aylık (20°C) depolama sonrasında reçel için kalite kriteri olan bazı özellikler analiz edilerek incelenmiştir. İki yöntem karşılaştırıldığında vakum uygulamasında geleneksel yöntemle göre invert şeker oranı daha yüksek, HMF daha düşük, kapariye ait fenolik bileşiklerden rutin ise daha yüksek düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucu kapari salamurasından reçel üretiminde vakum uygulamasının daha uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

Özdemir ve ark.'nın (2018) yaptıkları çalışmada *Capparis spinosa* kimyasal ve morfolojik açıdan incelenerek *Capparis spinosa*'nın orman ürünleri endüstrisinde kullanılabilirliği araştırılmıştır, yapılan analizler sonucunda ağaç odunlarıyla benzer kimyasal yapı gösteren kaparinin kağıt ve bazı orman ürünlerine işlenebileceği önerisi sunulmuştur.

Sesal (1998), hazırladığı Kombu çayının, oluşan Kombucha mayası ve mayanın kurutulması sonucu elde edilen kuru Kombucha örneğinin fibrinolitik sistem üzerindeki etkisini ve bazı mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel etkisini incelemiştir. Yaptığı çalışmalar sonucunda Kombu çayının ve mayasının fibrinolitik aktiviteyi önemli düzeyde inaktive ettiğini, kuru Kombucha mayasının ise bir etki göstermediğini tespit etmiştir,

antibakteriyel özelliğine bakıldığında ise seçilen mikroorganizmalar üzerinde Kombü çayı ekstresinin herhangi bir antibakteriyel özellik göstermediğini bildirmiştir.

Kutluer (2009), tarafından yapılan çalışmada substrat olarak siyah çayın kullanıldığı Kombü çayına glikoz, früktoz, süktroz, dekstroz, maltoz ve laktoz değişik konsantrasyonlarda (%10, %20, %30, %40 ve %50) eklenerek Kombücha mayası fermentasyona bırakılmış asetik asit ve mayaların şekerleri redükte etme düzeyleri, pH seviyeleri ve fermentasyon bitiminde mikrobiyal içeriği incelenmiştir (SEM ve ışık mikroskopu). İncelemeler sonucunda *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Glucanobacter oxydans*, *Saccharomyces* spp., *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, *Torulopsis* spp., *Pichia* spp., *Brettanomyces* spp. tespit edilmiş, bu mikroorganizmaların denemesi yapılan bütün karbonhidrat kaynaklarını kullanabildiği belirlenmiştir. Fermentasyon başlangıcından sonuna kadar pH'nın düştüğü ve şeker konsantrasyonlarındaki en fazla pH farkının %20'lik glikoz, %20'lik süktroz, %50'lik fruktoz, %50'lik laktoz, %50'lik maltoz, %10'luk dekstroz içeren Kombü çaylarında olduğu tespit edilmiştir.

İleri-Büyükoğlu ve ark.'nın (2010) yayınladıkları bir makalede Kombü çayının bileşimi (mikrobiyal, kimyasal, vitamin ve mineral içeriği), yararlı ve zararlı etkileri açıklanarak Kombü çayının daha fazla araştırılması ve ülkemize tanıtılması gereken bir ürün olduğu önerisi sunulmuştur.

Durmuş (2016), Kombü çayı ve Kombü çayının liyofilize edilmiş atıklarının 2 farklı toprak (Kumlu tın toprak ve tın toprak) kullanılarak buğday yetiştiriciliğinde verime ve toprağın bileşimine etkilerini araştırmıştır. Kombü çayı ve Kombü çayının liyofilize atığından farklı dozlarda deneme yaparak 138 günlük sera denemesi gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonucunda Kombü çayı ve liyofilize atığının buğday verimi ve topraktaki bileşimin zenginleştirilmesi adına olumlu etkiler oluşturduğu fakat günümüzde kullanılan kimyasal gübre ve preparatlara oranla düşük düzeyde kaldığı bildirilmiştir.

Kubilay (2014), tarafından yapılan çalışmada Kombücha mayasının kavun ve karpuz suyu kullanılarak fermentasyonu gerçekleştirilmiş, fermentasyon boyunca ve

fermentasyon sonunda DPPH'nin süpürücü etkisi ile antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Analizler sonucunda her iki ürünün de fermentasyon sonunda kendi sahip olduğu antioksidan aktivitenin üzerine çıktığı tespit edilmiş, kavun suyundan elde edilen Kombu çayının karpuz suyunun kullanıldığı Kombu çayına oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Watawana ve ark.'nın (2015) yayınladıkları bir makalede Kombu çayının potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak görülse de insan üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak kanıtlanmadığı ve zararlı etkileri üzerinde yeterince çalışma yapılmadığı belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından ülkemizde yaygınlaşarak ekonomik bir piyasa oluşturabilecek Kombu çayının güvenilirliği ve zararlı etkileri üzerine daha fazla bilimsel çalışma yapılarak düzenlemeler getirilmesinin gerekli olduğu bildirilmiştir.

Chakravorty ve ark. (2016), tarafından 21 gün fermentasyon gerçekleştirilen Kombu çayında fermentasyon boyunca mikrobiyolojik ve biyokimyasal analizler yapılmış, yapılan mikrobiyolojik analizlerde oluşan biyofilm tabakasında baskın olan mayanın *Candida* spp. olduğu, hem biyofilm tabakası hem oluşan Kombu çayında en baskın bakteri türünün ise *Komagataibacter* olduğu saptanmıştır. Fermentasyonun 7. gününden itibaren çeşitlilik gösteren mikrobiyal yapı ile çayın biyokimyasal yapısının değiştiği ve yararlı özelliklerin arttığı görülmüş, araştırmacılar tarafından biyokimyasal özellik ve Kombu çayının yararları üzerinde mikrobiyal yapının etkili olduğu belirtilmiştir.

Gümüşburun (2017), tarafından yapılan çalışmada Kombu çayından elde edilen yüksek selüloz üretim aktivitesine sahip *Candida* spp SNK-8 ve *Bacillus* spp. SAK-5 suşlarının endüstriyel selüloz enzimi üretimi için kullanılabilirliği araştırılmıştır. *Bacillus* spp. SAK-5 suşu pH 7,0'de ve 40°C sıcaklıkta %100 aktivite gösterirken, *Candida* spp. SNK-8 suşunun pH 9,5 ve 60°C'de maksimum aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan analizler sonucunda iki türe ait suşun da ticari selüloz üretimi için uygun olduğu, farklı endüstriyel alanlarda kullanılabileceği bildirilmiştir.

Tarhan'ın (2017) yaptığı çalışmada Kombu çayı, farklı substrat ortamları (siyah çay, yeşil çay, adaçayı, nar çayı, yaban mersini çayı, kuşburnu çayı ve kahve) ve farklı karbonhidrat

(glikoz, fruktoz, ksiloz, laktoz, sakkaroz) kullanımı ile denenerek kimyasal bileşenler ve duyusal açıdan karşılaştırma yapılmıştır. pH düşüşü bütün fermentasyonlarda görülmüş, asitliği en yüksek ürünlerin meyve çaylarından elde edilen ürünler olduğu tespit edilmiştir. Üretim verimi açısından sakkaroz ve glikozun en uygun şeker kaynağı olduğu, duyusal değerlendirmeler sonucu en beğenilen ürünün nar çaylı Kombu çayı olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışma sonucu fenolik içerik açısından zengin Kombu çayı üretimi için farklı substratların kullanılabileceği ve ürün çeşitliliğinin arttırılabileceği belirtilmiştir.

Leal ve ark. (2018), tarafından yayınlanan makalede Kombu çayı bileşenlerinin ve oluşan metabolitlerin insan sağlığı üzerine yararlı etkileri belirtilmiştir. Kombu çayının içerdiği polifenol ve glukuronik asit gibi biyoaktif bileşenler sebebi ile kontrollü (steril) şartlar altında üretildiğinde sağlık açısından yararlı birçok özelliği (kolesterol metabolizmasını düzenlemek, düz kas gevşemesini teşvik etmek, kan basıncını önlemek, karaciğer detoksifikasyonunu engellemek vb.) olduğu bildirilmiştir.

Arıkan (2018), Kombu çayında sıvı ve biyofilm tabakanın içerdiği fungal ve bakteriyel kompozisyonu işlevsel ve taksonomik açıdan araştırmıştır. Örnek alımını fermentasyonun 3., 10. ve 15. günlerinde yaparak incelemelerini gerçekleştirmiş, incelemeler sonucunda fermentasyon boyunca bakteriyel olarak baskın olan cinsin *Komagataeibacter*, fungal olarak baskın olan cinsin ise *Zygosaccharomyces* olduğunu tespit etmiştir. *Komagataeibacter* cinsine ait üç genom ve *Z. bailii* türüne ait bir fungal genom alınarak işlevsel bakımdan inceleme yapılmıştır. *Z. bailii*'nin sakkarozu fruktoz ve glikoza parçaladığı, fruktozu kullanarak etanol ürettiği *Komagataeibacter*'e ait üç türün ise glikozu kullanarak glukonik asit ürettiği, etanolü asetik asite dönüştürdüğü ve glikoz ile fruktozu kullanarak biyofilm tabakasını oluşturduğu tespit edilmiştir.

Kapp ve ark. (2019), tarafından yayınlanan makalede Kombu çayının sağlık üzerine etkileri insan denek kullanılarak araştırılmış ve insan deneğin kullanıldığı bir çalışma bulunmuştur. Birçok kaynakta Kombu çayının insan sağlığı üzerine yararlı etkileri olduğu belirtildiği halde insanlar üzerinde bilimsel çalışma sonucu elde edilen verilerin az olduğu belirlenerek bu konu üzerinde daha fazla inceleme yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Vohra ve ark.'nın (2018) yayınladıkları makalede Kombu çayının pH ve etanol içeriği araştırılmıştır. Substrat olarak siyah ve yeşil çay, karbon kaynağı olarak beyaz şeker, bal ve palmiye şekeri kullanarak elde edilen Kombu çaylarının 14, 28, 60 gün fermentasyonlarında inceleme yapılmıştır. Ph değerleri bütün kombinasyonlarda fermentasyon boyunca 2,9-4,5 arasında, etanol değeri ise %0,6-%2,75 değişiklik göstermektedir. Etanol içeriğinde en yüksek değer hem yeşil çay hem de siyah çayda %2,5 olarak 60. gün fermentasyonunda tespit edilmiştir. En iyi karbon kaynağının iki çay içinde beyaz şeker olduğu bildirilmiş fakat bal ve palmiye şekerinin de uzun süreli fermentasyonda iyi karbon kaynakları olabileceği belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından bu çalışma sonucunda substrat ortamının ve kullanılan kaynakların farklılığına bağlı olarak Kombu çayının özelliklerinin değişebileceği bildirilmiştir.

Değirmencioğlu ve ark.'nın (2019) yayınladıkları makalede farklı çay yapraklarından Kombu çayı üretilmiş (21 günlük fermentasyon), üretim sırasında ve fermentasyon sonunda LAB, toplam maya, toplam asetik asit bakteri, toplam glukonobakter sayımı yapılarak *in vitro* koşullarda canlı kalma oranları araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en yüksek canlı kalma oranının fermentasyonun 12. gününde asetik asit ve glukonobakter bakterilerinde olduğu, Kombu çayının içeriğinden en fazla etkilenen bakterinin *E.coli* en dirençli bakterinin ise *Lactobacillus acidophilus* olduğu, duyuşal açıdan farklı çay yaprakları kullanımının Kombu çayı üretiminde önemli düzeyde farklılık göstermediği ve probiyotik özellik bakımından en uygun fermentasyon süresinin 2 hafta olduğu bildirilmiştir.

Rasheed ve Haider'ın (1998) yaptıkları çalışmada çürük dişi bulunan hastalardan tükürük örnekleri alarak bakteriler üzerine yeşil çay ve siyah çayın etkileri araştırılmış, yeşil çayın *Escherichia coli*, *Streptococcus salivarius* ve *Streptococcus mutans* bakterilerinde antibakteriyel etki oluşturduğu tespit edilmiştir.

Lee ve Ong (2000) yeşil çay ve siyah çayda bulunan polifenollerin analiz edilmesi için HPLC ve kapiler elektroforez yöntemlerini test etmiş ve iki çayda da polifenollerin analizi için bu yöntemlerin uygun olduğu bildirilmiştir.

Ferrara ve ark.'nın (2001) yayınladıkları bir çalışmada yeşil çay, siyah çay ve oolong çayı polifenoller açısından analiz edilmiş ve en yüksek fenolik içeriğe sahip çayın yeşil çay olduğu bildirilmiştir.

Karori ve ark. (2007) tarafından kateşin miktarının yeşil çayda diğer çaylara oranla daha fazla olduğunu tespit edilmiştir.

Suteerapataranon ve ark.'nın (2009) yaptıkları bir çalışmada yeşil çay ve oolong çayının demlenme sürecindeki sıcaklıklarının çaylardaki kafein miktarına etkisi araştırılmış, 60°C-70°C-80°C-90°C derecelerde yapılan denemeler sonucunda en yüksek seviyede kalan kafein miktarının 90°C olduğu belirlenmiştir. Hanay (2011) tarafından yapılan bir çalışmada yeşil çay 90°C ve 100°C derecelerde; 3, 8, 15, 20, 30 dakika sürelerinde demlenmiş ve içilebilir hale gelen yeşil çaya geçen toplam fenolik madde ve flavanoid madde miktarı araştırılmıştır. Araştırma sonucunda en fazla fenolik madde içeriğinin 100°C'de 30 dakika demleme süresinden elde edilen yeşil çayda bulunduğu bildirilmiştir.

Ofluoğlu'nun (2019) yaptığı bir çalışmada farklı yörelerden (Cumhuriyet, Tirebolu, Hemşin ve Sabuncular) toplanan çayın yeşil çaya işlenmesi ve işlenen yeşil çayın kalite kriterlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda fenolik madde içeriği, mineral madde içeriği en yüksek ve Türk Gıda Kodeksi Tebliğine en uygun değerlere sahip yeşil çayın Tirebolu'dan toplanan çaydan elde edilen yeşil çay olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kombu çayı üretiminde kullanılan *Capparis ovata* Desf. bitkisinin tomurcukları ağustos ayında Artvin'in Deriner Barajı kenarlarından (H: 220 m; N: 41° 10' 11.0064''; E: 41° 52' 12.9972'') toplanarak, üretim ve analizlerde kullanılabilecek kadar -18 °C'de hermetikli örnek kaplarında depolanmıştır. Şekil 3.1'de *Capparis ovata* Desf. türünün kapari bitkisi ve kapari tomurcuğuna ait görselleri bulunmaktadır. Şekil 3.2'de ise hasat edilen kapari tomurcuklarının -18 °C'de depolama sonrası görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.1. Artvin ilinde bulunan kapari bitkisi ve kapari tomurcuğu

Capparis ovata Desf.

H: 220 m

N: 41° 10' 11.0064''

E: 41° 52' 12.9972''



Şekil 3.2. Kapari tomurcukları

Kombu çayı üretiminde kullanılan yeşil çay yaprakları (Doğadan Gıda Ürünleri A.Ş., İstanbul, Türkiye) ve pancar şekeri (Doğuş Gıda A.Ş., İstanbul, Türkiye) yerel marketlerden temin edilmiştir. Kombu çayı fermentasyonunda kullanılan SCOBY, yurtdışından temin edilmiş (Oregon Kombucha Tea, ABD), çalışma için aktif hale getirildikten sonra üretimlerde kullanılmıştır. Kombu çayı üretiminde kullanılan SCOBY'e ait görseller Şekil 3.3'te verilmiştir.

Çalışmada Oregon Kombucha Tea, USA markasının Kombucha Starter Kitinin yeşil çayda fermentasyona uğratılması sonucu elde edilen yeni biyofilm tabakaları kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Kombu çayı starteri (SCOBY)

3.2.Yöntem

3.2.1. Kombu çayı üretimi

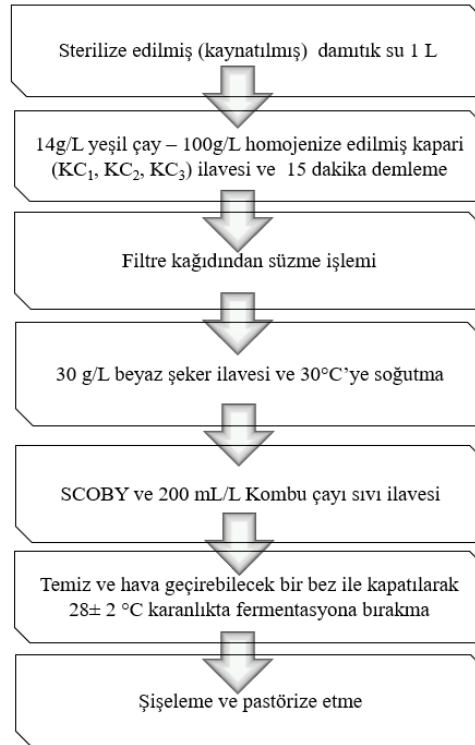
Kombu çayı üretimi için, ön çalışmalar ile belirlenen içerikleri ve kodları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kombu çayı formülasyonları

Örnek	Kapari tomurcuğu (g)	Yeşil Çay yaprakları (g)	Şeker (g)	Saf Su (L)	Kombu çayı (mL)
KC ₁	-	14,00	30,00	1,00	200,00
KC ₂	100,00	-	30,00	1,00	200,00
KC ₃	100,00	14,00	30,00	1,00	200,00

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

Kombu çayı üretiminde izlenen aşamalar Şekil 3.4’de verilmiştir. Üretimde kullanılacak alet ve ekipmanlar önceden sterilize edilerek, üretime hazır hale getirilmiştir. Formülasyonda yer alan içerikler tartılarak üretim hazırlıklarına başlanmıştır. Çay üretimleri 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Kombu çayı üretimi gerçekleştirilirken elde edilen görseller Şekil 3.5’te, üretim sonrası şişelenip pastörize edilen Kombu çayı örnekleri ise Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.4. Kombu çayı üretim şeması

KC₁ örneğinin üretim aşamaları;

- Sterilize edilmiş 1 L saf suya 14 g/L yeşil çay eklenerek 15 dakika demleme işlemi gerçekleştirilmiştir.
- Demleme işlemi sonrasında süzme işlemi yapılarak 30 g/L pancar şekeri ilave edilmiştir.
- Elde edilen ekstrakt SCOBY ilavesinden önce soğutulmuştur (28°C-30°C).

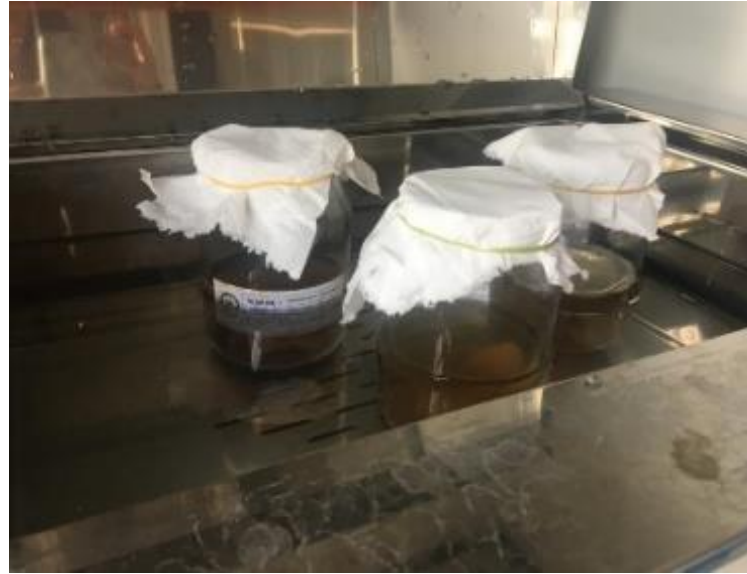
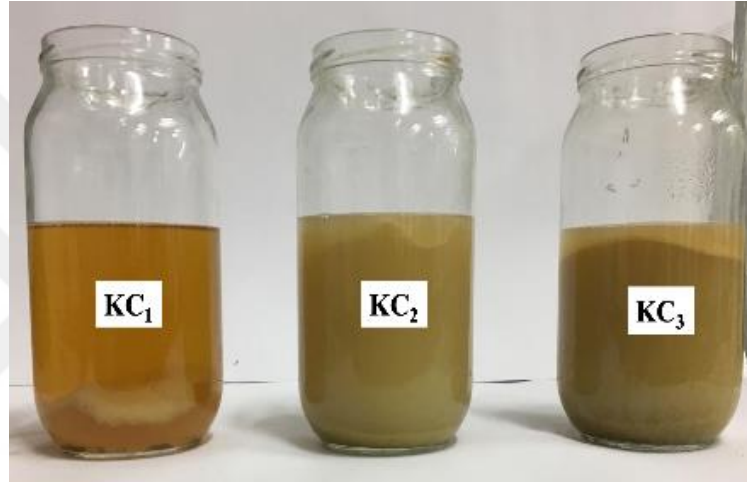
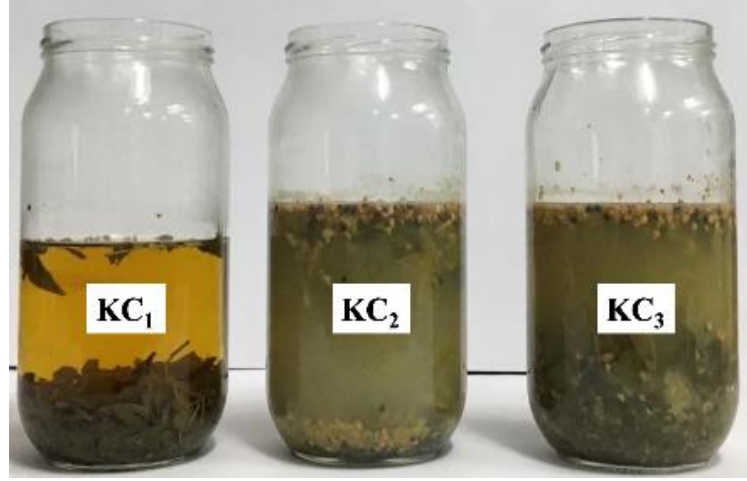
- Soğuyan ekstrakta Kombucha mayası ve bir önceki fermentasyondan elde edilen 200 mL/L Kombu çayı ilavesi yapılmıştır.
- Çayın üzeri temiz ve hava geçirebilecek bir bez ile kapatılarak $28\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de fermentasyona bırakılmıştır.
- pH'sı $3,19\pm0,01$ 'e gelen Kombu çayları şişelenerek pastörize edilmiştir.

KC₂ örneğinin üretim aşamaları;

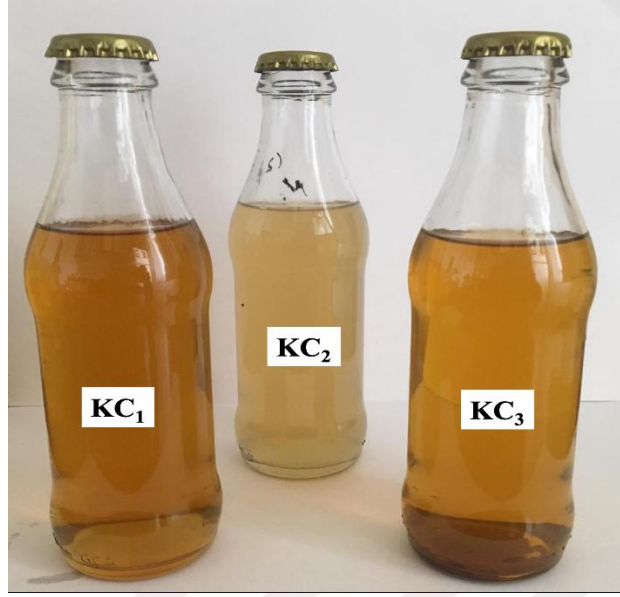
- Sterilize edilmiş 1 L saf suya 100 g/L homojenize edilmiş kapari tomurcuğu eklenerek 15 dakika demleme işlemi gerçekleştirilmiştir.
- Demleme işlemi sonrasında süzme işlemi yapılarak 30 g/L pancar şekeri ilave edilmiştir.
- Elde edilen ekstrakt SCOBY ilavesinden önce soğutulmuştur (28°C - 30°C).
- Soğuyan ekstrakta Kombucha mayası ve bir önceki fermentasyondan elde edilen 200 mL/L Kombu çayı ilavesi yapılmıştır.
- Çayın üzeri temiz ve hava geçirebilecek bir bez ile kapatılarak $28\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de fermentasyona bırakılmıştır.
- pH'sı $3,19\pm0,01$ 'e gelen Kombu çayları şişelenerek pastörize edilmiştir.

KC₃ örneğinin üretim aşamaları;

- Sterilize edilmiş 1 L saf suya 14 g/L yeşil çay ve 100 g/L homojenize edilmiş kapari tomurcuğu eklenerek 15 dakika demleme işlemi gerçekleştirilmiştir.
- Demleme işlemi sonrasında süzme işlemi yapılarak 30 g/L pancar şekeri ilave edilmiştir.
- Elde edilen ekstrakt SCOBY ilavesinden önce soğutulmuştur (28°C - 30°C).
- Soğuyan ekstrakta Kombucha mayası ve bir önceki fermentasyondan elde edilen 200 mL/L Kombu çayı ilavesi yapılmıştır.
- Çayın üzeri temiz ve hava geçirebilecek bir bez ile kapatılarak $28\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de fermentasyona bırakılmıştır.
- pH'sı $3,19\pm0,01$ 'e gelen Kombu çayları şişelenerek pastörize edilmiştir.



Şekil 3.5. Kombu çayı üretimi



Şekil 3.6. Şişelenip pastörize edilmiş Kombu çayı örnekleri

3.2.2. Toplam kurumadde tayini

Örneklerin kurumadde tayini AOAC Metot No: 984.25'e göre yapılmıştır (AOAC 1990). Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, Kombu çayında toplam kurumadde sonuçları g/100mL, kapari tomurcuğunda g/100g olarak ifade edilmiştir.

3.2.3. Suda çözünür kurumadde tayini

Suda çözünür kurumadde tayini, AOAC Metot No: 970.59'a göre yapılmıştır (AOAC 1990). Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, briks değeri g/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. Kül tayini

Kül tayini, AOAC Metot No: 940.26'ya göre yapılmıştır (AOAC 1990). Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, Kombu çayı örneklerinin sonuçları g/100 mL, kapari tomurcuğunun sonucu ise g/100g olarak ifade edilmiştir.

3.2.5. pH tayini

pH tayini, AOAC Metot No: 981.12'ye (AOAC 1990), Hanna pH 211 model (Hanna Instruments S.R.L., ABD) pH-metreyle ile 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Toplam asitlik tayini

Kombu ayı örneklerindeki toplam asitlik tayini AOAC Metot No:942.15 (AOAC 1990)'ya göre 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş, Kombu çaylarında sonuçlar laktik asit cinsinden g/100 mL, kapari tomurcuunda sonuçlar sitrik asit cinsinden g/100 mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. Toplam antosiyanin tayini

Toplam antosiyanin tayini için Lee ve ark. (2005) tarafından belirlenen pH-diferansiyel metodu kullanılmıştır. Yöntem, antosiyaninlerin maksimum absorbens gösterdiği dalga boyundaki absorbens değerlerinin ortamın pH'sına göre değişimine dayanmaktadır. Monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'de renkli oksonyum formunun, pH 4,5'te ise, renksiz hemiketal formunun egemen olmasına bağlı olarak antosiyanin konsantrasyonları tespit edilmektedir.

Tampon zelti Hazırlanışı:

pH: 1 Tamponu için; 0,18638 g KCl bir behere tartılıp bir miktar saf su ile çözdürülmüş ve 630 μ L HCl eklenerek, pH: 1'e getirilecek şekilde saf su ile hacme tamamlanmıştır.

pH: 4,5 Tamponu için; 5,443 g $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ bir behere tartılıp bir miktar saf su ile zdrlmştir. 2000 μ L HCl eklenerek, pH: 4,5'e getirilecek şekilde saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Örneklerden 2 ayrı falcon tüpüne 1 mL örnek + 4 mL pH:1 tampon çözeltisi ve 1 mL örnek + 4 mL pH:4,5 tampon çözeltisi şeklinde eklenerek, 510 nm ve 700 nm'de iki ayrı spektrofotometrik okuma yapılmıştır.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4.5} \quad (3.1)$$

$$\text{Toplam antosiyanin miktarı (mg/kg)} = A \times MW \times DF \times 100 (\varepsilon \times l) \quad (3.1a)$$

MW: Baz alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (Siyanidin -3-glikozit için = 449,2 birimi)

SF: Seyreltme faktörü

ε : Molar absorpsiyon katsayısı (Siyanidin-3-glikozit için = 26.900)

W: Örnek miktarı

V: Hacim (mL)

Formülleri kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar Kombu çayı örneklerinde mg/L, kapari örneğinde ise mg/kg olarak, siyanidin-3-glikozit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

3.2.8. Renk tayini

Renk tayini Minolta Spektrofotometre (CM-3600d; Osaka, Japonya) cihazında yapılmış, L^* , a^* , b^* değerleri belirlenmiştir. L^* değeri örneğin parlaklıktan koyuluğa doğru olan değerini belirlerken, $+a^*$ örneğin kırmızılık derecesini, $-a^*$ yeşillik derecesini, $+b^*$ sarılık derecesini, $-b^*$ mavilik derecesini göstermektedir (Cemeroğlu 2007). Örneklerde renk okumaları, 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.9. Antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen tayini

KC₁, KC₂, KC₃, K (Kapari) örneklerinin antioksidan kapasitesi ABTS (2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit), DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve CUPRAC (bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi) olmak üzere 3 farklı yöntem ile belirlenmiştir. Analizlerde Boskou ve ark. (2006) ve Apak ve ark. (2008)'nın geliştirdiği yöntemler kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik bileşen analizi ise Apak ve ark.'nın (2008) geliştirdiği yöntem uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen tayinleri, ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, biyoalınabilir ekstraktlar olarak hazırlanarak metodlara uygun olarak belirlenmiştir.

Örnek hazırlama

Ekstrakte edilebilir fenoliklerin ekstraksiyonu

Vitali ve ark. (2009)'nın belirlediği yönteme göre gerçekleştirilen analizle örneklerden 2 g veya 2 mL alınarak 20 mL ekstrakt (1:80:10 oranında HCl/ metanol/ saf su) çözeltisi eklenmiş ve içerik vorteks ile homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, 20°C'de 2 saat süre ile çalkalayıcı su banyosunda (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, ABD), 250 rpm'de bekletilmiş, tekrar vorteks ile homojen hale getirilerek 10 dk süresince 3500 rpm (4°C)'de santrifüjlenmiştir (Sigma centrifuge 3 K 30, Almanya). Elde edilen berrak sıvı kısım, ekstrakte edilebilir fenolik içerik olarak, plastik tüplere ayrılarak, analizlerde kullanılmak üzere -18°C'de depolanmıştır.

Hidrolize edilebilir fenoliklerin ekstraksiyonu

Vitali ve ark. (2009)'nın belirlediği yönteme göre, *ekstrakte edilebilir fenoliklerin* ekstraksiyon işleminde santrifüjleme sonucu oluşan tortu (residu) üzerine 20 mL 10:1 oranında metanol/ H₂SO₄ çözeltisi ilave edilerek 85°C'de 20 saat boyunca çalkalamalı su banyosunda (250 rpm) bekletilmiştir. 20 saatin sonunda örnekler 10 dak, 4°C'de, 3500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak sıvı kısım, hidrolize edilebilir fenolik içerik olarak, plastik tüplere ayrılarak, analizlerde kullanılmak üzere -18°C'de depolanmıştır.

Biyoalınabilir fenoliklerin ekstraksiyonu

Örnek hazırlama Bouayed ve ark'nın (2012) geliştirdiği yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiş, yapay mide ve bağırsak ortamı oluşturularak, biyoalınabilir fenoliklerin ekstraksiyonu sağlanmıştır.

Mide Ortamı: 50 mL'lik falcon tüpüne 2 mL veya 0,5 g homojenize örnek konulmuş üzerine 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan 5 mol/L HCl çözeltisi ile pH:2'ye getirilerek 37 °C'lik su banyosunda 1 saat çalkalamaya bırakılmıştır.

Pepsin çözeltisi için; 0,83 mL HCl 100 mL'lik balonjejede saf su ile hacme tamamlanıp, hazırlanan bu çözelti ile 2 g'lik pepsin 100 mL'lik balonjejede hacme tamamlanmıştır.

5 mol/L HCl çözeltisi için; 42,6 mL HCl 100 mL'lik balonjejede saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Bağırsak Ortamı: Su banyosundan alınan örnekler, 1 M NaHCO₃ çözeltisi ile pH: 7,2'ye ayarlanmıştır. Ardından, 2,5 mL bile/pankreatin solüsyonu ilave edilmiştir. 2,5 mL NaCl/KCl karışımı da ilave edildikten sonra, 37 °C'de 2,5 saat süre ile çalkalayıcı su banyosunda (250 rpm) bekletilmiştir. Ardından, 3500 rpm'de, 10 dak, 15 °C'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak sıvı kısım, biyoalınabilir fenolik içerik olarak, plastik tüplere ayrılarak, analizlerde kullanılmak üzere -18°C'de depolanmıştır.

1 M NaHCO₃ çözeltisi için; 8,4 g NaHCO₃, 100 mL'lik balonjejede saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Bile/Pankreatin solüsyonu için; 2,1 g NaHCO₃, 250 mL'lik balonjejede saf su ile hacme tamamlanmış; ardından 3,0 g bile tuzu ve 0,5 g pankreatinin tartılmış, 250 mL'lik balonjejede NaHCO₃ çözeltisi ile hacme tamamlanmıştır.

NaCl/KCl solüsyonu için; 0,7 g NaCl ve 0,04 g KCl ayrı ayrı tartılarak 100 mL'lik balonjejede saf su ile hacme tamamlanmıştır. Ardından bu iki çözelti bir beherde karıştırılmıştır ve homojen hale getirilmiştir.

ABTS Yöntemi

ABTS yöntemi, ABTS (2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin-6-sulfonik asit)) radikal kationunun antioksidanlar tarafından absorpsiyonunun engellenmesi temeline dayanmaktadır. Renksiz haldeki sıvı potasyum persülfid ile ABTS radikalinin oksidasyonu sonucunda ABTS radikali renk değişimine uğramakta, böylelikle radikal tarafından tutulan antioksidatif madde miktarı Troloxun standart miktarıyla karşılaştırılarak belirlenmektedir (Cemeroğlu 2007).

0,0384 g ABTS'nin 10 mL'lik balon jode saf su ile hacme tamamlanması ve 0,0066 g K₂S₂O₈'nin 10 mL'lik balon joje saf su ile hacme tamamlanması sonucu elde edilen çözeltiler homojen bir şekilde karıştırılarak, 12-16 saat süresince karanlıkta bekletilmiş ve ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Analiz için ise, 1 birim ABTS çözeltisi ve 9 birim %96'lık etanol olacak şekilde seyreltilme yapılmıştır.

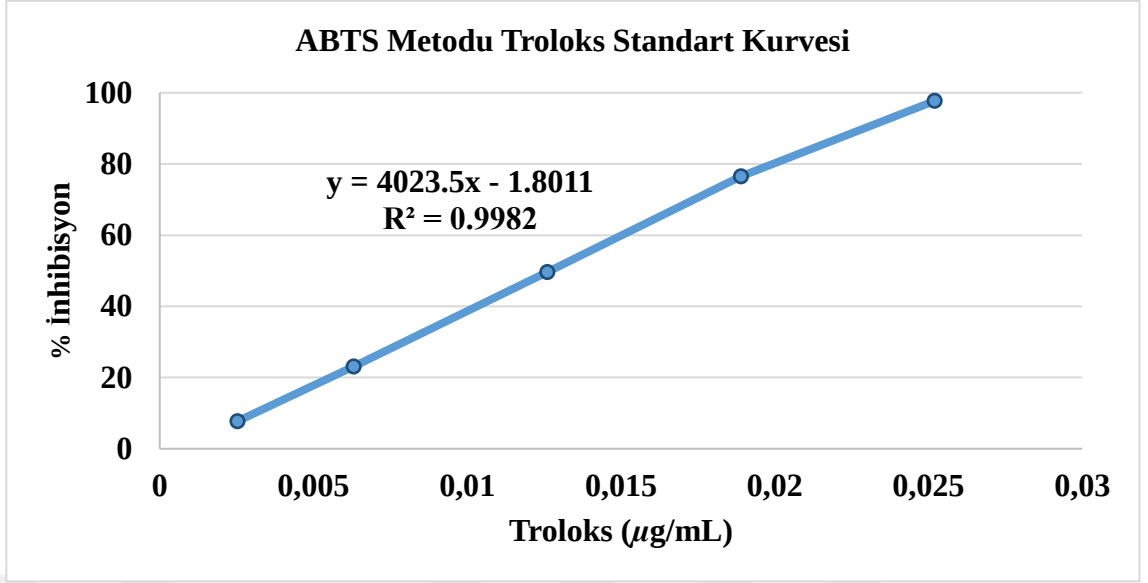
Uygun örnek miktarı üzerine 4 mL'ye tamamlayacak şekilde %96'lık etanol eklenerek, üzerine 1 mL ABTS çözeltisinin ilave edilmesi ile hazırlanan örnek, 6 dakika karanlıkta bekletilmektedir. Süre sonunda, 764 nm'de spektrofotometrik olarak ölçüm yapılmıştır. Analizler sonucunda formül ile %inhibisyon hesaplanmış,

$$\%Inhibisyon = \frac{A_{k\ddot{o}r} - A_{\ddot{o}rnek}}{A_{k\ddot{o}r}} \times 100 \quad (3.2)$$

A_{kör}: Kontrol (antioksidan madde içermeyen) absorbansı

A_{örnek}: Örnek absorbansı

ABTS metoduna göre antioksidan kapasite analizinde standart olarak troloks kullanılmıştır. 0,0256 g troloks tartılarak 100 mL'lik balonjerede metanolle hacme tamamlanmış, standart kurve oluşturulması için kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltiden 10 µL, 25 µL, 50 µL, 100 µL, 150 µL, 300 µL miktarlarında alınarak saf su ile 1 mL olacak şekilde tamamlanmıştır. Kalibrasyon grafiği için 10-100 mg/L konsantrasyon aralığında troloks çözeltileri hazırlanmıştır ve oluşan grafikte en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Hazırlanan ABTS metodu standart kurvesi Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. ABTS metodu Troloks standart kurvesi

Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş; analiz sonuçları Kombu çayları için µmol TE/mL, kapari örneği için µmol TE/g meyve olarak ifade edilmiştir.

DPPH Yöntemi

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) stabil organik bir nitrojen radikalidir (Huang ve ark., 2005). DPPH metoduna göre antioksidan kapasite analizi, mor renkli DPPH radikaline antioksidanlar tarafından gerçekleştirilen proton transferinin spektrofotometre cihazında 517 nm absorbansında azalmasının ölçümüne dayanmaktadır (Albayrak ve ark. 2010).

Analiz prosedürüne göre, metanol ile 6×10^{-5} M konsantrasyondaki DPPH çözeltisi elde edilmiştir. 0,1 mL'lik örnek ve metanol karışımı, 3,9 mL DPPH çözeltisi ile karıştırılmıştır. 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, 515 nm'de spektrofotometrik olarak okuma yapılmıştır.

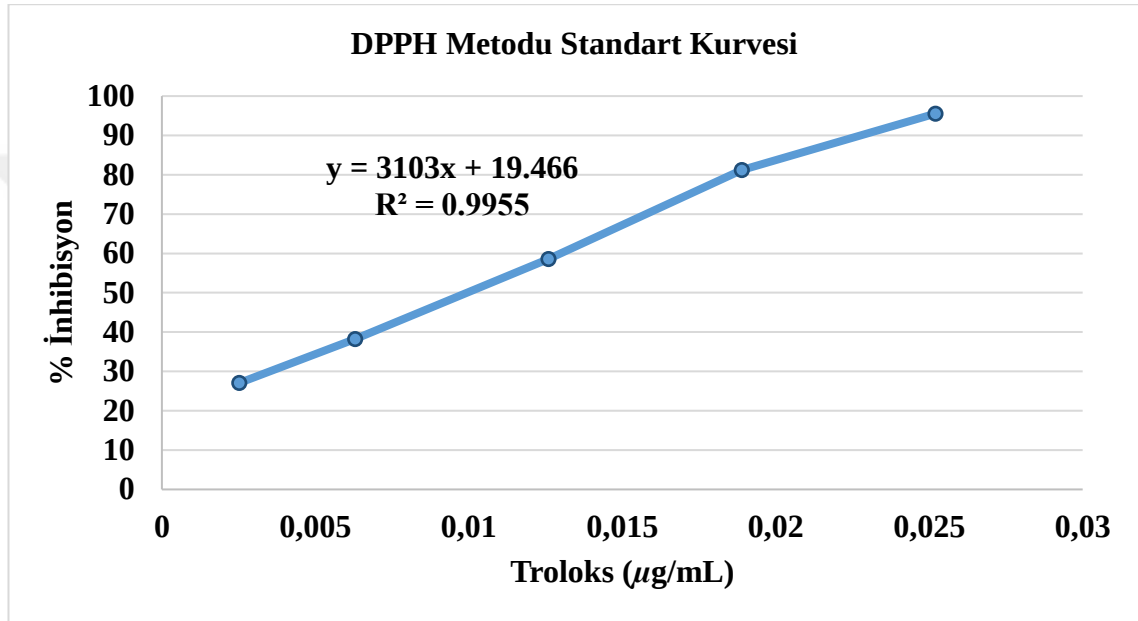
Hesaplama;

$$\%inhibisyon = \left(1 - \frac{A_p}{A_{DPPH}}\right) \times 100 \quad \text{formülü ile yapılmıştır.} \quad (3.3)$$

A_{DPPH} : Kontrol (antioksidan içermeyen) absorbansı

A_p : Örnek absorbansı

DPPH metoduna göre antioksidan kapasite analizinde standart olarak troloks kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği için 10-100 mg/L konsantrasyon aralığında troloks çözeltileri hazırlanmıştır ve oluşan grafikte en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Hazırlanan DPPH metodu standart kurvesi Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. DPPH metodu Troloks standart kurvesi

Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş; analiz sonuçları Kombu çayları için $\mu\text{mol TE/mL}$, kapari örneği için $\mu\text{mol TE/g}$ meyve olarak ifade edilmiştir.

CUPRAC yöntemi

CUPRAC yöntemi, 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neocuproin Nc)’in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neocuprein kompleksinin (Cu (II)-Nc), bakır (I)-neocuprein (Cu(I)-Nc) şelatına indirgenmesine dayanarak antioksidan kapasitenin tespitine dayanan yöntemdir (Apak ve ark. 2004).

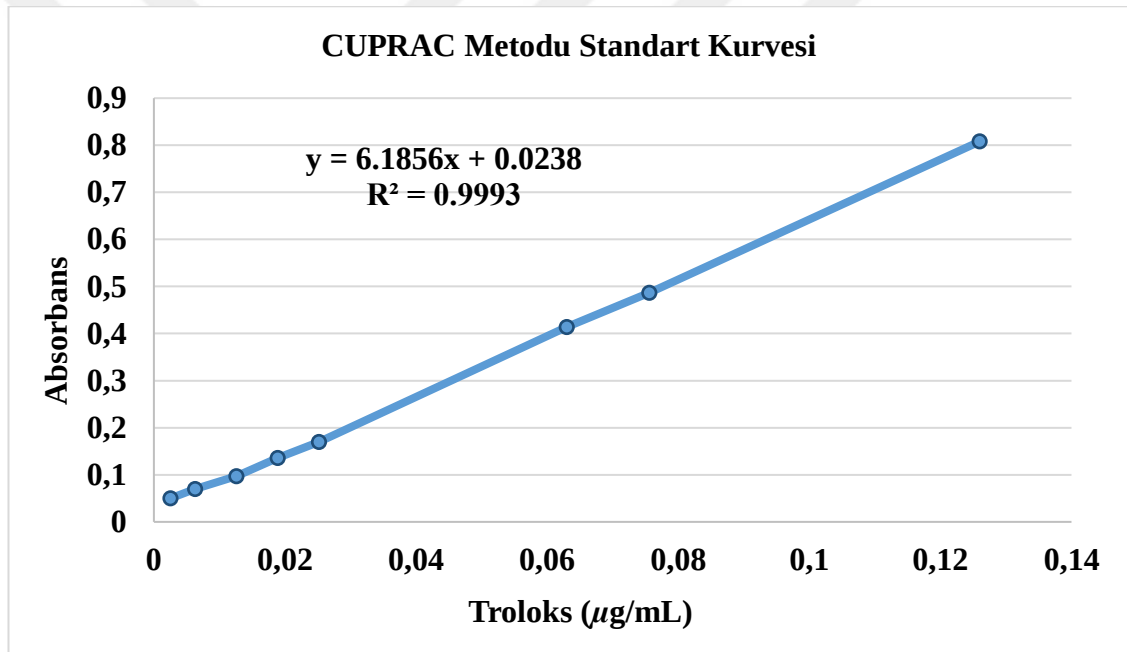
- 0,4262 g CuCl_2 100 mL’lik balon jodede saf su ile hacme tamamlanmıştır.
- 0,039 g neocuprein 25 mL’lik balon jodeye tartılmış %96’lık etanol ile hacme tamamlanmıştır.

- 7,708 g amonyum asetat 100 mL'lik balon jodede saf su ile hacme tamamlanmıştır.

Hazırlanan çözeltilerden sırası ile 1 mL CuCl₂ çözeltisi, 1 mL neocuprein çözeltisi, 1 mL amonyum asetat çözeltisi, x mL ekstrakt çözeltisi ve (1- x) mL saf su hazırlanıp 30 dakika karanlıkta bekletilerek 450 nm'de spektrofotometrede okuma yapılmıştır.

µg/mL

CUPRAC metoduna göre antioksidan kapasite analizinde standart olarak troloks kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği için 10-500 mg/L konsantrasyon aralığında troloks çözeltileri hazırlanmış ve oluşan grafikte en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Hazırlanan CUPRAC metodu standart kurvesi Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. CUPRAC metodu Troloks standart kurvesi

Örnek sonuçları Kombü çayları için µmol TE/mL, kapari örneği için µmol TE/g meyve olarak ifade edilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

Toplam fenolik bileşen analizi

Toplam fenolik madde analizi temel olarak fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisini indirgemesi ve kendilerinin oksitlenmesi sonucu oluşan rengin kolorimetrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan örneğin rengi, hammaddede

bulunan toplam fenolik bileşen ile doğru orantılıdır. Örneklerin toplam fenolik miktarı Apak ve ark.'nın (2008) geliştirdiği yöntem uygulanarak belirlenmiştir. Yöntemde Folin Ciocalteu çözeltisi kullanılarak, 750 nm dalga boyunda spektrofotometrik analiz yapılmıştır.

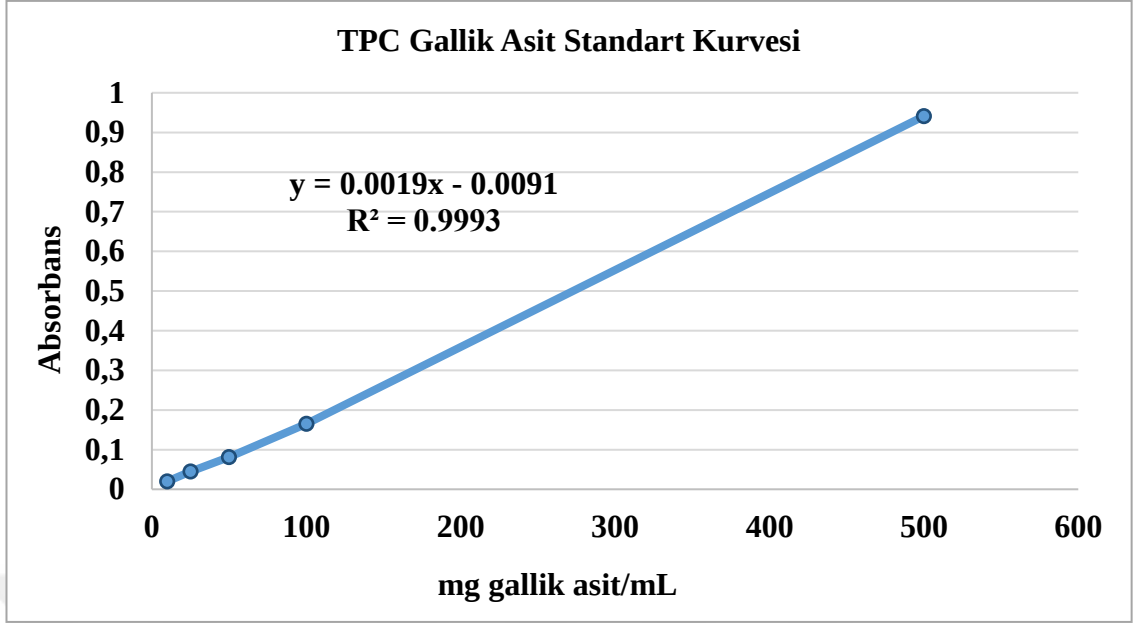
Lowry A çözeltisi için; 0,4 g NaOH ve 2 g Na₂CO₃ tartılmış ve 100 mL'lik balonjeje saf su ile hacme tamamlanmıştır (0,1 mol/L NaOH ve %2'lik Na₂CO₃).

Lowry B çözeltisi için; 0,5 g CuSO₄ ve 1 g NaKC₄H₄O₆ (önce eklenir) tartılmış 100 mL'lik balon joje saf su ile hacme tamamlanmıştır (%1'lik NaKC₄H₄O₆ ve %0,5'lik CuSO₄).

Lowry C çözeltisi için; 50:1 oranında Lowry A/Lowry B çözeltilerinin eklenmesi ile hazırlanmıştır.

100 µL örnek ekstraktı üzerine, (2-x) mL olacak şekilde saf su ve 2,5 mL Lowry C çözeltisi eklenerek vorteks ile homojen hale getirilmiş, ardından 10 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda, 0,25 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (1:2 Folin-Ciocalteu çözeltisi/ saf su) eklenerek 30 dakika daha karanlıkta bekletilmiş ve süre sonunda spektrofotometrede 750 nm'de okuma gerçekleştirilmiştir.

Toplam fenolik madde tayininde standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği için 10-500 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır ve oluşan grafikte en küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Hazırlanan toplam fenolik bileşen tayini gallik asit standart kurvesi Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Toplam fenolik bileşen tayini gallik asit standart kurvesi

Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarları Kombü çaylarında mg GAE/mL, kapari tomurcuğunda mg GAE/g meyve cinsinden ifade edilmiş ve analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Fenolik Bileşenlerin %Biyolınabilirliğinin Belirlenmesi

Kapari ve Kombü çayı örneklerinin fenoliklerinin % biyolınabilirliği ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve bioalinabilir fenoliklerin, toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite analizi sonuçlarına göre Anson ve ark. (2009)'na göre hesaplanmıştır.

3.2.10.Duyusal analizi

Kombü çayı örneklerinin duyusal değerlendirilmesi, 9'lu hedonik skala kullanılarak, 1-Berbat, 2-Çok kötü, 3-Kötü, 4-Fena değil/Yeterli değil, 5-Ne beğendim ne beğenmedim, 6-Kabul edilebilir, 7-İyi, 8-Çok iyi, 9-Mükemmel puanlandırmasına göre yapılmıştır. Değerlendirme, 22-50 yaş aralığındaki, eğitilmiş olmayan 20 adet kişilik tadım ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Kombü çayı örnekleri renk, berraklık, tat, koku, ekşilik ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir.

3.2.11. İstatistiksel analiz

Kapari tomurcuğu ve Kombu çayı örneklerine ait sonuçlardan elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institute Inc.) programı ile varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. LSD (Least Significant Difference) testi uygulanarak elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiksel fark gruplarının belirlenmiştir.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma kapsamında hammadde olarak kullanılan *Capparis ovata* Desf. türüne ait tomurcukların ve üretimi yapılan Kombü çayı örneklerinin (KC₁, KC₂, KC₃) içerikleri ve kodları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan örnekler

Örnek	Kod
Kapari Tomurcuğu	K
Yeşil Çaylı Kombü Çayı	KC ₁
Kapari Tomurcuklu Kombü Çayı	KC ₂
Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombü Çayı	KC ₃

4.1. Kapari Tomurcuğu Analiz Sonuçları

4.1.1. Kapari tomurcuğu fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Toplam Kurumadde Tayini

Hammadde olarak kullanılan kapari (K)’nin toplam kurumadde miktarı 25,99±1,12 g/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Arslan (2004), yaptığı çalışmada *Capparis ovata*’ya ait bitki tomurcuklarında kurumadde miktarı 23,40±0,11 ile 21,19±0,18 g/100 g değerleri arasında tespit edilmiştir. Yemiş (2008) ise çalışmasında *Capparis ovata* Desf. türüne ait kapari tomurcuklarının kurumaddesini 21,10 g/100 g olarak belirlemiştir. Analiz sonucumuzun literatürdeki çalışmalarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Kapari tomurcuğu örneğine ait fizikokimyasal özellikler

Örnek	Kurumadde (g/100 g)	Suda Çözünür Kurumadde (g/100 mL)	Kül (g/100 g)	pH	Toplam Asitlik (g/100 g)	Antosiyanin (mg/kg)
K	25,99 ± 1,12 ^a	14,47±0,21 ^a	1,74± 0,06 ^a	5,30±0,12 ^a	0,57±0,06 ^a	TE

K: Kapari tomurcuğu; TE: Tespit edilemedi.

Suda Çözünür Kurumadde Tayini

Kapari (K) örneğinin suda çözünür kurumadde miktarı $14,47 \pm 0,21$ g/100 g olarak (Çizelge 4.2.) belirlenmiştir. Kuşçu ve Yıldırım'ın (2018) yaptığı çalışmada kapari tomurcuğunun suda çözünür kurumadde miktarı 1,58 g/100g olarak belirlenmiş ve suda çözünür kurumadde miktarının bizim analiz sonucumuzdan daha düşük olduğu saptanmıştır.

Kül Tayini

Kapari tomurcuğuna ait kül miktarı, taze ağırlık üzerinden $1,74 \pm 0,06$ g/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). Örneğimizin kurumadde üzerinden kül miktarı ise $6,69 \pm 0,06$ g/100 g olarak tespit edilmiştir. Duman'nın (2012) yaptığı çalışmada *C. ovata*'ya ait kül miktarı taze ağırlık üzerinden %2,05 olarak bildirilmiştir. Özcan'nın (1996) yaptığı çalışmada *C. ovata* 'ya ait kuru ağırlık üzerinden kül miktarı %6,24; Kuşçu ve Yıldırım'ın (2018) yaptığı çalışmada kapari tomurcuklarının kuru ağırlık üzerinden kül miktarı % 6,70; Yemiş'in (2008) yaptığı diğer bir çalışmada ise kuru ağırlık üzerinden kül miktarı %8,42 olarak bildirilmiştir. Kapari örneğimizin taze ağırlık üzerinden ve kuru ağırlık üzerinden % kül miktarı literatürdeki verilerle benzerlik göstermektedir.

pH Tayini

Kapari tomurcuğundan elde edilen ekstrakta yapılan pH analizi sonucu $5,30 \pm 0,12$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.). Yemiş (2008) tarafından yapılan çalışmada kapari tomurcuğunun pH'sı 4,82; Kuşçu ve Yıldırım'ın (2018) yaptığı çalışmada ise kapari tomurcuğunun pH'sı 6,63 olarak bildirilmiştir. Elde ettiğimiz sonucun literatürdeki değer aralığına uygun olduğu belirlenmiştir.

Toplam Asitlik Tayini

Kombu çayı üretiminde kullanılan *Capparis ovata* Desf. türüne ait kapari tomurcuğunun toplam asitliği sitrik asit cinsinden hesaplanmış olup, $0,57 \pm 0,06$ g/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). Literatür incelendiğinde *Capparis ovata* Desf. türüne ait kapari tomurcuğunun toplam asitlik miktarı Yemiş'in (2008) yaptığı çalışmada 0,51 g/ 100 g; Kuşçu ve Yıldırım'ın (2018) yaptığı çalışmada ise 0,69 g/ 100 g olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda toplam asitlik tayini sonucumuzun literatürde

belirlenen değerler arasında bulunduğu ve literatürdeki değerlere uygun olduğu saptanmıştır.

Toplam Antosiyanin Tayini

Homojen hale getirilmiş kapari tomurcuğunda, Lee ve ark. (2005) tarafından belirlenen pH-diferansiyel metoduna göre antosiyanin tayini yapılmış, analiz sonucunda kapari tomurcuğunda antosiyanin tespit edilememiştir. Literatür taraması sonucu kapari bitkisi ve kapari tomurcuğuna ait antosiyanin tayini verilerine rastlanmamıştır.

Renk tayini

Renk tayininde, L^* değeri örneğin parlaklıktan koyuluğa doğru olan değerini belirlerken, $+a^*$ örneğin kırmızılık derecesini, $-a^*$ yeşillik derecesini, $+b^*$ sarılık derecesini, $-b^*$ mavilik derecesini göstermektedir.

Hammadde olarak kullandığımız *Capparis ovata* Desf. türüne ait kapari tomurcuğu örneğinin parlaklığı ifade eden L^* değeri $34,57 \pm 0,01$; kırmızılığı ifade eden $+a^*$ değeri $2,91 \pm 0,3$; sarılık derecesini ifade eden $+b^*$ değeri ise $7,72 \pm 0,31$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kapari tomurcuğu örneğinin renk değerleri

Örnek	L^*	a^*	b^*
K	$34,57 \pm 0,01^a$	$2,91 \pm 0,30^a$	$7,72 \pm 0,31^a$

K: Kapari tomurcuğu

Belviranlı'nın (2008) yaptığı çalışmada ağustos ayında hasat edilen *Capparis ovata* Desf. ait tomurcuklarının renk değerlerini L^* : 36,09; a^* : -8,18; $+b^*$: 7,05 olarak belirlenmiş a^* değeri dışında bizim analiz sonuçlarımız ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı alandan temin edilen, hammadde olarak kullandığımız kapari tomurcuk içeriğinin bir kısmının kırmızı bir kısmının yeşil olduğu görülmüştür. Bu nedenle literatürde bulunan, farklı ortamlardan toplanan kapari tomurcuklarında yapılan renk analizlerinde, a^* değerinin bizim sonuçlarımızla benzer olmama sebebinin kapari tomurcuklarındaki renk içeriğinin farklılık göstermesi olduğu düşünülmüştür. Aksay (2019) tarafından yapılan çalışmada taze kapari tomurcuğuna ait renk değerleri L^* : 48,68-61,52; $+a^*$: 1,52-1,97; $+b^*$: 8,83-13,18 aralığında belirlenmiş ve bizim kapari örneğimizin analiz sonuçları

bu değerlere yakın bulunmuştur. Literatür değerleri ile analiz sonuçları arasında; yetiştiği toprak türü, iklim değişikliği, coğrafi koşullar, tür-çeşit gibi faktörlerden kaynaklanan farklılıklar olabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Kapari tomurcuğu antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen analiz sonuçları

Kombu çayı üretiminde kullanılan kapari tomurcuğunda toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite tayini (ABTS, CUPRAC, DPPH metodlarına göre) ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler olmak üzere 3 farklı ekstraksiyon ile belirlenmiştir.

Kapari tomurcuğundaki fenolik bileşiklerin antioksidan kapasiteleri üzerine yapılan analiz sonuçlarımızda sırası ile ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler, $TEAC_{ABTS}$ 'ye göre $23,53 \pm 1,06$; $31,59 \pm 1,27$; $18,55 \pm 0,15$ μmol troloks/g olarak, $TEAC_{CUPRAC}$ 'a göre $7,89 \pm 0,33$; $18,46 \pm 0,15$; $15,68 \pm 0,65$ μmol troloks/g olarak, $TEAC_{DPPH}$ 'a göre ise $21,03 \pm 0,42$; $11,51 \pm 0,29$; $8,38 \pm 0,50$ μmol troloks/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). ABTS ve CUPRAC metoduna göre kapari tomurcuğunun en yüksek antioksidan kapasitesi hidrolize edilebilir fenolik içerikte olmasına rağmen DPPH metoduna göre kapari tomurcuğunda en yüksek oranın ekstrakte edilebilir fenolik içerikte olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Kapari tomurcuğunun antioksidan kapasite miktarı

Örnek	Antioksidan Kapasite	Ekstrakte Edilebilir Fenolikler (μmol troloks /g)	Hidrolize Edilebilir Fenolikler (μmol troloks /g)	Biyoalınabilir Fenolikler (μmol troloks /g)	%Biyoalınabilirlik
K	ABTS	$23,53 \pm 0,06^a$	$31,59 \pm 0,27^a$	$18,55 \pm 0,15^a$	$16,86 \pm 0,85^b$
	CUPRAC	$7,89 \pm 0,33^c$	$18,46 \pm 0,15^b$	$15,68 \pm 0,65^b$	$29,50 \pm 0,16^a$
	DPPH	$21,03 \pm 0,42^b$	$11,51 \pm 0,29^c$	$8,38 \pm 0,50^c$	$12,92 \pm 0,79^c$

K: Kapari tomurcuğu

* Ortalama değerler $\pm$ SD ($n = 3$) aynı sütundaki farklı üst simgelerle ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler için önemli ölçüde farklıdır ($p < 0,01$)

Çalışmamızdaki analiz sonuçlarına bakıldığında kapari tomurcuğunda bulunan ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin, hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerin ve biyoalınabilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasite analizi için en uygun yöntemin ABTS yöntemi

olduğu belirlenmiştir. %Biyoalınabilirlik değerine bakıldığında ise CUPRAC metodunun diğer yöntemlere göre daha yüksek sonuç verdiği saptanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda literatür çalışmalarında, kapari tomurcuğunun antioksidan kapasite analizlerinin sadece ekstrakte edilebilir fenolik bileşenler üzerine yapıldığı tespit edilmiştir. Abdul Ameer'ın (2016) yaptığı bir çalışmada çeşitli bölgelerden toplanan kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasite değerleri ABTS metoduna göre 8,13mmol troloks/kg, DPPH metoduna göre 6,13 mmol troloks/kg olarak bildirilmiş ve çalışmamızın sonuçlarından daha düşük değerler olduğu tespit edilmiştir. Aksay (2019) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise kapari tomurcuğunda ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesi TEAC_{ABTS} 18,04 μ mol troloks/g; TEAC_{DPPH} değeri 15,84 μ mol troloks/g olarak tespit edilmiş, değerlerimizle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Kapari tomurcuğunun ait ekstrakte edilebilir fenoliklerin, hidrolize edilebilir fenoliklerin, biyoalınabilir fenoliklerin antioksidan kapasite sonuçları ve %biyoalınabilirlik sonuçları LSD testine göre gruplandırılmıştır. Gruplandırma sonucunda ekstrakte edilebilir fenolik bileşenlerin, hidrolize edilebilir fenolik bileşenlerin ve biyoalınabilir fenolik bileşenlerin antioksidan kapasitesi için ABTS (23,53 $\pm$ 0,06 μ mol troloks/g; 31,59 $\pm$ 0,27 μ mol troloks/g; 18,55 $\pm$ 0,15 μ mol troloks/g) metodunun DPPH ve CUPRAC metoduna göre önemli düzeyde yüksek sonuç verdiği belirlenmiştir ($p<0,01$). %biyoalınabilirlik değerlerine bakıldığında ise kapari tomurcuğunun %biyoalınabilirlik değeri için CUPRAC (%29,50 $\pm$ 0,16) metodunun ABTS ve DPPH metoduna göre daha yüksek sonuç verdiği tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Capparis ovata Desf. türüne ait tomurcukların toplam fenolik bileşen miktarı ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler olmak üzere sırası ile 45,40 $\pm$ 0,47 mg GAE/g; 43,73 $\pm$ 0,30 mg GAE/g; 21,27 $\pm$ 0,06 mg GAE/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.). Kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir fenolik içerik miktarı ve hidrolize edilebilir fenolik içerik miktarı yakın değerlerde bulunurken, biyoalınabilir fenolik içerik miktarı daha düşük tespit edilmiştir. Kapari tomurcuğunun içerdiği toplam fenolik miktarının, *in vitro* sistemde potansiyel etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Kapari tomurcuğunun toplam fenolik bileşen miktarı

Örnek	Toplam Fenolik Bileşen			
	Ekstrakte Edilebilir Fenolikler (mg GAE/g)	Hidrolize Edilebilir Fenolikler (mg GAE/g)	Biyoalınabilir Fenolikler (mg GAE/g)	%Biyoalınabilirlik
K	45,40±0,47 ^a	43,73±0,30 ^a	21,27±0,06 ^a	11,95±0,05 ^a

K: Kapari tomurcuğu

Literatürdeki benzer çalışmaların kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir fenolik içerikleri üzerine yapıldığı görülmüştür. Ardağ'ın (2008) *C. spinosa* tomurcuğunda yaptığı çalışmada ekstrakte edilebilir toplam fenolik madde miktarı 1,83 µg GAE/mg, Tlili ve ark.'nın (2010) yaptıkları çalışmada ise kaparinin sadece tohumundaki ekstrakte edilebilir toplam fenolik içeriğin 2621 mg GAE/100 g olduğu tespit edilmiştir. Tlili ve ark.'nın (2010) kaparinin sadece tohumunda analiz yaptığı düşünüldüğünde çalışmamızda tohumları da içeren bütün kapari tomurcuğu kullanılarak analiz yapılmıştır ve sadece tohumun içerdiği ekstrakte edilebilir toplam fenolik içerikten daha yüksek miktarda ekstrakte edilebilir fenolik içerik (45,40 mg GAE/g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bhoyar ve ark.'nın (2011) yaptıkları çalışmada kaparinin ekstrakte edilebilir toplam fenolik içeriğinin 27.62-21.42 mg GAE/g arasında olduğu ifade edilmiştir. Aksay (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir toplam fenolik bileşen miktarı 1133 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Analiz sonucumuz literatürdeki verilerden daha yüksek bulunmuş, bunun tür farklılığı, iklim değişikliği, coğrafi farklılık gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Kapari tomurcuğunun, antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen analizlerindeki yüksek değerlerinin, içeriğindeki glikozinolatlar, alkaloidler, flavanoidler, β- karoten ve luteinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Kombu çayı analiz sonuçları

4.2.1. Kombu çayı fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Toplam Kurumadde Tayini

Kombu çayı örneklerinde kurumadde miktarı sırası ile KC₃ (1,14 ±0,02 g/100 mL), KC₁ (1,11±0,18 g/100 mL) ve KC₂ (0,88±0,13 g/100 mL) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Toplam kurumadde tayini sonucunda, örneklerden üretim sırasında ilave edilen içerik miktarlarına uygun veriler elde edilmiş ve LSD testine göre 3 farklı Kombu çayı örneğinde kurumadde miktarları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır ($p>0,01$). Literatür incelendiğinde ise, Kombu çayı için yapılmış herhangi bir kurumadde analizi sonucuna rastlanmamıştır.

Çizelge 4.6. Kombu çayı örneklerine ait fizikokimyasal özellikler

Örnek	Toplam Kurumadde (g/100 mL)	Suda Çözünen Kurumadde (g/100 mL)	Kül (g/100 mL)
KC ₁	1,11±0,18 ^a	2,17±0,06 ^a	0,06±0,06 ^a
KC ₂	0,88±0,13 ^a	1,73±0,06 ^b	0,19±0,10 ^a
KC ₃	1,14±0,02 ^a	1,83±0,06 ^b	0,20±0,01 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kaparili Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kaparili Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Suda Çözünür Kurumadde Tayini

Kombu çaylarının suda çözünür kurumadde miktarları sırası ile (KC₁, KC₂, KC₃) 2,17±0,06 g/100 mL, 1,73±0,06 g/100 mL, 1,83±0,06 g/100 mL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). LSD testine göre yapılan gruplandırmada Kombu çayı örneklerinden KC₁ örneğinin suda çözünür kurumadde miktarı KC₂ ve KC₃ örneklerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuş ($p<0,01$), KC₂ ile KC₃ örnekleri arasında ise önemli düzeyde bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,01$). Quiao-Won ve Teves'in (2018) yaptıkları çalışmada 68,75 g/L beyaz şeker kullanılarak hazırlanan yeşil çaylı Kombu çayının, 16 günlük fermentasyon sonunda suda çözünür kurumadde değeri 6 olarak tespit edilmiştir. Bizim hazırladığımız Kombu çayından yaklaşık 2 kat fazla şeker kullanımının söz konusu

olduğu ve buna bağlı olarak suda çözünür kurumadde değerinin de bizim suda çözünür kurumadde miktarından (2,17) yaklaşık olarak 3 kat fazla olduğu görülmüştür.

Kül Tayini

Kombu çayı örneklerimizin % kül miktarları sırası ile KC₁, KC₂, KC₃ örneklerinde 0,06±0,06 g/100 mL, 0,19±0,10 g/100 mL, 0,20±0,01 g/100 mL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). Kapari tomurcuğu ile hazırlanan (KC₂) Kombu çayı ile kapari tomurcuğu ve yeşil çayın birlikte kullanıldığı (KC₃) Kombu çayının mineral madde miktarının sadece yeşil çay kullanılarak üretilen (KC₁) Kombu çayı örneğinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kombu çayı örneklerinin % kül miktarları arasında LSD testine göre $p>0,01$ olasılık düzeyinde farklılık olmadığı belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda literatürde Kombu çayı için yapılmış kül tayini verileri tespit edilememiştir.

pH Tayini

KC₁, KC₂, KC₃ Kombu çayı örneklerinin 16 günlük fermentasyon sonucunda pH değerlerinin yaklaşık olarak 3,19±0,01 değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Veriler grafik haline getirilerek Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Başlangıç pH’ları farklı olan Kombu çaylarında en yüksek pH değişimi KC₃ örneğinde (pH: 4,57’den 3,18’e), en düşük pH değişimi ise yeşil çaylı Kombu çayı örneğinde (pH: 3,87’den 3,19’a) görülmüştür. Kapari tomurcuklu Kombu çayına (KC₂) ait pH değeri ise pH: 4,28’den 3,18’e düşmüştür.

Elde edilen sonuçlar Güldane ve ark.’nın (2017) 11 günlük fermentasyon sonucu tespit ettikleri yeşil çay (pH: 3,16), siyah çay (pH: 3,22) ve beyaz çay (pH: 3,11) içeren Kombu çayı pH değerleriyle benzerlik göstermektedir. Tarhan’ın (2017) yeşil çay ile yaptığı Kombu çayında pH değerinin 10 günlük fermentasyon sonunda 5,65’den 3,52’ye düştüğü belirlenmiş, eğer fermentasyon süresi 16 güne çıkarılırsa bizim örneğimizle yakın pH (3,19) değerine ulaşacağı düşünülmüştür.

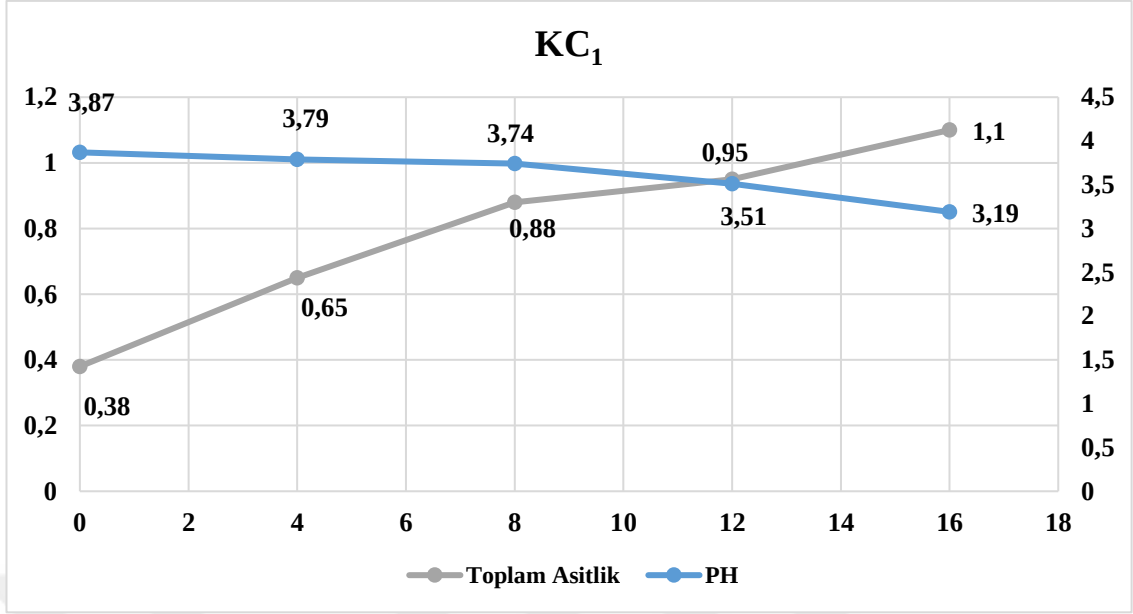
Çizelge 4.7. Kombu çayı örneklerinin pH ve toplam asitlik değeri

Gün	Örnek	pH	Toplam Asitlik (g/100mL)
0	KC ₁	3,51 ± 0,02 ^b	0,38 ± 0,01 ^b
	KC ₂	4,28 ± 0,01 ^a	0,29 ± 0,02 ^c
	KC ₃	4,57 ± 0,42 ^a	0,63 ± 0,00 ^a
4	KC ₁	3,87 ± 0,01 ^b	0,65 ± 0,03 ^b
	KC ₂	4,17 ± 0,01 ^a	0,74 ± 0,03 ^b
	KC ₃	4,18 ± 0,01 ^a	1,06 ± 0,03 ^a
8	KC ₁	3,79 ± 0,01 ^b	0,88 ± 0,05 ^b
	KC ₂	3,90 ± 0,01 ^a	1,04 ± 0,10 ^{ab}
	KC ₃	3,72 ± 0,01 ^c	1,26 ± 0,01 ^a
12	KC ₁	3,74 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,03 ^c
	KC ₂	3,76 ± 0,01 ^a	1,56 ± 0,03 ^b
	KC ₃	3,56 ± 0,01 ^c	2,48 ± 0,00 ^a
16	KC ₁	3,19 ± 0,01 ^a	1,10 ± 0,03 ^c
	KC ₂	3,18 ± 0,01 ^a	2,02 ± 0,03 ^b
	KC ₃	3,18 ± 0,01 ^a	2,89 ± 0,06 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

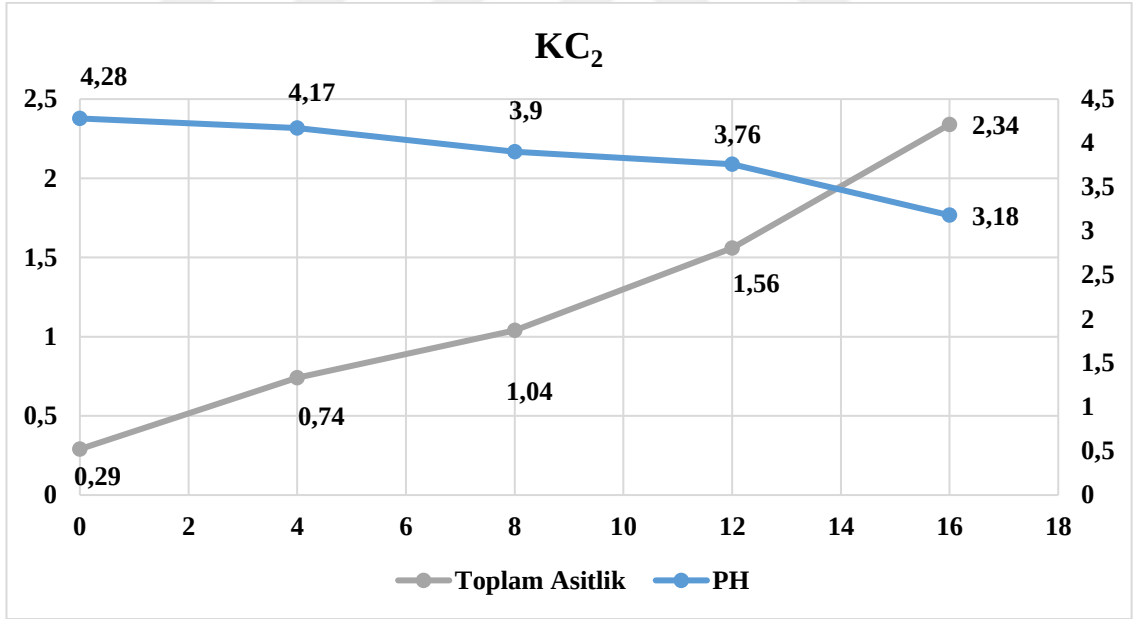
**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p < 0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Yaptığımız çalışmadaki veriler sonucunda kapari tomurcuğunun, Kombu çaylarındaki ilk pH değerini yükselttiği, fakat maya ve bakterilerin simbiyotik ilişkisi sonucu 16 günlük fermentasyonda Kombu çaylarının yakın pH değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. KC₃ örneğinde, KC₂ örneğine göre %26, KC₁ örneğine göre ise %51 oranında daha fazla pH düşüşü gözlenmiştir. pH değerlerindeki düşüş oranlarına bakıldığında kapari tomurcuğu içeren Kombu çaylarındaki (KC₂ ve KC₃) pH düşüşünün, yeşil çaylı Kombu çayından (KC₁) fazla olması; kapari tomurcuğundaki bileşenlerin, Kombu çayı mantarında bulunan bakteri ve mayaların aktivitesini artırıcı etki göstermesinden kaynaklandığını düşündürmüştür. Elde edilen sonuçlar JMP 7 istatistik programında LSD testi uygulanarak gruplandırılmıştır, gruplandırmaya ait grafik Şekil 4.4.'te verilmiştir.



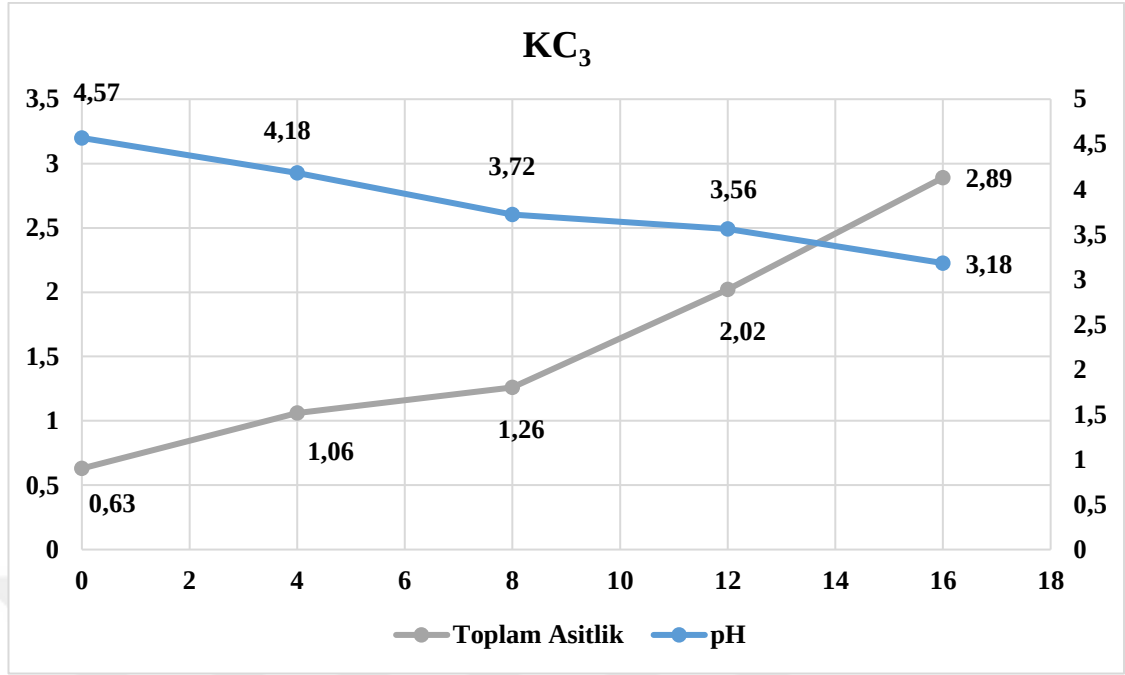
Şekil 4.1. Yeşil çaylı Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı



Şekil 4.2. Kapari tomurcuklu Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği

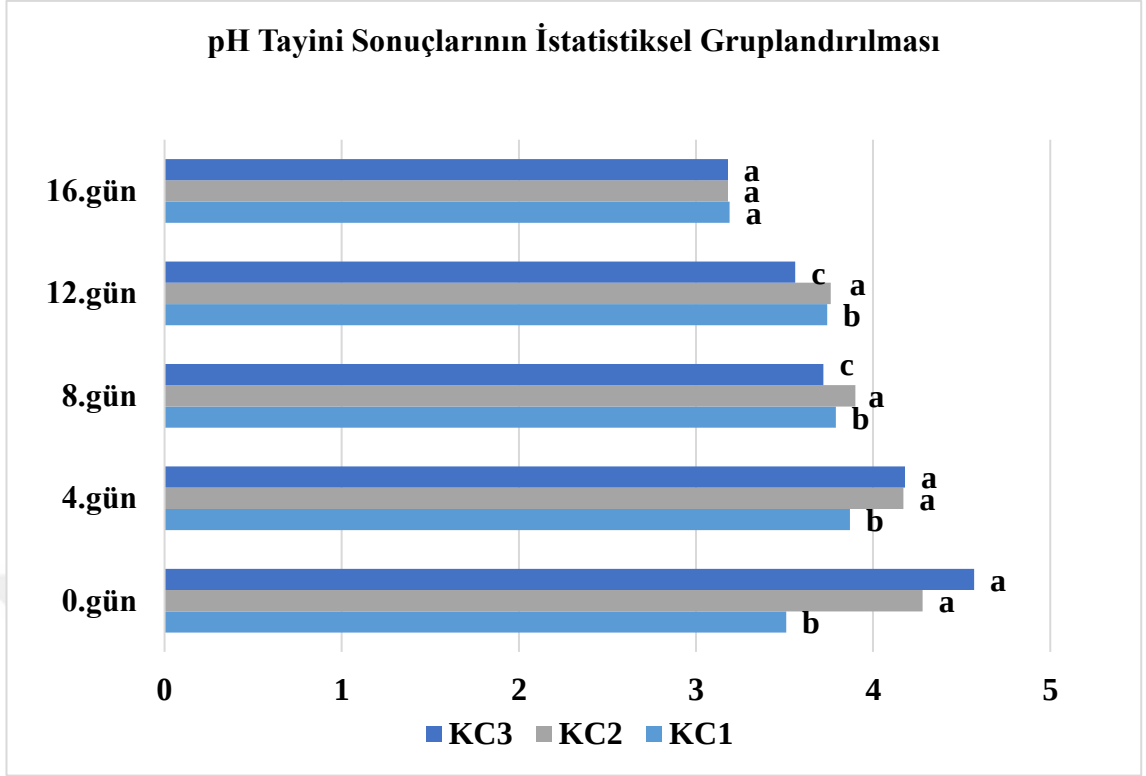
*KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı



Şekil 4.3. Yeşil çay + Kapari tomurcuklu Kombu çayı örneğinin pH ve % toplam asitlik grafiği

* **KC₃:** Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

Kombu çayı örneklerinin 16 günlük fermentasyonu boyunca gösterdiği pH değişimleri LSD testine göre gruplandırılmış (Şekil 4.4.) ve üretimin ilk gününden, fermentasyonun 4. gününe kadar KC₂ ile KC₃ Kombu çayı örneklerinin pH değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmamış ($p>0,01$) fakat KC₁ Kombu çayı örneği, KC₂ ile KC₃ Kombu çayı örneklerinden %1 olasılık düzeyinde farklı bulunmuştur. Fermentasyonun 8. ve 12. gününde KC₁, KC₂ ve KC₃ örneklerine ait pH değerleri birbirlerinden önemli düzeyde farklı bulunmuş ($p<0,01$) fakat fermentasyonun 16. gününde örneklerin pH seviyelerinin birbirlerine yaklaştığı ve örneklerin pH değerleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

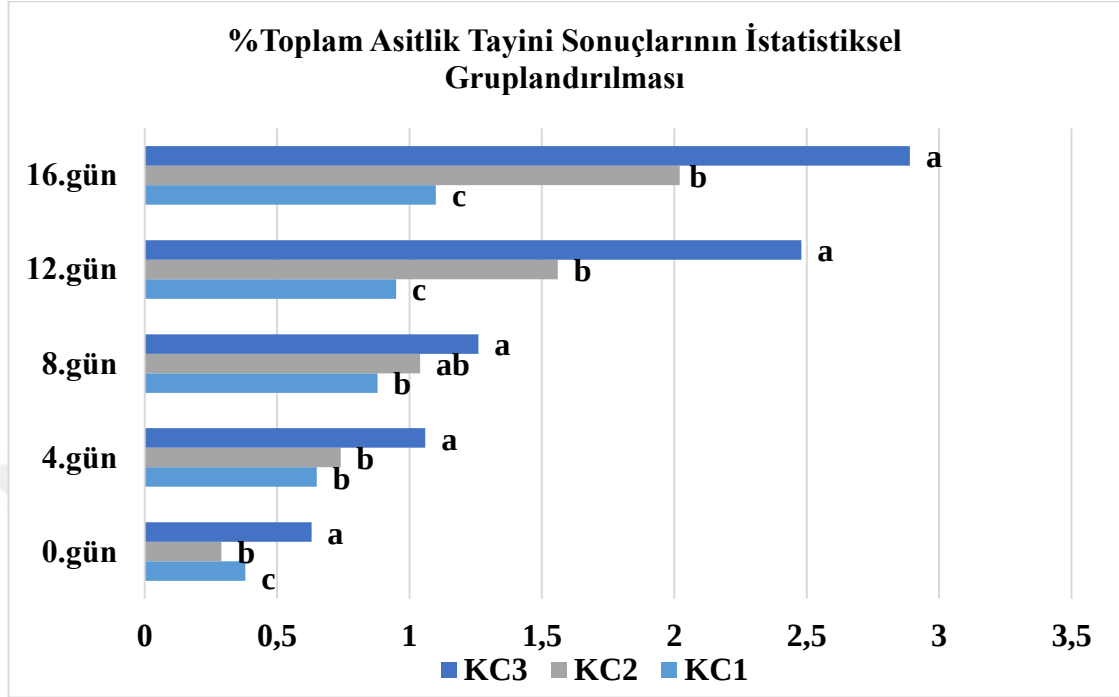


Şekil 4.4. Kombu çayı örneklerine ait pH değerlerinin LSD testine göre gruplandırılması

***KC₁**: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, **KC₂**: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, **KC₃**: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

Toplam Asitlik Tayini

Kombu çayı örneklerinin toplam asitlik miktarı laktik asit cinsinden belirlenmiş olup, 3 paralelli olarak yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.7.'te verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de grafik şeklinde gösterilmiştir. Asetik asit cinsinden en fazla asitlik artışı KC₃ (%0,63'den %2,89'e) örneğinde saptanmıştır. En düşük asitlik artışı ise KC₁ (%0,38'den %1,1'e) örneğinde görülmüştür. Kapari tomurcuğu kullanılarak üretilen Kombu çayında (KC₂) toplam asitlik miktarı ise 0,29'den 2,34'e yükselmiştir. Elde edilen verilere bakıldığında kapari içeren Kombu çaylarında (KC₂ ve KC₃) asitlik artışı yüksek, yalnızca yeşil çay içeren Kombu çayında ise düşük olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda kapari içeriğinin bakteri ve mayaların aktivitesini arttırdığı, artan simbiyotik kültür aktivitesi ile üretilen asetik asit miktarının da yükseldiği düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlar JMP 7 istatistik programında LSD testine göre gruplandırılmıştır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Kombu çayı örneklerine ait % toplam asitlik değerlerinin LSD testine göre gruplandırılması

***KC₁**: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, **KC₂**: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, **KC₃**: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

Kombu çayı örneklerine ait % toplam asitlik değerleri LSD testine göre gruplandırıldığında fermentasyon başlangıcında her üç Kombu çayı örnekleri için toplam asitlik değerleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur ($p<0,01$). Fermentasyonun 4. gününde KC₃ örneği KC₂ ve KC₁ örneklerinde önemli düzeyde yüksek toplam asitliğe sahip olarak tespit edilmiştir ($p<0,01$). KC₂ ve KC₁ Kombu çayı örneklerinin toplam asitlik miktarları arasında ise fermentasyonun 4. gününde önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır ($p>0,01$). Kombu çaylarının 8. gün fermentasyonunda KC₃ Kombu çayı örneğinin toplam asitlik miktarı KC₁ Kombu çayı örneğinden %1 olasılık düzeyinde önemli derecede yüksek bulunmuş ($p<0,01$) fakat KC₂ Kombu çayı örneğinin % toplam asitlik değeri KC₁ ve KC₃ örneklerinin ikisine de yakın değerde tespit edilmiştir ($p>0,01$).

Kombu çaylarının (KC₁, KC₂, KC₃) fermentasyonun 12. ve 16. gününde KC₃ örneğinin toplam asitlik miktarı KC₂ ve KC₁ Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek, KC₁ örneğinin toplam asitlik miktarı ise KC₂ ve KC₃ Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,01$).

Toplam Antosiyanin Tayini

Antosiyaninler flavanoidler grubuna ait bitki ve meyve-sebzelerde; pembe-turuncu, kırmızı, mor-mavi gibi renklerden sorumlu polifenollerdir (Keleş 2015). Antosiyaninler oksidatif stresin yan etkilerini azaltma, patojen mikroorganizmalar ile savaşma, antikolesterol etkide bulunma gibi özelliklere sahip bileşiklerdir. Kombu çayı örneklerimize ait antosiyanin değerleri Çizelge 4.8.'de, verilmiştir ($p<0,01$).

Çizelge 4.8. Kombu çayı örneklerinin antosiyanin değeri

Örnek	Toplam Antosiyanin Miktarı (mg/L)
KC ₁	2,30 ± 0,02 ^b
KC ₂	TE ^{**}
KC ₃	3,50 ± 0,07 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuğu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuğu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Kombu çayı üretiminde hammadde olarak kullanılan kapari tomurcuğunda (K) ve kapari tomurcuğunun SCOPY ile fermentasyonu ile elde edilen KC₂ örneğinde antosiyanin içeriği tespit edilememesine karşın yeşil çay içeriğine sahip çay örneklerinde antosiyanin belirlenebilmiştir. Yeşil çayın fermentasyonu ile elde edilen KC₁ örneğinin antosiyanin miktarı 2,30 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak bulunurken, yeşil çayın ve kapari tomurcuğunun (K) fermentasyonu ile elde edilen KC₃ örneğinde bu değer kapari tomurcuğunun da desteği ile %52 oranında artarak, 3,5 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir.

Antosiyaninler bitkilerde çiçek, yaprak vb. organlarda birikebilmektedir (Keleş 2015). Taze çay yaprakları geniş oranda fenolik bileşikler içermektedir. Bunlar flavonoidlerden kateşinler, flavonoller, proantosiyanidinler, antosiyanin ve fenolik asitlerdir (Tan ve ark.

2017). Kaparinin tek başına antosiyanin içermediği halde yeşil çaylı Kombu çayına ilave edildiğinde (KC₃) antosiyanin içeriğini arttırıcı etki göstermesinin nedeninin, kapari tomurcuğu içeriğinin ayrıntılı analizlerle incelenerek daha net bir şekilde ortaya koyulması gerektiği düşünülmektedir.

LSD testine göre KC₁ ve KC₃ değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiş ($p<0,01$), KC₃ Kombu çayı örneğinin antosiyanin içeriğinin KC₁ örneğine göre önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında Kombu çayı üzerine yapılmış antosiyanin tayini tespit edilememiştir.

Renk tayini

Kombu çayı örneklerinin renk ölçümlerine ait L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kombu çayı örneklerinin renk değerleri

Örnek	L^*	a^*	b^*
KC ₁	25,36±0,92 ^a	0,61±0,04 ^a	4,29±0,32 ^a
KC ₂	22,88±0,09 ^b	-0,04±0,01 ^c	2,74±0,05 ^c
KC ₃	20,94±0,08 ^b	0,19±0,02 ^b	3,45±0,07 ^b

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır

Renk değerlerine bakıldığında KC₁ Kombu çayı örneğinin en yüksek parlaklık (L^* :25,36) değerine sahip olduğu görülmektedir. Kapari tomurcuklarının taneli yapıda olması ve posa bırakmasının parlaklığı etkilediği, bu nedenle kapari tomurcuğu içermeyen KC₁ örneğinin parlaklık değerinin daha yüksek bulunduğu düşünülmektedir. KC₁ örneğinde a^* değeri 0,61; b^* değeri ise 4,29 olarak bulunmuş ve diğer Kombu çayı örneklerinden daha yüksek a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.). Antosiyaninler asidik ortamda kırmızı-turuncu renk olan bileşiklerdir (Keleş 2015). Yeşil çaylı Kombu çayı antosiyanin içerdiği analizimiz sonucunda tespit edilmiştir. Kombu çayı oldukça asidik bir ürün olduğundan antosiyanin içeren (KC₁), yeşil çayın substrat olarak kullanıldığı KC₁ örneği ile KC₃ örneğinin KC₂ örneğinden daha yüksek a^* değerine sahip olması öngörülebilir bir sonuç olmuştur.

Gıdaların içerdiği fenolik bileşenler ve flavanoidler; renk, acılık, burukluk, tat, koku gibi duyuşsal özellikler üzerinde etki gösterebilmektedir. Flavanoidlerin alt grubu olan flavonol glikoziti yeşil çayda %0,64 oranında bulunmaktadır (Avcı 2006). Yaptığımız renk analizi sonucunda yeşil çayda tespit edilen yüksek a^* ve b^* değerinin oksidasyona uğramamış olan fenolik bileşenlerden ve sarı-turuncu renklere sahip flavonollerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen veriler sonucunda kapari ilavesinin Kombu çaylarında tortu oluşturmamasından kaynaklı parlaklığı azalttığı ve hammadde halindeki kapari tomurcuğuna göre a^* ile b^* değerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Tarhan'ın (2017) yaptığı çalışmada 10 günlük fermentasyon sonunda elde edilen yeşil çaylı Kombu çayının L^* değeri 41,48; a^* ve b^* değerleri ise sırası ile 23,82 ve 67,12 olarak belirlenmiştir. Tarhan'ın (2017) elde ettiği renk değerleri bizim KC₁ örneğimize ait renk değerlerinden oldukça yüksek bulunmuştur.

Kombu çayı örneklerine ait renk değerlerine uygulanan LSD testi sonucunda KC₁ örneğinin L^* (parlaklık) değeri KC₂ ve KC₃ Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuş ($p<0,01$), KC₂ ile KC₃ örneklerinin L^* değerleri arasında önemli derecede farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$). a^* ve b^* değerlerinde Kombu çayı örnekleri arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmuş ($p<0,01$) ve KC₁ Kombu çayı örneğinin a^* ve b^* değeri KC₂ ile KC₃ örneğinden önemli düzeyde yüksek tespit edilmiştir ($p<0,01$). KC₂ örneğinin a^* ve b^* değeri diğer örneklerden önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,01$).

4.2.2. Kombu çayı antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen tayini

Kapari tomurcuğu ve yeşil çay ile üretilen Kombu çayı örneklerinde toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite tayini (ABTS, CUPRAC, DPPH metodlarına göre) ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler olmak üzere 3 farklı ekstraksiyon ile belirlenmiştir.

Kapari tomurcuğu kullanılarak üretilen Kombu çaylarının ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik

bileşen analiz sonuçları ile fenolik bileşiklerin % biyoalınabilirlikleri Çizelge 4.10. Çizelge 4.11., Çizelge 4.12., Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kombu çayı örneklerinin ekstrakte edilebilir toplam fenolik bileşenleri ve antioksidan kapasitesi

Örnek	Ekstrakte Edilebilir Fenolikler			
	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/mL)	Antioksidan Kapasite (μmol troloks/mL)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
KC ₁	9,09±0,12 ^b	6,29±0,23 ^b	4,32±0,02 ^a	6,91±0,06 ^a
KC ₂	7,19±0,06 ^c	4,46±0,01 ^c	2,30±0,04 ^c	6,43±0,08 ^b
KC ₃	9,69±0,06 ^a	7,06±0,08 ^a	4,03±0,03 ^b	7,12±0,06 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.11. Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenoliklerine ait toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnek	Hidrolize Edilebilir Fenolikler			
	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/mL)	Antioksidan Kapasite (μmol troloks/mL)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
KC ₁	4,59±0,13 ^b	7,01±0,11 ^b	3,59±0,10 ^b	2,94±0,05 ^b
KC ₂	4,26±0,04 ^b	3,85±0,23 ^c	3,35±0,03 ^c	2,90 ±0,01 ^b
KC ₃	6,30±0,30 ^a	7,59±0,15 ^a	4,28±0,01 ^a	3,03±0,20 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.12. Kombu çayı örneklerinin biyoalınabilir fenoliklerine ait toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnek	Biyoalınabilir Fenolikler			
	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/mL)	Antioksidan Kapasite (μ mol troloks/mL)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
KC ₁	5,23±0,01 ^a	5,53±0,02 ^a	3,96±0,01 ^b	2,08±0,11 ^a
KC ₂	4,94±0,01 ^b	4,14±0,08 ^b	1,24±0,01 ^c	1,28±0,01 ^b
KC ₃	5,26±0,05 ^a	5,70±0,02 ^a	4,47±0,01 ^a	2,36±0,20 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Çizelge 4. 13. Kombu çayı örneklerinin fenoliklerinin % biyoalınabilirlikleri

Örnek	% Biyoalınabilirlik			
	Toplam Fenolik Bileşen (mg GAE/mL)	Antioksidan Kapasite (μ mol troloks/mL)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
KC ₁	19,03±0,40 ^b	20,67±0,25 ^b	24,87±0,24 ^b	10,50±0,40 ^a
KC ₂	21,55±0,06 ^a	25,23±0,22 ^a	10,89±0,28 ^c	6,88±0,06 ^b
KC ₃	16,41±0,40 ^c	19,48±0,04 ^b	26,90±0,24 ^a	11,62±0,11 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Toplam fenolik bileşen analizine göre, Kombu çaylarının KC₁, KC₂, KC₃ örneklerine ait ekstrakte edilebilir fenolik bileşenler için sırası ile 9,09±0,12 mg GAE/mL; 7,19±0,06 mg GAE/mL; 9,69±0,06 mg GAE/mL; hidrolize edilebilir fenolik bileşenler için 4,59±0,13 mg GAE/mL; 4,26±0,04 mg GAE/mL; 6,30±0,3 mg GAE/mL; biyoalınabilir fenolik bileşenler için 5,23±0,01 mg GAE/mL; 4,94±0,01 mg GAE/mL; 5,26±0,05 mg GAE/mL bulunurken, %biyoalınabilirlik değerleri ise 19,03±0,4; 21,55±0,06; 16,41±0,4 olarak belirlenmiştir.

Kapari ve yeşil çayın substrat olarak kullanıldığı KC₃ örneği ekstrakte edilebilir fenoliklerinin toplam fenolik bileşen analiz değeri (9,69±0,06 mg GAE/mL), sadece yeşil çayın fermentasyonu ile elde edilen KC₁ (9,09±0,12 mg GAE/mL) örneği ile karşılaştırıldığında, kaparinin kullanımı ile, %6,60 oranında zenginleştiği belirlenmiştir. KC₂ Kombu çayında substrat olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir fenolik içeriği 45,40±0,47 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Kapari tomurcuğunun Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılması sonucu elde edilen KC₂ örneğinin ekstrakte edilebilir fenolik içeriği ise 7,19±0,06 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. %10'luk kapari tomurcuğu kullanımıyla elde edilen ekstraktın fenolik içeriğinin 4,54±0,47 mg GAE/mL olması gerekirken Kombu çayı mantarının fermentasyonu ile elde edilen ürünün 7,19±0,06 mg GAE/mL olduğu belirlenmiş ve Kombu çayı mantarının kaparinin ekstrakte edilebilir fenolik içeriğini arttırdığı saptanmıştır.

Hidrolize edilebilir fenolik miktarı kapari ve yeşil çayın substrat olarak kullanıldığı (KC₃) örneğinde 6,30±0,30 mg GAE/mL, yeşil çayın kullanıldığı Kombu çayı örneğinde ise (KC₁) 4,59±1,13 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. Kapari kullanımının yeşil çaylı Kombu çayına oranla hidrolize edilebilir fenolik miktarında %37,25 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. KC₂ Kombu çayında substrat olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun hidrolize edilebilir fenolik içeriği 43,73±0,30 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Kapari tomurcuğunun Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılması sonucu elde edilen KC₂ örneğinin hidrolize edilebilir fenolik içeriği ise 4,26±0,04 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. %10'luk kapari tomurcuğu kullanımıyla elde edilen ekstraktın fenolik içeriğinin 4,37±0,30 mg GAE/mL olması gerekirken Kombu çayı mantarının fermentasyonu ile elde edilen ürünün 4,26±0,04 mg GAE/mL olduğu belirlenmiş ve Kombu çayı mantarının kaparinin hidrolize edilebilir fenolik içeriğini az miktarda düşürdüğü saptanmıştır.

Kombu çayı örneklerinin *in-vitro* modelde alınabilirliğine bakıldığında kapari tomurcuğunun yeşil çay ile birlikte substrat olarak kullanımının (KC₃), yeşil çaylı Kombu çayı örneğine oranla (KC₁) biyoalınabilir fenolikler için %0,57 oranında artış sağladığı

saptanmıştır. Kapari ve yeşil çay birleşiminin (KC₃) Kombu çayında olumlu etki gösterdiği belirlenmiş ve yeşil çaylı Kombu çayına (KC₁) göre daha yüksek fenolik madde içerdiği ve *in-vitro* gastrointestinal modelde alınabilirliği daha yüksek olan bir ürün elde edildiği saptanmıştır. Sadece kapari tomurcuğunun substrat olarak kullanıldığı Kombu çayı örneğinde (KC₂) toplam fenolik içerik diğer örneklerle göre düşük olmasına rağmen kapari ve yeşil çayın substrat olarak birlikte kullanımının (KC₃) Kombu çayının fenolik içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. KC₂ Kombu çayında substrat olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun biyoalınabilir fenolik içeriği 21,27±0,06 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Kapari tomurcuğunun Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılması sonucu elde edilen KC₂ örneğinin biyoalınabilir fenolik içeriği ise 4,94±0,01 mg GAE/mL olarak belirlenmiştir. %10'luk kapari tomurcuğu kullanımıyla elde edilen ekstraktın fenolik içeriğinin 2,17±0,06 mg GAE/mL olması gerekirken Kombu çayı mantarının fermentasyonu ile elde edilen ürünün 4,94±0,01 mg GAE/mL olduğu belirlenmiş ve Kombu çayı mantarının kaparinin biyoalınabilir fenolik içeriğinde artışa sebep olduğu saptanmıştır.

Kombu çayı örnekleri ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşenler açısından değerlendirildiğinde; en yüksek değerlere sahip Kombu çayı örneğinin KC₃ olduğu belirlenmiştir. Fakat % biyoalınabilirlik açısından değerlendirildiğinde ise en düşük % değerinin KC₃ örneğinde belirlendiği görülmüştür. Yeşil çay ve kapari tomurcuğunun zengin fenolik içeriğe sahip iki hammadde olması ve birlikte kullanımının ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik içerik miktarı üzerinde olumlu etki göstermesi çalışmamızın amacına uygun olduğunu göstermektedir.

Khokhar ve Magnusdottir'e (2002) ait bir çalışmada yeşil çay ile elde edilen Kombu çayının toplam fenol içeriği 86,3 mg GAE/g olarak ifade edilmiştir. Pereira ve ark.'nın (2014) yaptığı diğer bir çalışmada ise yeşil çay ve siyah çay ile hazırlanan Kombu çaylarında toplam fenolik bileşen miktarı sırası ile 1080 mg GAE/L ve 1120 mg GAE/L olarak tespit edilmiştir. Literatürdeki verilere bakıldığında örneklerimizin toplam fenolik içeriğinin literatür değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

Kombu çaylarına ait antioksidan kapasite verilerine göre, ekstrakte edilebilir fenolik bileşenlerden en yüksek $TEAC_{ABTS}$, $TEAC_{DPPH}$ değerine ($7,06 \pm 0,08 \mu\text{mol troloks/mL}$; $7,12 \pm 0,06 \mu\text{mol troloks/mL}$) sahip örneğin KC_3 (yeşilçay + kapari tomurcuklu Kombu çayı) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10.). Yapılan analizler sonucunda ABTS ve DPPH yöntemlerinin Kombu çayı örneklerinin ekstrakte edilebilir fenolik içerikleri için paralel sonuçlar verdiği saptanmıştır. CUPRAC metoduna göre ise ekstrakte edilebilir fenolik içeriği en yüksek örnek KC_1 ($4,32 \pm 0,02 \mu\text{mol troloks/mL}$) olarak belirlenmiştir. Üretimi yapılan Kombu çayı örneklerinin ekstrakte edilebilir fenolik miktarlarına bakıldığında, yeşil çaya kapari tomurcuğu ilavesinin (KC_3) sadece yeşil çayın kullanıldığı (KC_1) Kombu çayı ile karşılaştırıldığında ABTS metoduna göre %12,24; DPPH metoduna göre ise %3,03 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. KC_2 Kombu çayı örneğinde hammadde olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun ekstrakte edilebilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi $TEAC_{ABTS}$: $23,53 \pm 0,06 \mu\text{mol troloks/g}$; $TEAC_{CUPRAC}$: $7,89 \pm 0,33 \mu\text{mol troloks/g}$; $TEAC_{DPPH}$: $21,03 \pm 0,42 \mu\text{mol troloks/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). %10 oranında kapari tomurcuğu kullanılarak elde edilen ekstraktın antioksidan kapasite değerli $TEAC_{ABTS}$: $2,35 \pm 0,06 \mu\text{mol troloks/mL}$; $TEAC_{CUPRAC}$: $0,78 \pm 0,33 \mu\text{mol troloks/mL}$; $TEAC_{DPPH}$: $2,10 \pm 0,42 \mu\text{mol troloks/mL}$ olması gerekirken KC_2 örneğinde $TEAC_{ABTS}$: $4,46 \pm 0,01 \mu\text{mol troloks/mL}$; $TEAC_{CUPRAC}$: $2,30 \pm 0,04 \mu\text{mol troloks/mL}$; $TEAC_{DPPH}$: $6,43 \pm 0,08 \mu\text{mol troloks/mL}$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler sonucunda kapari tomurcuğunun ekstrakt hale getirilerek Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılmasının ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesinde artışa sebep olduğu saptanmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda, literatürdeki tüm Kombu çayı antioksidan kapasite analizlerinin ekstrakte edilebilir fenolikler üzerine yapıldığı saptanmıştır. KC_1 örneğinin ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerde $TEAC_{ABTS}$ değeri bizim çalışmamızda $6,29 \pm 0,23 \mu\text{mol troloks/mL}$ olarak bulunurken yeşil çaylı Kombu çayına (KC_1) ait ABTS değeri Cardoso ve ark.'nın (2020) yaptığı çalışmada $8,22 \mu\text{mol troloks/mL}$ olarak belirlenmiş ve bizim analiz sonucumuz ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu analizler sonucunda kapari ve yeşil çayın birlikte kullanılarak fermente edilmesinin (KC_3) ABTS ve DPPH yöntemine göre antioksidan aktiviteyi arttırıcı etki gösterdiği, böylelikle toplam

fenolik içerik ve antioksidan kapasitenin daha yüksek olduğu KC₃ örneğinin elde edildiği belirlenmiştir.

Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenolik bileşenleri incelendiğinde ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemlerine göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip Kombu çayı örneğinin KC₃ ($TEAC_{ABTS}$: $7,59 \pm 0,15$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{CUPRAC}$: $4,28 \pm 0,01$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{DPPH}$: $3,03 \pm 0,2$ μ mol troloks/mL) olduğu tespit edilmiş ve 3 yöntemin de paralel sonuçlar gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.11.). Üretimi yapılan Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenolik miktarlarına bakıldığında, yeşil çaya kapari tomurcuğu ilavesinin (KC₃) sadece yeşil çayın kullanıldığı (KC₁) Kombu çayı ile karşılaştırıldığında ABTS metoduna göre %8,27; CUPRAC metoduna göre %19,22; DPPH metoduna göre ise %3,06 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. KC₂ Kombu çayı örneğinde hammadde olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun hidrolize edilebilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi $TEAC_{ABTS}$: $31,59 \pm 0,27$ μ mol troloks/g; $TEAC_{CUPRAC}$: $18,46 \pm 0,15$ μ mol troloks/g; $TEAC_{DPPH}$: $11,51 \pm 0,29$ μ mol troloks/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). %10 oranında kapari tomurcuğu kullanılarak elde edilen ekstraktın hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasite değerli $TEAC_{ABTS}$: $3,15 \pm 0,27$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{CUPRAC}$: $1,84 \pm 0,15$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{DPPH}$: $1,15 \pm 0,29$ μ mol troloks/mL olması gerekirken KC₂ örneğinde $TEAC_{ABTS}$: $3,85 \pm 0,23$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{CUPRAC}$: $3,35 \pm 0,03$ μ mol troloks/mL; $TEAC_{DPPH}$: $2,90 \pm 0,01$ μ mol troloks/mL olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler sonucunda kapari tomurcuğunun ekstrakt hale getirilerek Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılmasının hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesinde ABTS ve CUPRAC metoduna göre artışa sebep olduğu saptanmıştır.

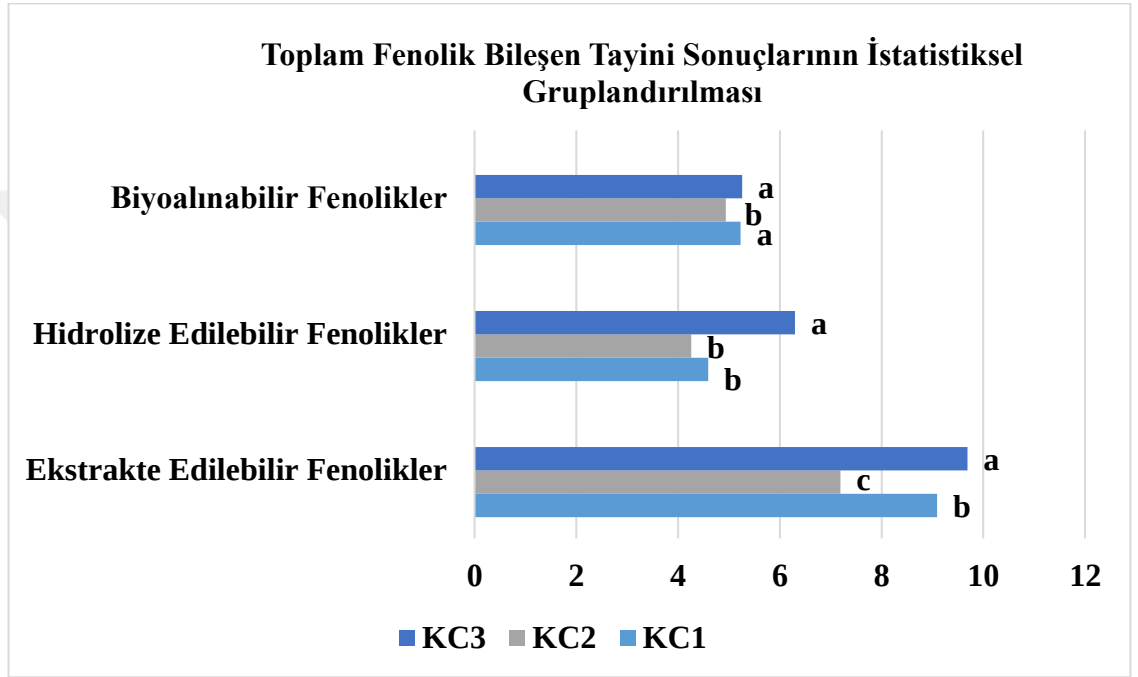
Biyoalınabilirlik gastrointestinal sisteme alınan gıdadaki bileşenlerin fizyolojik açıdan kullanılabilirliğinin oranı olarak tanımlanmaktadır (Benito ve Miller 1998). Bir gıdanın insan vücudu açısından yararlı olması başlangıçtaki antioksidan içeriği yüksek fenolik bileşiklerden daha çok sindirim sonrası antioksidan aktivitesi devam eden fenolik bileşenlerce zengin olmasına bağlıdır. Kombu çayı örneklerine ait, yapay gastrointestinal ortamda sindirime uğratılması sonucu elde edilen biyoalınabilir fenolik bileşenlerin, antioksidan kapasite değerleri ($TEAC_{ABTS}$, $TEAC_{CUPRAC}$, $TEAC_{DPPH}$) Çizelge 4.12'de

verilmiştir. ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemlerine göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip biyoalınabilir fenolik içerik KC₃ (TEAC_{ABTS}: 5,70±0,02 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,47±0,01 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 2,36±0,20 μ mol troloks/mL) örneğinde tespit edilmiş, 3 yöntemin de paralel sonuçlar verdiği görülmüştür. Gastrointestinal sistemde antioksidan aktivitesi en yüksek oranda kalan örnek KC₃ olarak belirlenmiştir. Üretimi yapılan Kombu çayı örneklerinin biyoalınabilir fenolik miktarlarına bakıldığında, yeşil çaya kapari tomurcuğu ilavesinin (KC₃) sadece yeşil çayın kullanıldığı (KC₁) Kombu çayı ile karşılaştırıldığında ABTS metoduna göre %3,07; CUPRAC metoduna göre %12,88; DPPH metoduna göre ise %13,46 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. KC₂ Kombu çayı örneğinde hammadde olarak %10'luk oranda kullanılan kapari tomurcuğunun biyoalınabilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi TEAC_{ABTS}: 18,55±0,15 μ mol troloks/g; TEAC_{CUPRAC}: 15,68±0,65 μ mol troloks/g; TEAC_{DPPH}: 8,38±0,50 μ mol troloks/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). %10 oranında kapari tomurcuğu kullanılarak elde edilen ekstraktın biyoalınabilir fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasite değerli TEAC_{ABTS}: 1,85±0,15 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 1,24±0,01 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 0,84±0,50 μ mol troloks/mL olması gerekirken KC₂ örneğinde TEAC_{ABTS}: 4,14±0,08 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 3,35±0,03 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 1,28±0,01 μ mol troloks/mL olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler sonucunda kapari tomurcuğunun ekstrakt hale getirilerek Kombu çayı mantarı ile fermentasyona uğratılmasının biyoalınabilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesinde artışa sebep olduğu saptanmıştır.

% biyoalınabilirlik; biyoalınabilir fenoliklerin, ekstrakte edilebilir fenolikler ile hidrolize edilebilir fenoliklerin toplamına bölünmesi sonucu bulunan değerler %'de olarak verilmesiyle elde edilen bir oransal ifadedir. Kombu çayı örneklerinden %biyoalınabilirlik değeri en yüksek örnek CUPRAC ve DPPH metoduna göre KC₃ (CUPRAC: %26,90±0,24; DPPH: %11,62±0,11) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13.). ABTS metoduna göre en yüksek % biyoalınabilirlik değere sahip örnek ise KC₂ (25,23±0,22) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13.). Kombu çayı örneklerinin % biyoalınabilir değerlerine bakıldığında yeşil çaya kapari tomurcuğu ilavesinin (KC₃) sadece yeşil çayın kullanıldığı (KC₁) Kombu çayı ile karşılaştırıldığında CUPRAC

metoduna göre %8,16; DPPH metoduna göre ise %10,67 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir.

Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolik bileşiklerinin, toplam fenolik bileşen, ABTS, CUPRAC, DPPH metodlarına göre LSD testi gruplandırılması Şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Kombu çayı örneklerinin içerdiği toplam fenolik bileşenlerin LSD testine göre gruplandırılması

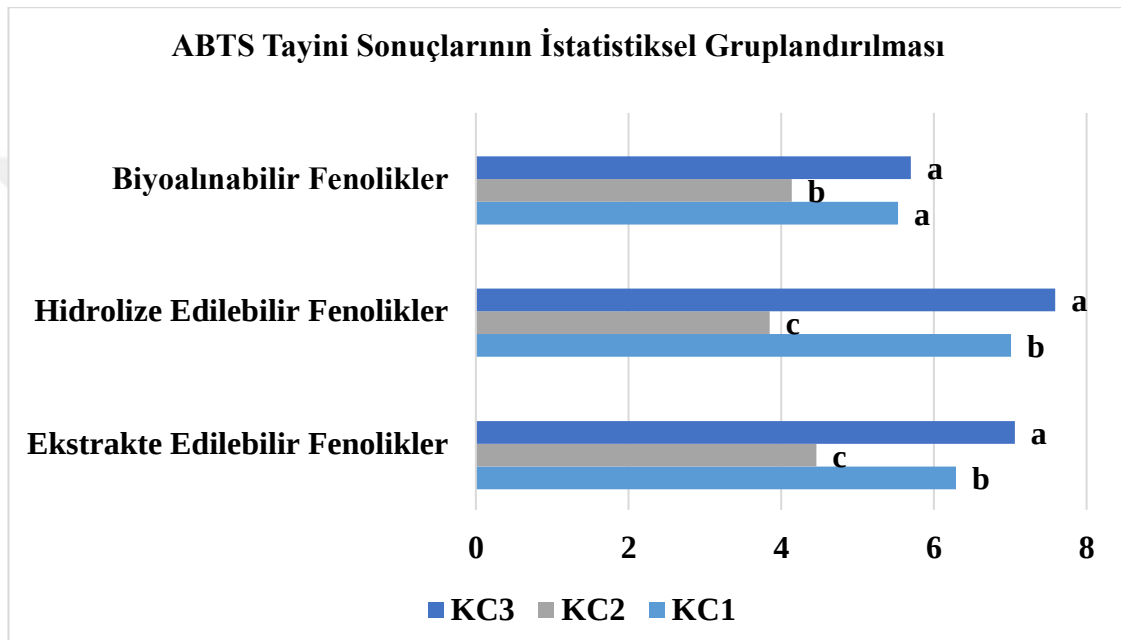
***KC₁**: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, **KC₂**: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, **KC₃**: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

Toplam fenolik bileşen analizine göre, Kombu çayı örneklerinin ekstrakte edilebilir fenolik bileşik miktarları arasında önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiş ($p<0,01$) ve KC₃ örneğinin diğer Kombu çayı örneklerinden %1 olasılık düzeyinde daha yüksek ekstrakte edilebilir fenolik içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenolik bileşik miktarları LSD testine göre gruplandırıldığında KC₃ örneği KC₁ ve KC₂ Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde

yüksek bulunmuş ($p<0,01$), KC_1 ve KC_2 örneklerinin hidrolize edilebilir fenolik bileşik miktarları arasında ise farklılık tespit edilememiştir ($p>0,01$).

Kombu çayı örneklerinin biyoalınabilir fenolik değerlerine bakıldığında KC_2 örneği KC_1 ve KC_3 Kombu çayı örneklerinden daha düşük olarak tespit edilmiş ($p<0,01$), KC_1 ve KC_3 örneklerinin biyoalınabilir fenolik bileşik değerleri arasında ise önemli düzeyde bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,01$).



Şekil 4.7. ABTS metodunda Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması

* KC_1 : Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC_2 : Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC_3 : Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

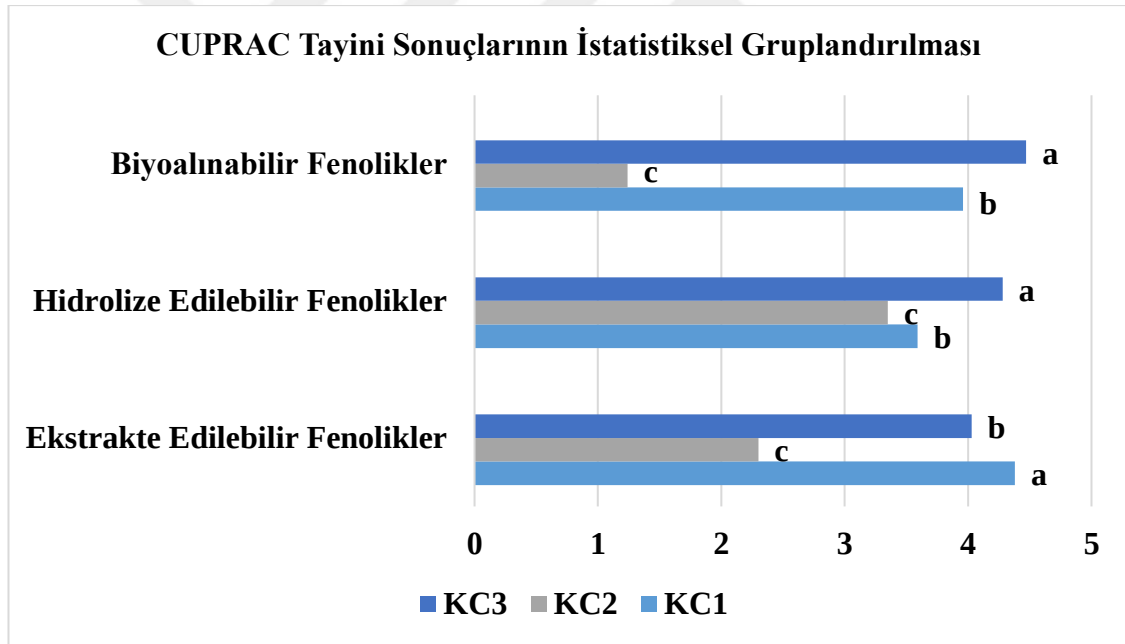
KC_1 , KC_2 ve KC_3 örneklerinin ABTS yöntemi ile antioksidan kapasite analiz sonuçları ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler cinsinden, LSD testi ile gruplandırılmıştır ve Şekil 4.7’de grafik olarak verilmiştir.

Kombu çayı örneklerine ait ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasiteleri arasında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,01$) ve KC_3 örneğinin ABTS metoduna göre ekstrakte edilebilir fenolik içeriğinin antioksidan

kapasitesi diğer Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek olarak tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Hidrolize edilebilir fenoliklerin antioksidan kapasitesine bakıldığında LSD testine göre örnekler arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmuş ve KC_3 örneğinin hidrolize edilebilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi diğer Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek olarak tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Kombu çayı örneklerinin gastrointestinal sistem sonunda etkin kalan antioksidan kapasite değerlerine bakıldığında KC_1 ve KC_3 örnekleri arasında önemli düzeyde bir farklılık bulunmamış ($p>0,01$) fakat KC_2 örneğinin biyoalınabilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi diğer Kombu çayı örneklerinden %1 olasılık düzeyinde önemli derecede düşük bulunmuştur ($p<0,01$).



Şekil 4.8. CUPRAC metodunda Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması

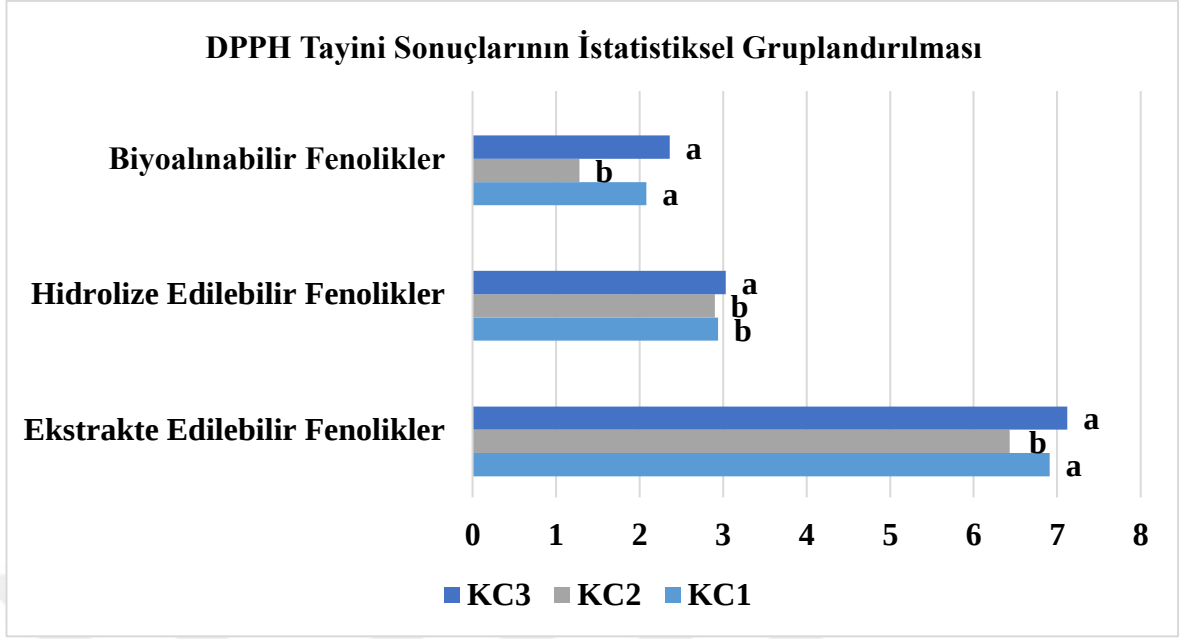
* KC_1 : Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC_2 : Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC_3 : Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

KC₁, KC₂ ve KC₃ örneklerinin CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite analiz sonuçlarından ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenolikler LSD testi ile gruplandırılmıştır ve Şekil 4.8’de grafik olarak verilmiştir.

Yapılan gruplandırma sonucunda Kombu çayı örneklerinin CUPRAC metoduna göre ekstrakte edilebilir fenoliklerinin antioksidan kapasiteleri arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Ekstrakte edilebilir fenoliklerin antioksidan kapasitesine bakıldığında KC₁ örneğinin diğer Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Kombu çayı örneklerinin hidrolize edilebilir fenoliklerinin antioksidan kapasiteleri LSD testine göre gruplandırıldığında Kombu çayı örneklerinin antioksidan kapasite değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiş, KC₃ örneğinin hidrolize edilebilir fenoliklerinin antioksidan kapasitesi diğer Kombu çayı örneklerine göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,01$).

Kombu çayı örneklerinin biyoalınabilir fenoliklerinin antioksidan kapasiteleri LSD testine göre gruplandırıldığında örneklerin antioksidan kapasite değerleri arasında önemli düzeyde farklılık olduğu ve KC₃ örneğinin hidrolize edilebilir fenoliklerinin antioksidan kapasitesinin diğer Kombu çayı örneklerine göre önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$).



Şekil 4.9. DPPH metodunda Kombü çayı örneklerinin antioksidan kapasitelerinin LSD testine göre gruplandırılması

***KC₁**: Yeşil Çaylı Kombü Çayı, **KC₂**: Kapari Tomurcuklu Kombü Çayı, **KC₃**: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombü Çayı

KC₁, KC₂ ve KC₃ örneklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite analiz sonuçları LSD testine göre gruplandırılmış ve Şekil 4.9’da grafik olarak verilmiştir.

Ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin DPPH metodunda antioksidan kapasitesi LSD testine göre gruplandırıldığında KC₁ ve KC₃ örneklerinin antioksidan kapasiteleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamış ($p>0,01$); KC₂ örneğinin ekstrakte edilebilir fenolik içeriğinin antioksidan kapasitesi ise diğer örneklerden önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,01$).

Kombü çayı örneklerine ait hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesine bakıldığında KC₃ örneği diğer örneklerden önemli düzeyde yüksek bulunmuş ($p<0,01$) ve KC₁ ile KC₂ örneklerinin DPPH metoduna göre hidrolize edilebilir fenoliklerinin antioksidan kapasite değerleri arasında %1 olasılık düzeyinde farklılık bulunmamıştır ($p>0,01$).

DPPH metoduna göre yapılan analizde örneklerin gastrointestinal sistemde aktif kalan antioksidan kapasitelerinde KC₁ ile KC₃ örnekleri arasında farklılık bulunmamış ($p>0,01$)

fakat KC₂ örneğinin biyoalınabilir fenoliklerinin antioksidan kapasite değeri diğer örneklerden daha düşük seviyede bulunmuştur ($p<0,01$).

4.2.3. Duyusal Analiz

Çalışma kapsamında üretimi yapılan Kombu çayı örneklerine ait duyusal analiz sonuçları, 20 kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilmiş ve Kombu çayı örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiş, Şekil 4.10'da grafik halinde gösterilmiştir.

Kombu çayı örneklerinde KC₁ örneği yeşil çayın içeriğindeki kateşinlerden gelen turuncu-kırmızı bir renge sahipken (Elmas 2019), KC₂ örneğinin kapari tomurcuğundan kaynaklı daha sarı bir renkte olduğu görülmüştür. KC₃ örneği ise KC₁ örneğinden daha açık bir renkte elde edilmiştir. Örneklerin renk değerleri panelistler tarafından 4,95-7,05 arasında belirlenmiş, KC₁ örneği 7,05 puan alarak tüketiciler tarafından KC₂ (4,95) ve KC₃ (5,70) Kombu çayı örneklerine göre daha kabul edilebilir görülmüştür. Kombu çaylarının renk değerleri LSD testine göre gruplandırıldığında KC₁ örneği diğer Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek bulunurken ($p<0,01$), KC₂ ve KC₃ örneklerinin renk değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,01$).

Kombu çayı örneklerinin berraklık değerleri panelistler tarafından 5,10-6,90 arasında belirlenmiş, KC₁ örneği tüketiciler tarafından (6,90) puan alarak KC₂ (5,00)-KC₃ (5,10) örneklerine göre berraklık seviyesi tüketime daha uygun olan bir ürün olduğu tespit edilmiştir. Kapari tomurcuğu içeren Kombu çaylarında kapari tomurcuğundan kaynaklı tortu ve bulanıklık olduğu görülmüş ve panelistler tarafından daha düşük puanlar almasına sebep olmuştur. Kombu çayı örneklerinin berraklık değerleri LSD testine göre gruplandırıldığında KC₁ örneği diğer Kombu çayı örneklerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). KC₂ ve KC₃ Kombu çayı örneklerinin berraklık değerleri arasında ise önemli düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

Kombu çayı örneklerinin tat durumları içerdikleri bileşenlerden etkilenmektedir. İçerdikleri fenolik bileşikler buruk bir tada sebep olurken, yüksek miktarda bulunun asetik asit ve diğer asitler (glukonik asit, laktik asit) ekşi bir tat vermektedir. Panelistlerin verdiği puanlara bakıldığında Kombu çaylarının 4,45-4,90 arasında puan aldıkları

belirlenmiş ve KC₂ (4,90) ve KC₃ (4,90) örneklerinin tüketiciler tarafından KC₁'e (4,45) göre daha çok beğeni kazandığı görülmüştür. Kombu çayı örneklerinin tat değerleri LSD testine göre gruplandırıldığında tüketici beğenisi açısından tatları arasından önemli bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0,01$).

Tüketici açısından önemli bir kriter olan koku değerleri Kombu çaylarının duyu analizi değerlendirilmesinde 4,85-5,65 arasında belirlenmiş. Kombu çayı yüksek asit içeriği nedeni ile keskin kokuya sahip bir üründür, bu nedenle ürünlerin kokusu tüketicilerden yüksek olmayan ve birbirine çok yakın olan puanlar almıştır. KC₁ (5,90) örneği koku bakımından değerlendirildiğinde KC₂ (5,35) ve KC₃ (5,35) örneğine göre daha çok beğenilmiştir. LSD testine göre yapılan gruplandırmada KC₁, KC₂ ve KC₃ örnekleri arasında koku kriteri bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,01$).

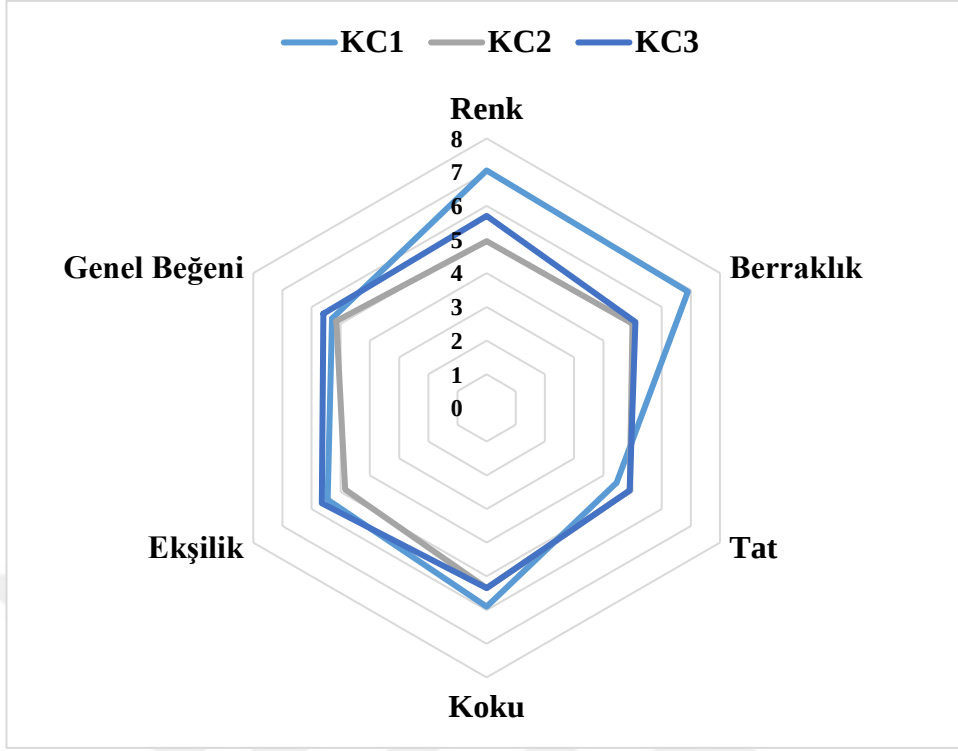
Çizelge 4.14. Kombu çayı örneklerinin duyu analizi sonuçları

Örnek	Renk	Berraklık	Tat	Koku	Ekşilik	Genel Beğeni
KC ₁	7,05±0,80 ^a	6,90±1,41 ^a	4,45±2,01 ^a	5,90±2,02 ^a	5,45±1,41 ^a	5,30±3,53 ^a
KC ₂	4,95±2,12 ^b	5,00±2,82 ^b	4,90±0,70 ^a	5,35±0,70 ^a	4,85±0,71 ^b	5,15±0,70 ^a
KC ₃	5,70±1,41 ^b	5,10±1,20 ^b	4,90±2,12 ^a	5,35±2,01 ^a	5,65±0,70 ^a	5,60±1,85 ^a

*KC₁: Yeşil Çaylı Kombu Çayı, KC₂: Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı, KC₃: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombu Çayı

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p<0,01$ oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Kombu çayı örnekleri yüksek miktarda asetik asit ile az miktarda glukonik asit ile laktik asit içermektedir ve asitli olmasından kaynaklanan ekşi bir tada sahiptir. Panelistler yaptıkları tadım sonucunda Kombu çayı örneklerinin ekşilik değerlerini 4,85-5,65 arasında belirlemiş ve tüketiciler tarafından verilen puanlar sonucunda KC₃ (5,65) örneğinin KC₂ (4,85) ve KC₁ (5,45) örneklerine göre daha kabul edilebilir ekşilikte olduğu tespit edilmiştir. Kombu çayı örneklerine ait ekşilik değerleri LSD testine göre gruplandırıldığında; KC₁ ile KC₃ örneklerinin ekşilik değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmazken ($p>0,01$) KC₂ (4,85) örneğinin ekşilik değerinin KC₁ (5,45)-KC₃ (5,65) örneklerinde önemli düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).



Şekil 4.10. Duyusal analiz grafiği

***KC₁**: Yeşil Çaylı Kombucha Çayı, **KC₂**: Kapari Tomurcuklu Kombucha Çayı, **KC₃**: Yeşil Çay + Kapari Tomurcuklu Kombucha Çayı

Kombucha çayının genel beğeni puanını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Farklı içerikle hazırlanan Kombucha çaylarının genel beğeni puanları incelendiğinde panelistler tarafından 5,15- 5,60 arasında puan aldığı görülmüştür. KC₃ (5,60) örneği KC₂ (5,15) ve KC₁ (5,30) örneklerine göre tüketiciler tarafından tüketime daha uygun bulunmuştur. Kombucha çaylarının genel beğeni puanları LSD testine göre gruplandırıldığında örnekler arasında genel beğeni durumunda önemli düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

Genel olarak Kombucha çayı örnekleri duyusal analizde 0-9 puan aralığındaki skaladan çok yüksek puanlar almamasına rağmen sağlıklı beslenme ve fonksiyonel ürün arayışı içerisinde olan tüketiciler tarafından yüksek fenolik içerik ve antioksidan kapasiteye sahip olmalarından dolayı tercih edilmektedir. 20 kişi tarafından yapılan bu duyusal analizde tadımcılardan sadece 3'ü Kombucha çayını sürekli olarak tüketmektedir ve geriye kalan 17 kişi ilk kez Kombucha çayı tadımında bulunmuştur. Sürekli tüketimde bulunan tadımcılar Kombucha çayının yaygın üretimi olan KC₁ örneğini kendilerine daha yakın bulmuş ve

beğenmişlerdir fakat KC_2 ve KC_3 örneklerinin farklı bir ürün olması ve etken içeriğinin daha yüksek olması ürünlerin duyuşal kriterlerinin beğenilmemesine rağmen tercih edilme sebebi olmuştur.



5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, artan dünya nüfusuna paralel olarak yükselen tüketici beklentisi ve sağlıklı beslenme istediğini karşılayabilmek adına, fonksiyonel bir ürün üretebilmek; sağlık açısından beslenme değeri yüksek, antioksidan ve fenolik bileşik içeriği zengin olan ve genellikle turşu yapımında kullanılan kapari tomurcuğuna farklı bir kullanım alanı oluşturmak, birçok fonksiyonel özelliğe sahip diğer bir ürün olan Kombu çayı ile kapari tomurcuğunu birleştirerek; besin içeriği, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik bileşen içeriği daha güçlü bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada son dönemlerde Dünya genelinde kullanımı yaygınlaşan Kombu çayının farklı substratlar ile üretilmesi, mevcut antioksidan kapasitesinin ve yararlı etkilerinin artırılması amaçlanarak, yeşil çay (KC₁), kapari tomurcuğu (KC₂), yeşil çay+kapari tomurcuğu (KC₃) ile Kombu çayı üretimi gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında üretimi yapılan Kombu çaylarında (KC₂, KC₃) hammadde olarak kullanılan kapari örneğinin özellikleri; kurumadde (25,99 g/100 g); suda çözünür kurumadde (14,47 g/100 mL); kül (1,74 g/100g); pH (5,30); toplam asitlik (0,57 g/100 g); antosiyanin (TE*); ekstrakte edilebilir toplam fenolik madde (45,4 mg GAE/g); ekstrakte edilebilir fenoliklerin antioksidan kapasitesi (TEAC_{ABTS}:25,53 μ mol troloks/g, TEAC_{CUPRAC}: 7,89 μ mol troloks/g, TEAC_{DPPH}: 21,03 μ mol troloks/g); renk (L^* :30,11; a^* :1,88; b^* :5,01) belirlenmiş ve değerler literatür çalışmalarına benzer veya bir miktar yüksek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan *Capparis ovata* Desf.'nin analiz verilerinin, doğal ortamdan toplanması, coğrafi koşullar ve iklim şartlarında farklılıklar olmasından kaynaklı literatürdeki verilerden farklı olabileceği düşünülmektedir.

Üretimi yapılan Kombu çaylarında ilk pH değerlerine bakıldığında en yüksek değerin KC₃ (4,57) olduğu ve 16 günlük fermentasyon sonucunda en yüksek pH değişiminin KC₃ çayında (pH:4,57-3,18), en düşük pH değişimi ise KC₁ örneğinde (pH:3,87-3,19) belirlenmiştir. Toplam asitlik değerlerine bakıldığında, en fazla asitlik artışı KC₃ (%0,63-%2,89) ve diğer kapari içeren örnek olan KC₂'de görülürken, en az asitlik artışı KC₁ (%0,38-%1,1) çayında belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, kaparinin içeriğindeki bileşenlerin bakteri ve mayaların (SCOBY) aktivitesini arttırıcı özellikte bileşenler

olduğu ve bu sebeple de pH ile toplam asitlik değerlerinde en fazla değişimin kapari içeren Kombu çayı örneklerinde (KC₂ ve KC₃) görüldüğü düşünülmektedir.

Yapılan analizler sonucunda kapari örneğinin toplam fenolik içeriği ekstrakte edilebilir fenolikler, hidrolize edilebilir fenolikler, biyoalınabilir fenolikler açısından sırası ile 45,4 mg GAE/g, 43,73 mg GAE/g, 21,27 mg GAE/g olarak belirlenmiş, üretimi yapılan Kombu çaylarının toplam fenolik içerikleri karşılaştırıldığında ise en yüksek değerler; 9,69 mg GAE/mL (Ekstrakte edilebilir fenolikler), 6,30 mg GAE/mL (Hidrolize edilebilir fenolikler), 5,26 mg GAE/mL (Biyoalınabilirlik fenolikler) ile KC₃ örneğinde bulunmuştur. Kombu çayı üretiminde kaparinin %10 oranında kullanıldığı düşünüldüğünde asetik asit bakterilerinin ve mayaların aktivitesi sonucu kaparinin toplam fenolik bileşen oranının Kombu çayında arttığı tespit edilmiştir. Toplam fenolik bileşenlerin % biyoalınabilirlik değerleri incelendiğinde ise kaparinin Kombu çayı ile tüketiminin (KC₂: %21,55), kaparinin tek başına tüketiminden (K: %11,95) daha yüksek oranla vücut tarafından kullanılabilirliği bulunduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada analiz edilen Kombu çayı örneklerin ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasiteleri incelendiğinde, en yüksek antioksidan kapasiteye sahip örnek (CUPRAC yöntemi) dışında KC₃ (TEAC_{ABTS}: 7,06 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 7,12 μ mol troloks/mL) olarak belirlenmiştir. Hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitelerine bakıldığında ise en yüksek değer KC₃ (TEAC_{ABTS}: 7,59 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,28 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 3,03 μ mol troloks/mL) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca biyoalınabilirliği yüksek olan KC₃ örneğinin, gastrointestinal sistemde antioksidan aktivitesini en fazla koruyabilen Kombu çayı örneği olduğu ve biyoalınabilir fenolik içeriğinin TEAC_{ABTS}: 5,70 μ mol troloks/mL; TEAC_{CUPRAC}: 4,47 μ mol troloks/mL; TEAC_{DPPH}: 2,36 μ mol troloks/mL değerlerine sahip olduğu da belirlenmiştir. Çalışmada edinilen veriler sonucunda, kapari tomurcuğunun (K) SCOBY ile fermentasyonu ile elde edilen KC₂ ve kapari tomurcuğu (K) ile yeşil çayın birlikte fermentasyonu ile elde edilen KC₃ örneklerinin, kapari tomurcuğuna göre antioksidan potansiyelinin vücutta kullanılabilirliğinin arttığı düşünülmektedir.

Toplam antosiyanin miktarları incelendiğinde, K ve KC₂ örneklerinde antosiyanin içeriği tespit edilememiştir. Fakat yeşil çayın fermentasyonu ile elde edilen KC₁ örneğinin

antosiyenin miktarı 2,30 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak belirlenirken, yeşil çayın ve kapari tomurcuğunun (K) fermentasyonu ile bu değer KC₃ örneğinde bu değer kapari tomurcuğunun da desteği ile artarak 3,5 mg/L (siyanidin-3-glikozit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. Kapari tomurcuğu antosiyenin içermemesine rağmen, yeşil çay ile birlikte kullanılarak Kombu çayı elde edildiğinde, kaparinin antosiyenin miktarını %52 oranında arttırıcı etki gösterdiği belirlenmiştir

Günümüzde gıdaların görünüşü ve rengi tüketicinin beğenisi açısından önemli parametrelerdir. Çalışmamızda, değerlendirilen Kombu çayı örneklerinin renk değerleri incelendiğinde L^* değeri en yüksek (25,36) olan ve diğer örneklerden daha parlak renge sahip örnek KC₁ (25,36) iken, L^* değeri en düşük olan ve nispeten parlaklığı daha az olan örneğin ise KC₃ (20,94) olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda, 20 kişi kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilen Kombu çayı örneklerinin duyu analizi sonucuna göre; renk, berraklık ve koku kriterlerinde en yüksek puanı alan örnek KC₁ (7,05; 6,9; 5,9); tat ve ekşilik kriterlerinden sırası ile en yüksek puan alan örnekler ise KC₂ (4,90; 4,85) ve KC₃ (4,90; 4,65) olmuştur. Genel beğeni durumu incelendiğinde ise, en yüksek puanları alan örnek kapari tomurcuğu ve yeşil çay fermentasyonu ile elde edilen KC₃ (5,60) örneği olmuştur. KC₁ örneği panelistlerin damak tadına daha yakın gelmesine rağmen, antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen içeriğinin daha yüksek olarak belirlenmesi ve yeni bir fonksiyonel ürün olması KC₃ örneğinin tercih edilme sebebi olarak görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilere bakıldığında Kombu çayının farklı substratlar ile üretilebileceği ve üretilen Kombu çaylarının fenolik bileşiklerce zengin, daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip ürünler olabileceği belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan kapari tomurcuğunun SCOBY ile fermente edilmesi sonucu elde edilen ürünün (KC₂) ve yeşil çay ile birlikte kullanılan kapari tomurcuğundan elde edilen Kombu çayının (KC₃) biyoaktivitesi yüksek ve sağlık açısından fonksiyonel bir ürün olduğu saptanmıştır. Kapari bitkisinin fenolik bileşiklerce zengin, antioksidan aktivitesi yüksek bir gıda ürünü olduğu ve fermentasyona (SCOBY) uğratılması ile antioksidan özelliğinin arttığı belirlenmiştir. Kapari ve yeşil çay kombinasyonunun uygulandığı Kombu çayının (KC₃) bütün örneklerden ve kapariden daha yüksek toplam fenolik içerik ve antioksidan

kapasiteye sahip olduğu, uygulanan yöntemlerin (ABTS, CUPRAC, DPPH) genel itibariyle paralel sonuçlar verdiği gözlemlenmiş fakat farklı substratlarla hazırlanan Kombu çaylarına çeşitli toksisite analizlerinin yapılması ve bu çayların sağlık açısından zararlı etkilerinin de araştırılması gereken bir konu olduğu düşünölmüştür.



KAYNAKLAR

- Abdul, Ameer, A.A. 2016.** Assessment of the antioxidant properties of the caper fruit (*Capparis spinosa* L.) from Bahrain. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*,19:1-7.
- Aksay, Ö. 2019.** Farklı Fermantasyon Yöntemlerinin Kaparilerdeki (*Capparis spinosa*) Biyoaktif Bileşenler Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ATÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Akan, H., Eker, İ., Aslan, M., 2004.** Kapari (Keber) Bitkisinin GAP Bölgesindeki İhracatı ve Son Popülasyon Durumu, XVII. Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran, Adana.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010.** Bitkisel Ürünlerin ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Anken, R.H., Kappel, T. 1992.** Histochemical and Anatomical Observations Upon the Tea Fungus. *European Archives Of Biology (Liège)*, 103(4): 219-222.
- AOAC 1990.** Official Methods of Analysis. Maryland, USA: Association of Official Analytical, Chemists International.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, E.S., Bektaşoğlu, B., Berker, I.K., Özyurt, D. 2007.** Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, S. E. 2008.** Mechanism of Antioxidant Capacity Assays and the CUPRAC (Cupric İon Reducing Antioxidant Capacity) Assay. *Microchimica Acta*, 160: 413-419.
- Arslan, D. 2004.** Kapari (*Caparis Ovata* var. *Canescens*) Çiçek Tomurcuklarının Kontrollü Şartlarda Salamura Ürüne İşlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Ardağ, A. 2008.** Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açıdan Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, ADÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- Argun, M.E. 2012.** Kapari (*Capparis Ovata* Desf. var. *Canescens*) Çiçek Tomurcuklarının Fermentasyonu Üzerine Bazı Baharat Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Arıkan, M. 2018. Kombucha'daki (Çay Mantarı) Mikrobiyal Kompozisyonun Biyoinformatik Analizi. *Doktora Tezi*, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.

Avcı, N. 2006. Mikrodalga Teknolojisi ile Üretilen Yeşil ve Siyah Çaylarda Toplam Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Madde Miktarlarının İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Battikh, H., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2012. Antimicrobial Effect of Kombucha Analogue. *LWT - Food Science and Technology*, 47: 71-77.

Battikh, H., Deghrigue, M., Chriaa, J., Abid, K., Bakhrouf, A. 2013. Antiproliferative and Antimicrobial Activities of Kombucha Tea. *Academic Journal*, 7: 3466–3470.

Benito, P., Miller, D. 1998. Iron Absorption and Bioavailability: An Updated Review. *Nutrition Research*, 18(3): 581-603.

Belviranlı, B. 2008. Kontrollü Şartlarda Kapari (*Capparis Ovata* Desf. var. *Canescens* (Coss.)) Meyvelerinin Salamura Ürüne İşlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Bhoyar, M.S., Mishra, G.P., Naik, P.K., Srivastava, R.B. 2011. Estimation of Antioxidant Activity and Total Phenolics Among Natural Populations of Caper ('*Capparis spinosa*') Leaves Collected from Cold Arid Desert of Trans-Himalayas. *Australian Journal of Crop Science*, 5(7): 912-919.

Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Bohn, T. 2012. Bioaccessible and Dialysable Polyphenols in Selected Apple Varieties Following in Vitro Digestion vs. Their Native Patterns. *Food Chemistry*, 131: 1466-1472.

Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., Andrikopoulos, N.K. 2006. Antioxidant Capacity and Phenolic Profile of Table Olives from the Greek Market. *Food Chemistry*, 94: 558-564.

Canatan, D. 2013. Kapari ile Yapılmış Bilimsel Çalışmalar. *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı*, 1(6): 60-67.

Cardoso, R.R., Neto, R.O., D'Almeida, C.T., Nascimento, T.P., Pressete, C.G., Azevedo, L., Martino, H.S.D., Cameron, L.C., Ferreira, M.S.L., Barros, F.A.R. 2020. Kombuchas from Green and Black Teas Have Different Phenolic Profile, Which Impacts Their Antioxidant Capacities, Antibacterial and Antiproliferative Activities. *Food Research International*, 128: 1-10.

Carlioni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Customu, C., Kay A., Damiani, E. 2013. Antioxidant Activity of White, Green and Black Tea Obtained from the Same Tea Cultivar. *Food Research International*, 53: 900–908.

Četojević-Simin, D.D., Velićanski A.S., Cvetković D.D., Markov, L.S., Mrđanović J. Ž., Bogdanović, V.V., Šolajić, S.V. 2012. Bioactivity of Lemon Balm Kombucha. *Food Bioprocess Technology*, 5: 1756-1765.

Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. In ‘Gıda Analizleri’ (Food Analysis), Ankara, 45-128.

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.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Chew, Y.L. 2007. Antioxidant Activity of *Camellia sinensis* Leaves and Tea from a Lowland Plantation in Malaysia. *Food Chemistry*, 102: 1214-1222.

Chu, S., Chen, C. 2006. Effects of Origins and Fermentation Time on the Antioxidant Activities of Kombucha. *Food Chemistry*, 98: 502–507.

Çınar, S.B. 2013. Kapari (*Capparis ovata* Desf.) Tohumunda Bazı Uygulamaların Çimlenme Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.

Çil, Y.M., Şat İ.G. 2013. Yeni Bir Tarımsal Ürün: Kapari (*Capparis* spp.). *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 63-66.

De Mejia, E.G., Raminez-Mares, M.V., Puangpraphant, S. 2009. Bioactive Components of Tea: Cancer, Inflammation and Behavior. *Brain, Behavior, and Immunity*, 23: 721–731.

Değirmencioğlu, N., Yıldız, E., Şahan, Y., Güldaş, M., Gürbüz, O. 2019. Fermentasyon Süresinin Kombu Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda Dergisi*, 17(2): 200-211.

Derk, C.T., Sandorfi, N., Curtis, M.T., 2004. A Case of Anti-Jo1 Myositis with Pleural Effusions and Pericardial Tamponade Developing After Exposure to A Fermented Kombucha Beverage. *Clin Rheumatol*, 23: 355-357.

Dufresne, C., Farnworth, E., 2000. Tea, Kombucha, and Health: A Review. *Food Research International*, 33: 409-421.

Duman, E. 2012. Türkiye’de Farklı Lokasyonlardan Toplanan Kapari Tohumlarının Yağ Kalitesi ve Yemeklik Yağ Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Durmuş, M., Kızılkaya, R. 2016. Kombu Çayı (Kombucha) ve Kombu Çayı Üretim Artığı Karışık Mikroorganizma Kültürünün Buğday Bitkisinin Verimi ile Topraklarının Dehidrogenaz ve Katalaz Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2): 76-82.

El-Taher, E.M. 2011. Kombucha: A New Microbial Phenomenon and Industrial Benefits, *African Journal of Biological Sciences*, 7: 41-60.

Elmas, C., Gezer, C. 2019. Çay Bitkisinin (*Camellia sinensis*) Bileşimi ve Sağlık Etkisi. *Akademik Gıda*, 17(3): 417-428.

Ernst, E. 2003. Kombucha: A Systematic Review of the Clinical Evidence. *Research in Complementary and Classical Natural Medicine*, 10: 85-87.

Essawet, N.A., Cvetkovic, D., Velicanski, A., Canadanovic-Brunet, J., Vulic, J., Maksimovic, V., Markov, S. 2015. Polyphenols and antioxidant activities of Kombucha beverage enriched with Coffeberry extract. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 21(3), 399-409.

Falade, O.S., Adekunle, A.S., Aderogba, M.A., Atanda, S.O., Harwood, C., Adewusi, S. R. 2008. Physicochemical properties, total phenol and tocopherol of some Acacia seed oils, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 263-268.

Farhad, M, Kailasapathy, K., Tamang, PJ. 2010. Health Aspects of Fermented Foods. In: *Fermented Foods and Beverages of the World*, Tamang JP, Kailasapathy K (ed), CRC Press Newyork, United States of America, 391-414.

Ferrara, L., Montesano, D., Senatore, A., 2001. The Distribution of Minerals and Flavonoids in the Tea Plant (*Camellia sinensis*). *Farmaco*, 56(5-7): 397-401.

Gökpınar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., 2006. Algal Antioksidanlar. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23: 85-89.

Gramza, A., Korczak, J. 2005. Tea Constituents (*Camellia sinensis* L.) as Antioxidants in Lipid Systems. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 351-358.

Greenwalt, C.J., Ledford, R. A., Steinkraus, K. 1998. Determination and Characterization of the Antimicrobial Activity of the Fermented Tea Kombucha. *LWT-Food Science Technology*, 31(3): 291-296.

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), 976-981.

Güldane, M., Bayram, M., Topuz, S., Kaya, C., Gök, H.B., Bülbül, M., Koç, M. 2017. Beyaz, Siyah ve Yeşil Çay Kullanılarak Üretilen Kombuchaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 46-56.

Gümüşburun, S.A. 2017. Kombucha Simbiyosizindeki Mikroorganizmalardan Selülaz Enzimi İzolasyonu ve Karakterizasyonu. *Doktora Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep.

Hanay, N. 2011. Farklı Ekstraksiyon Süre ve Sıcaklıklarının Çaydan Deme Geçen Fenolik ve Alkoloid Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.

Hilmi, A., Dupont, M., Belgsir, E.M., Leger, J.M., Lamy, C., 1994. Electrocatalytic Oxidation of Aliphatic Diols in Acid Medium: III. Structural Effects During The Oxidation of 2,3-Butanediol Stereoisomers at Platinum Single Crystal Electrodes. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 376(1-2): 161-166.

Huang D., Ou B., Prior R.L., 2005. The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 53: 4303-4310.

Hudson, T. 2007. Green Tea and Women's Health. *Alternative & Complementary Therapies*, 13(5): 269-72.

Hutkins, R.W. 2008. Microbiology and Technology of Fermented Foods. Iowa, USA, 457.

İleri-Büyükoğlu, T., Taşçı, F., Şahindokuyucu, F. 2010. Kombucha ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(1): 69-76.

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: 227-234.

Jayabalan, R., Malbaşa, R.V., Loncar, E.S., Vitas, J.S., Sathishkumar, M. 2014. A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13: 538-550.

Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10): 3967-3973.

Kaçar, B. 2010. Çay-Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrenmesi, İşleme Teknolojisi. Ankara, 356.

Kan, Y. ve Arslan, N., 2002. Konya'da Doğal Olarak Yetişen Kapari (*Capparis Ovata* Desf. var. *Canescens* (Coss.) Heywood)'de Bazı Fenolojik ve Morfolojik Özellikler Üzerine Bir Araştırma, 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs, Eskişehir.

Kapp, J.M., MPH, PhD, Face, Sumner, W., MD. 2019. Kombucha: A Systematic Review of the Empirical Evidence of Human Health Benefit. *Annals of Epidemiology*, 30: 66-70.

Kara, A. 2012. Türkiye’de Yetişen Kapari (*Capparis* spp.) Bitkisinde Genetik Çeşitliliğin Moleküler İşaretleyicilerle Karakterizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Çorum.

Karadeniz, F., Ekşi, A. 2002. Sugar Composition of Apple Juices. *European Food Research and Technology*, 215:145-148.

Karori, S.M., Wachira, F.N., Wanyoko, J.K., Ngure, R.M. 2007. Antioxidant Capacity of Different Types of Tea Products. *African Journal of Biotechnology*, 6(19): 2287-2296.

Kayış, P.G. 2008. Organik ve Konvansiyonel Kapari Çeşitlerinin Farklı Salamura Ortamlarındaki Besin Değerleri. *Yüksek Lisans tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.

Kavitha, R., Abdelrahman, R. 2012. The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet. *Food Research International*, (1): 16-20.

Keleş, 2015. Antosiyanin Pigmentlerin Biyokimyası ve Analizi. *Türk Bilimsel Derleme Dergisi*, 8(1): 19-25.

Khokhar, S., Magnusdottir, S.G.M. 2002. Total Phenol, Catechin and Caffeine Contents of Teas Commonly Consumed in the United Kingdom. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3): 565-570.

Koca N., Karadeniz F. 2005. Gıdalardaki Doğal Antioksidan Bileşikler. *Gıda Dergisi*, 30(4): 229-236.

Kubilay, Z. 2014. Karpuz (*Citrullus vulgaris*) ve Kavun (*Cucumis melo*) Meyve Sularının Kombucha Mantarıyla Fermantasyon Ürünlerinin Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep.

Kuşçu, A., Yıldırım, N. 2018. Acılığı Giderilmiş Kappariden (*Capparis* spp.) Geleneksel ve Vakum Yöntemleriyle Üretilen Reçellerin Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 881-886.

Kutluer, F. 2009. Kombucha Mantarının Kültürel Özellikleri ve Şeker Redüksiyonunun İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, KKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale.

Leal, J.M., Suárez, L.V., Jayabalan, R., Oros, J.H., Escalante-Aburto, A. 2018. A Review on Health Benefits of Kombucha Nutritional Compounds and Metabolites. *CYTA -Journal of Food*, 16(1): 390-399.

Lee, B.L., Ong, C.N. 2000. Comparative Analysis of Tea Catechins and Theaflavins by High-Performance Liquid Chromatography and Capillary Electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 881(1-2): 439-447.

- Lee, J., Durst, R.W., Wrolstad, R.E. 2005.** Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal Of AOAC International*, 88(5): 1270-1278.
- Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., Lin, J.K. 2003.** Factors Affecting the Levels of Tea Polyphenols and Caffeine in Tea Leaves. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 51: 1864-1873.
- Liu, C.H., Hsu, W.H., Lee, F.L., Liao, C.C. 1996.** The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation. *Food Microbiology*, 13, 407-415.
- Loncar, E.S., Petrovic, S.E., Malbasa, R.V., Verac, R.M., 2000.** Biosynthesis of glucuronic acid by means of tea fungus. *Food Nahrung*, 44: 138-139.
- Luczaj, W., Skrzydlewska, E., 2005.** Antioxidative Properties of Black Tea. *Preventive Medicine*, 40: 910-918.
- Malbasa, R.V., Maksimovic, M.Z., Loncar, E.S., Brankovic, T.I., 2004.** The Influence of Starter Cultures on the Content of Vitamin B₂ in Tea Fungus Beverages. *CEJOEM*, 10(1): 79-83.
- Malbasa, R.V., Loncar, E.S., Vitas, J.S., Canadanovic-Brunet, J.M., 2011.** Influence of Starter Cultures on the Antioxidant Activity of Kombucha Beverage. *Food Chemistry*, 127: 1727-1731.
- Matthaus, B., Özcan, M. 2005.** Glucosinolate and Fatty Acid, Sterol, and Tocopherol Composition of Seed Oils from *Capparis Spinosa* var *Spinosa* and *Capparis Ovata* Desf. var. *Canescens* (Coss.) Heywood. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 53: 7136-7141.
- Mello, L.D., Alves, A.A., Macedo, D.V., Kubota, L.T., 2005.** Peroxidase-Based Biosensor as A Tool For A Fast Evaluation of Antioxidant Capacity of Tea. *Food Chemistry*, 92: 515-519.
- Nadaroğlu, H., Demir Y., Demir, N. 2008.** Kapari (*Capparis spinosa*) Bitkisinin Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. 2005.** Antioxidative Activities of Water and Ethanol Extract from Field Horsetail (Tsukushi) *Equisetum Arvense* L. *Food Chemistry*, 91(3): 389-394.
- Nelson, B.C., Thomas, J.B., Wise, S.A. , Dalluge, J.J., 1998.** The Separation of Green Tea Catechins by Micellar Electrokinetic Chromatography. *J.Microcolumn Separations*, 10(8): 671-679.

Ofluoğlu, P. 2019. Türkiye’de Farklı Yörelere Yetiştirilen Yaş Çay Yapraklarından Yeşil Çay Üretimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, ATÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Öngün, A. 2013. Farklı Dozlarda Kapari (*Capparis Ovata* Desf.) Uygulamasının Sazan (*Cyprinus Carpio* L.) Balıklarında Hipotalamo-Hipofiz-İnterrenal Aks Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ASÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Aksaray.

Öncü, T. 2016. Türkiye’de Yetişen Kapari Bitkisinin Kuersetin ve Rutin İçeriğinin Kromatografik ve Spektroskopik Yöntemler ile Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Özcan, M., 1996. Kapari (*Capparis* spp.) Çiçek Tomurcuklarının Bileşimi ve Salmura Ürüne İşlenmesi. *Doktora tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Demir, F. 2004. Some Physico-Mechanic and Chemical Properties of Capers (*Capparis Ovata* Desf. var. *Canescens* (Coss.) Heywood) Flower Buds. *Journal of Food Engineering*, 65: 151-155.

Özdemir, A., Tutuş, A., Çiçekler, M. 2018. Kaparinin (*Capparis spinosa*) Orman Ürünleri Endüstrisinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Uluslararası Artvin Sempozyumu, 18-20 Ekim, Artvin.

Özgün-Acar, Ö., Çelik-Turgut, G., Gazioğlu, I., Kolak, U., Özbal, S., Ergur, B.U., Arslan, S., Şen, A., Topçu, G. 2016. *Capparis ovata* Treatment Suppresses Inflammatory Cytokine Expression and Ameliorates Experimental Allergic Encephalomyelitis Model of Multiple Sclerosis in C57BL/6 Mice. *Journal of Neuroimmunology*, 298: 106-116.

Pereira, V.P., Knor, F.J., Velloso, J.C.R., Beltrame, F.L. 2014. Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Green, Black and White Teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, *Theaceae*. *Revista Brasileira De Plantas Medicinai*s, 16(3): 490-498.

Quiao-Won, M.E., Teves, F.G. 2018. Characteristics of Kombucha Fermentation from Different Substrates and Cytotoxicity of Tea Broth. *Sustainable Food Production*, 4(1): 11-19.

Rasheed, A., Haider, M. 1998. Antibacterial Activity of *Camellia sinensis* Extracts Against Dental Caries. *Archives of Pharmacal Research*; 21: 348-352.

Ravichandran, K., Ahmed, A.R., Knorr, D., Smetanska, I. 2012. The Effect of Different Processing Methods on Phenolic Acid Content and Antioxidant Activity of Red Beet. *Food Research International*, 48(1): 16-20.

Romeo, V., Ziino, M., Giuffrida, D., Condurso, C., Verzera, A., 2007. Flavour Profile of Capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC– MS, *Food Chemistry*, 1011: 1272-1278.

Sayılır, A., Özzambak, E., Özen, Ş., Eşiyok, D. 2007. Kapari Türlerinin (*Capparis* L.) Tohumla ve Doku Kültürü ile Çoğaltılması Üzerine Araştırmalar. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 71-80.

Serteser, A. ve Gök, V. 2003. Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, Ankara.

Sessiz, A., Esgici, R., Kızıl, S., 2007. Moisture Dependent Physical Properties of Caper (*Capparis* spp.) Fruit. *Journal of Food Engineering*, 79: 1426-1431.

Sesal, N.C. 1998. Kombu Mantarı ve Ekstresinin Fibrinolitik Sistem ve Antibakteriyal Etkisinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., Yehoshua, Y. 2013. “Natural Antioxidants: Function and Sources.” *Food and Nutrition Sciences*, 4(6): 643-649.

Shenoy, C. 2000. “Hypoglycemic Activity of Bio-Tea in Mice.” *Indian Journal of Experimental Biology*, 38 (3): 278-279.

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., SchulerSchmid, 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.

Sinir Özcan, G., Tamer, C.E., Suna, S. 2019. Kombucha Tea: A Promising Fermented Functional Beverage. *The Science of Beverages*, 5: 401-432.

Söyler, D., Arslan, N., 2000. Kebere (*Capparis spinosa* L.) Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Büyüme Düzenleyici Maddelerin Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 595-600.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., Knol, W. 2000. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2589-2594.

Steptoe, A., E.L. Gibson, R., Vounonvirta, E.D., Williams ve ark. 2007. The Effect of Tea on Psychophysiological Stress Responsivity and Post-Stress Recovery; A Randomised Doubleblind Trial. *Phychopharmacology*, 190: 81-89.

Stewart, A.J., Mullen, W., Crozier, A., 2005. On-line high-performance liquid chromatography analysis of the antioxidant activity of phenolic compounds in green and black tea. *Mol. Nutr. Food Research* :49, 52-60.

Sumbal, G.A., Shar, Z.H., Sherazi, S.T.H., Sirajuddin, Nizamani, S.M., Mahesar, S.A. 2016. Decontamination of Poultry Feed from Ochratoxin A by UV and Sunlight Radiations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2668-2673.

SungHee Kole, A., Jones, H.D., Christensen, R., Gladstein, J., 2009. A Case of Kombucha Tea Toxicity. *Journal of Intensive Care Medicine*, 24(3): 205-207.

Suteerapataranon, S., Butsoongnern, J., Pantiwa, P., Jorpalit, W., Thanomsilp, C. 2009. Caffeine in Chiang Rai Tea Infusions: Effects of Tea Variety, Type, Leaf form and Infusion Conditions, Thailand. *Food Chemistry*, 114 (1): 1335-1338.

Söyler, D., Arslan, N., 2004. Kebere (*Capparis ovata* Desf.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Farklı Ön Uygulamalar, Sıcaklık ve Işıklanmanın Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2): 127-132.

Tamang, J.P., Kailasapathy, K. 2010. Fermented Foods and Beverages of the World. Boca Raton, 460.

Tan, J., Engelhardt, U.H., Lin, Z., Kaiser, N., Maiwald, B. 2017. Flavonoids, phenolic acids, alkaloids and theanine in different types of authentic Chinese white tea samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, 8-15.

Tarhan, K. 2017. Kombu Çayı Üretiminde Farklı Substrat Kaynaklarının Kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya.

Teoh, A. L., Heardb, G., Cox, J. 2004. Yeast Ecology of Kombucha Fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 95: 119-126.

Tesoriere, L., Butera, D., Gentile C., Livrea M. A., 2007. Bioactive Components of Caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and Antioxidant Effects in A Red Meat Simulated Gastric Digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (21): 8465-8471.

Tlili, N., Nasri, N., Saadaoui, E., Khaldi, A., Triki, S., 2009. Carotenoid and Tocopherol Composition of Leaves, Buds and Flowers of *Capparis spinosa* Grown Wild in Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (12): 5381-5385.

Tlili, N., Khaldi, A., Triki, S., Munne-Bosch, S., 2010. Phenolic Compounds and Vitamin Antioxidants of Caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods and Human Nutrition*, 65: 260-265.

Vitali, D., Dragojevic, I.V., Šebecic, B. 2009. Effects of Incorporation of Integral Raw Materials and Dietary Fibre on The Selected Nutritional and Functional Properties of Biscuits. *Food Chemistry*. 114: 1462-1469.

Vohra, B., Fazry, S., Sairi, F., Othman, B. A. 2019. Effects of medium variation and fermentation time towards the pH level and ethanol content of Kombucha. *In AIP Conference Proceeding*, 2111 (1): 040008.

Wang, H., Provan, G.J., Helliwell, K., 2000. Tea Flavonoids: Their Functions, Utilisation and Analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 152-160.

Wang, Y., Ji, B., Wu, W., Wang, R., Yang, Z., Zhang, D., Tian, W. 2013. Hepatoprotective Effects of Kombucha Tea: Identification of Functional Strains and Quantification of Functional Components. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(2): 265-272.

Watawana, M.I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C.B., Waisundara, V.Y. 2015. Health, Wellness and Safety Aspects of the Consumption of Kombucha. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*, 1: 1-11.

Weiss, D.J., Anderton, C.R., 2003. Determination of Catechins in Matcha Green Tea by Micellar Electrokinetic Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1011: 173-180.

Yang, Z., Ji, B., Zhou, F., Li, B., Luo, Y., Yang, L., Li, T. 2008. Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in highcholesterol fed mice. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 89 (1): 150156.

Yemiş, O. 2008. Kapari (*Capparis* spp.) Acılık Bileşenleri ve Flavonoidlerin Proses Sırasındaki Değişimi. *Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Yerlikaya, O. 2008. Kaparili Beyaz Peynir Üretimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.

Yoshida, Y., Kiso, M., Goto, T. 1999. Efficiency of the Extraction of Catechins from Green Tea. *Food Chemistry*, 67: 429-433.

Zohary, M., 1960. The species of *Capparis* in the mediterranean and the near eastern countries. *Bulletin Research Council of Israel*, 80: 49-65.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nihan GİRİTLİOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : İSTANBUL/ 01.01.1995
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Namık Kemal Lisesi
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :SMC Yemek Sanayi-Vardiya Şefi (17.09.2018-30.06.2019)

Aroma Bursa Meyve Suları ve Gıda Sanayii A.Ş-Stajyer
(24.07.2017-11.08.2017)

Continental Confectionery Company-Stajyer (03.07.2017-21.07.2017)

Kaan Gıda Sanayi ve İnşaat Ticaret A.Ş-Stajyer
(11.07.2016-27.07.2016)

İletişim (e-posta) : nihangiritlioglu@gmail.com