

KARAYEMİŞ (Prunus laurocerasus), SİYAH HAVUÇ (Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.), GÜVEM (Prunus spinosa) VE AHUDUDU (Rubus idaeus) KULLANILARAK ÜRETİLEN KOMBUCHA ÇAYLARININ ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİ

ABUBEKİR ULUSOY



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAYEMİŞ (*Prunus laurocerasus*), SİYAH HAVUÇ (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*), GÜVEM (*Prunus spinosa*) VE AHUDUDU (*Rubus idaeus*) KULLANILARAK ÜRETİLEN KOMBUCHA ÇAYLARININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİNİN ARAŞTIRILMASI VE ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİ

ABUBEKİR ULUSOY
ORCID 0000-0002-6550-9540

Doç. Dr. Canan Ece TAMER
(Danışman)
ORCID 000-0003-0441-1707

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Abubekir ULUSOY tarafından hazırlanan “KARAYEMİŞ (*Prunus laurocerasus*), SİYAH HAVUÇ (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*), GÜVEM (*Prunus spinosa*) VE AHUDUDU (*Rubus idaeus*) KULLANILARAK ÜRETİLEN KOMBUCHA ÇAYLARININ ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Canan Ece TAMER

Başkan : Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Orcid No: 0000-0002-1951-7937


İmza

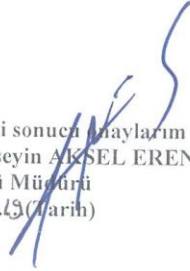
Üye : Doç. Dr. Canan Ece T AMER
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Orcid No: 0000-0003-0441-1707


İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Elif SAVAŞ
B.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Orcid No:0000-0002-4878-0013


İmza

Yukarıdaki sonuç onaylarım
Prof. Dr. Hüseyin AKSEL EREN
Enstitü Müdürü
22/03/23 (Tarih)



B.U.Ü. 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 yararlanması 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.**

09 / 09 / 2019

Abubekir ULUSOY



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARAYEMİŞ (*Prunus laurocerasus*), SİYAH HAVUÇ (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*), GÜVEM (*Prunus spinosa*) VE AHUDUDU (*Rubus idaeus*) KULLANILARAK ÜRETİLEN KOMBUCHA ÇAYLARININ ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ANTOSİYANİN MİKTARININ BELİRLENMESİ

ABUBEKİR ULUSOY

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Canan Ece TAMER

Kombucha çayı genellikle şekerli siyah veya yeşil çayın fermentasyonu ile hazırlanmaktadır. Çayın yanı sıra kekik, nane, adaçayı, tarçın, ıhlamur ve limon gibi diğer bitkiler kullanılarak da kombucha üretimi mümkündür. Bu çalışmada, farklı hammaddelerin kullanımının kombucha içeceğinin bileşimi ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yeşil çaya ön deneme sonuçlarına göre belirlenen oranlarda, siyah havuç suyu konsantresi, karayemiş, güvem ve ahududu meyveleri eklenmiş, 40 saat süren fermentasyonun ardından ürünler 4°C'de 12 gün boyunca depolanmıştır. Fermentasyon ve depolama sırasında örneklerde; toplam asitlik, pH, brix, renk, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve toplam monomerik antosiyanin analizleri ve duyuşal analiz gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, kombucha fermentasyonu için yeşil çay ile birlikte substrat olarak farklı hammaddelerin kullanımının, içeceğin besin değeri yanısıra, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerine katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan Kapasite, Antosiyanin, Fermentasyon, Kombucha

2019, viii + 57 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ANTHOCYANIN CONTENT OF KOMBUCHA TEAS PRODUCED BY USING CHERRY LAUREL (*Prunus laurocerasus*), BLACK CARROT (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*), BLACKTHORN (*Prunus spinosa*) AND RASPBERRY (*Rubus idaeus*)

ABUBEKİR ULUSOY

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

Supervisor: Doç. Dr. Canan Ece TAMER

Kombucha is a traditional refreshing beverage usually prepared by fermentation of sweetened black or green tea. Besides tea, thyme, mint, sage, cinnamon, lime and other plants such as lemon production is possible. In this study, it was aimed to investigate the effects of different raw materials usage on composition and sensory properties of kombucha beverage. For this aim, cherry laurel, raspberry, blackthorn fruits and black carrot juice concentrate were added to green tea infusion according to preliminary test results. After 40 hours of fermentation at $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, beverages were stored at 4°C for 12 days. During fermentation and storage; total acidity, pH, brix, colour, total phenolic matter content, antioxidant capacity and total monomeric anthocyanin content of the samples were analyzed. The results demonstrated that using different raw materials together with green tea for fermentation contributed nutritional value, functional and sensory properties of the kombucha beverage

Key words: Antioxidant Capacity, Anthocyanin, Fermentation, Kombucha Beverage

2019, viii + 57 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ülkemizde kombucha çayı pek fazla bilinmemekte, konu ile ilgili bilimsel çalışmaların sınırlı oluşu dikkat çekmektedir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda; kombucha çayının genellikle siyah çay ve yeşilçay kullanılarak üretildiği gözlenmiştir. Bu çalışmada ise antosiyanin içeriği yüksek gıdalardan siyah havuç konsantresi, karayemiş, güvem ve ahududu olmak üzere farklı materyaller yeşilçay infüzyonu ile karıştırılarak farklı kombucha içecekleri geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan farklı meyve-sebze kaynaklarının kullanımı çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Elde edilen kombucha içeceklerinde; briks, pH, toplam asitlik, renk, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasite, monomerik antosiyanin miktarını belirlemeye yönelik analizlerin yanısıra duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu araştırma sonucunda kombucha çayının farklı substrat çeşitleri ile farklı üretim seçeneklerinin oluşturulması, kombucha lezzetinin farklı substratların kullanımı ile geliştirilerek daha geniş kitlelerin beğenisinin kazandırılması, antosiyaninlerce zengin ve antioksidan kapasitesi yüksek fonksiyonel içeceklerin geliştirilme potansiyelinin ortaya konulmasına çalışılmıştır. Ayrıca, kombucha ile ilgilenen araştırmacılar ve üreticiler tarafından da yararlanılacak bir kaynak oluşturulması hedeflenmiştir.

Çalışmalarım süresince, her zaman büyük destek ve yakın ilgisini gördüğüm, bilgi ve birikimlerini paylaşan, görüş ve yönlendirmelerini eksik etmeyen değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Canan Ece TAMER'e ve beni yetiştiren, bir ailenin yapabileceği fedakarlıkların kat ve kat fazlasını yapan, desteklerini esirgemeyen ve bana olan sevgi ve inançlarını her zaman gösteren aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında benden yardımını esirgemeyen ve her zaman destek olan Bursa Uludağ Üniversitesi'nin değerli öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine ve değerli arkadaşım Gıda Mühendisi Tuğçe Halil'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET..... | İ |
| ABSTRACT..... | İİ |
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR..... | İİİ |
| SİMGELER KISALTMALAR..... | V |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | Vİİ |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | Vİİİ |
| 1.GİRİŞ..... | 1 |
| 2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 4 |
| 2.1.Kombucha..... | 4 |
| 2.2.Yeşilçay (<i>Camellia sinensis</i>)..... | 6 |
| 2.3.Karayemiş (<i>Prunus laurocerasus</i>)..... | 7 |
| 2.4. Siyah Havuç (<i>Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.</i>)..... | 9 |
| 2.5. Ahududu (<i>Rubus ideaus</i>)..... | 11 |
| 2.6. Güvem (<i>Prunus spinosa</i>)..... | 13 |
| 2.7. Antioksidanlar..... | 13 |
| 2.8. Antosiyaninler..... | 14 |
| 3.MATERYAL VE YÖNTEM..... | 18 |
| 3.1.Materyal..... | 18 |
| 3.2.Yöntem..... | 18 |
| 3.3 Analiz Yöntemleri..... | 23 |
| 3.3.1. Suda Çözünür Kuru Madde (Brix) Tayini..... | 24 |
| 3.3.2. pH Tayini..... | 24 |
| 3.3.3 Toplam Asitlik Tayini..... | 24 |
| 3.3.4. Renk tayini (L*,a*,b*, hue, chroma)..... | 24 |
| 3.3.5.Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini..... | 25 |
| 3.3.6.Antioksidan Aktivite Tayini..... | 25 |
| 3.3.7.Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini..... | 27 |
| 3.3.8.Duyusal Değerlendirme..... | 28 |
| 3.3.9. İstatiksel Analiz..... | 29 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 30 |
| 4.1.Toplam Asitlik, pH ve Briks..... | 30 |
| 4.2. Renk..... | 33 |
| 4.3.Biyoaktif Bileşim..... | 34 |
| 4.4.Duyusal Değerlendirme..... | 42 |
| 5.SONUÇ..... | 45 |
| KAYNAKLAR..... | 47 |
| EKLER..... | 47 |
| EK.1. Toplam fenolik madde analizinde kullanılan standart kurve..... | 55 |
| EK.2. DPPH analizinde kullanılan standart kurve..... | 55 |
| EK.3.FRAP analizinde kullanılan standart kurve..... | 56 |
| EK.4. CUPRAC analizinde kullanılan standart kurve..... | 56 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 57 |

SİMGELER KISALTMALAR

| Simgeler | Açıklama |
|--|--------------------------|
| °C | Santigrad Derece |
| As | Arsenik |
| Ba | Baryum |
| C | Karbon |
| Ca | Kalsiyum |
| CCl ₄ | Karbontetraklorür |
| CO ₂ | Karbondioksit |
| Cu | Bakır |
| Fe | Demir |
| Ga | Galyum |
| H | Hidrojen |
| H ₂ O | Su |
| HCL | Hidroklorik asit |
| K | Potasyum |
| KCl | Potasyum klorür |
| Mg | Magnezyum |
| Mn | Mangan |
| Na | Sodyum |
| Na ₂ CO ₃ | Sodyumkarbonat |
| NaC ₂ H ₃ O ₂ | Sodyumasetat |
| NO | Nitrik oksit |
| O | Oksijen |
| OH | Hidroksil |
| P | Fosfor |
| Pb | Kurşun |
| pH | Asitlik- bazlık derecesi |
| Zn | Çinko |

Kısaltmalar

| | |
|------------|--|
| ANOVA | Varyans Analizi |
| CUPRAC | Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity |
| Dk | Dakika |
| DNA | Deoksiribo Nükleik asit |
| DPPH | 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl |
| EC | Epikateşin |
| ECG | Epikateşin Gallate |
| ECGG | Epigallokateşin Gallate |
| EGC | Epigallokateşin |
| FC | Folin-Ciocalteu |
| FCR | Folin-Ciocalteu Reaktifi |
| FRAP | Ferric Reducing Antioxidant Power |
| g | Gram |
| Kcal | Kilokalori |
| KEM | Kyoto Electronics Manufacturing |
| L | Litre |
| LDH | Laktat dehidrogenaz |
| LSD | En Küçük Kare Farkı |
| m | Metre |
| M | Molar |
| MDA | Malondialdehit |
| mg GAE | Miligram Gallik Asit Eşdeğeri |
| mL | Mililitre |
| mm | Milimetre |
| mM | Milimolar |
| MÖ | Milattan Önce |
| MS | Milattan Sonra |
| N | Normalite |
| nm | Nanometre |
| ppm | Milyon Başına Parça (Parts per million) |
| s | Saniye |
| SAS | Statistical Analysis Software |
| Sf | Seyreltme Faktörü |
| <i>sp.</i> | Species |
| SS | Standart Sapma |
| t.s.ç.k | Toplam Suda Çözünür Kuru Madde |
| TAC | Total Antioxidant Capacity |
| TCE | Trikloroetilen |
| vb. | ve benzeri |
| yy | Yüzyıl |
| µL | Mikrolitre |
| µm | Mikrometre |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 2.1. Antosiyaninlerin genel yapısı..... | 15 |
| Şekil 3.1. Kombucha çayı (kontrol) üretimine ait akış diyagramı..... | 19 |
| Şekil 3.2. Karayemiş (<i>Prunus laurocerasus</i>) ilaveli kombucha çayı üretimine ait akış diyagramı..... | 20 |
| Şekil 3.3. Siyah havuç (<i>Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.</i>) suyu konsantresi ilaveli kombucha içeceği üretimine ait akış diyagramı..... | 21 |
| Şekil 3.4. Ahududu (<i>Rubus idaeus</i>) ilaveli kombucha çayı üretimine ait akış diyagramı..... | 22 |
| Şekil 3.5. Güvem (<i>Prunus spinosa</i>) ilaveli kombucha içeceği üretimine ait akış diyagramı..... | 23 |
| Şekil 4.1. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca toplam asitliğin değişimi..... | 31 |
| Şekil 4.2. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca pH değişimi..... | 32 |
| Şekil 4.3. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca briks değişimi..... | 30 |
| Şekil 4.4. Kültür inoküle edilmemiş substratların toplam fenolik madde (mg GAE/100 mL) ve toplam monomerik antosiyanin içerikleri (ppm)..... | 36 |
| Şekil 4.5. Kombucha içeceklerinin toplam fenolik madde içeriği değişimi (mg GAE/100 mL)..... | 37 |
| Şekil 4.6. Kombucha içeceklerinin antosiyanin degradasyonu (ppm)..... | 38 |
| Şekil 4.7. Kültür inoküle edilmemiş substratların antioksidan aktivite sonuçları (µmol Trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)..... | 39 |
| Şekil 4.8. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (DPPH) değişimi (µmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)..... | 41 |
| Şekil 4.9. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (FRAP) değişimi (µmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)..... | 42 |
| Şekil 4.10. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (CUPRAC) değişimi (µmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)..... | 42 |
| Şekil 4.11. Kombucha örneklerinin duyu analizi sonuçları..... | 44 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|-------|
| Çizelge 2.1. Karayemiş meyvesinin kimyasal bileşimi..... | 8 |
| Çizelge 2.2. Karayemiş meyvesinin mineral içeriği..... | 9 |
| Çizelge 2.3. Siyah havucun genel bileşimi..... | 10 |
| Çizelge 2.4. Ahududu besin içeriği..... | 12 |
| Çizelge 4.1. Renk analiz sonuçları | 35 |

1.GİRİŞ

İnsanoğlu yüzyıllardır gıdaları dayanaklı hale getirip, bu gıdaları ilerleyen zamanlarda tüketebilmek amacıyla fermentasyondan faydalanmaktadır. Bu yöntem etkili bir saklama yöntemi olmasının yanı sıra, fermentasyon sonucunda insan sağlığına faydalı bileşenler içeren gıda ürünleri oluşmaktadır. Fermente ürünler her toplumun beslenme kültürüne göre farklılık ve çeşitlilik göstermektedir. Dünya genelinde tüketilen bazı fermente ürünlere; süt (yoğurt, kefir, kımız, kurut), tahıl (boza, tarhana, idli, dosa, mahewu), et (sucuk, pastırma), soya (soya sosu, natto, tempeh), meyve ve sebze (sirke, turşu, kimchi, sauerkraut, gundruk, sunki) gibi ürünler örnek gösterilebilir. Bu ürünlerin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri, faydalı mikroorganizmaları barındırmaları, besinleri koruması, besin değerini zenginleştirmesi, antioksidan aktiviteyi artırması ve bağışıklık sistemine olumlu katkıları sebebiyle son senelerde dünyada ve ülkemizde fermente ürünlerin tüketimine yönelim artmıştır. Kombucha içeceği de bu ürünler arasında gösterilmektedir (Dufresne ve Farnworth 2000).

Kombucha, şeker ilave edilmiş çayın, bakteri ve mayaların simbiyotik ilişkisiyle oluşan kültürle fermente edilmesiyle üretilen, hafif tatlı, ferahlık hissi veren asitli bir içecektir (Cetojevic-Simin ve ark. 2008). Bu çayın ana vatanı Çin olup, binlerce yıllık geçmişli olan geleneksel fermente bir üründür. Sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı popülerliği ve tüketimi tüm dünyada yaygınlaşmıştır (Teoh ve ark. 2004).

Kombucha M.Ö. 220 yılında Mançurya’ da kullanılmaya başlanmış, buradan da Rusya’ ya yayılmıştır. M.S. 414’ te Kombu isimli Koreli bir doktor, Japon imparatoru Inkyo’ yu iyileştirmek için bu çayı ilaç olarak kullanmıştır. Doktor Kombu’ nun adı çaya verilmiş ve Kombu ’nun çayı anlamına gelen ‘kombucha’ adı ile anılmaya başlamıştır. ‘kombucha’ nın şöhreti, Rusya ve Avrupa’ ya ardından da Amerika Kıtası’ na ulaşmıştır. II. Dünya savaşı sonrasında (1941-1945), Sovyetler Birliği’ ndeki kanser hastalarında görülen artış nedeniyle 1951’ lerin başında, Rus bilim insanları farklı şehir ve bölgelerde yaptıkları kanser taramalarında Batı Ural’ da Kama Nehri üzerinde bulunan Perm Bölgesinin Ssolikamsk ve Beresniki Bölgeleri’ nde diğer bölgelerden farklı bir duruma rastlamışlardır. Bu bölgelerde kanser vakalarına çok az rastlandığı, kanser teşhisi konulan kişilerin ise sadece o bölgeden ayrılıp tekrar geri gelen kişiler olduğu tespit edilmiştir. Araştırmalar sonucunda yerel halkın “tea kvass” adını

verdikleri, evde hazırladıkları çayı günlük olarak tükettikleri ve bu çaya ‘kombucha’ adını verdikleri anlaşılmıştır (Dufresne ve Farnworth 2000).

Kombucha, I. Dünya Savaşı sırasında Almanlar tarafından Avrupa’ ya ulaşmış özellikle Fransa’ da kullanımının artması ve Fransa’ nın 1950’ lerde Kuzey Afrika’ da egemen olması o bölgeye de yayılmasına sebep olmuş, günümüzde de Avrupa ve Amerika’ da oldukça popüler bir içecek haline gelmiştir (Cetojevic-Simin ve ark. 2012). Kombucha çayı ile ilgili İsviçre’ de yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda, ‘kombucha’ nın yoğurt gibi tüketilmesi faydalı bir ürün olduğu ve çeşitli yararlarının belirtilmesi, bilinirliğini daha da arttırmıştır. Günümüzde kombucha ticari olarak oldukça önemli bir gıda haline gelmiştir ve her geçen gün daha geniş tüketim alanlarına yayılmaktadır (Hartmann ve ark. 2000).

Kombucha fonksiyonel özellikleri açısından önemli bir içecektir. Bileşiminde amino asitler, organik asitler, probiyotikler, polifenoller, enzimler, B grubu vitaminler (B1, B2, B6, B12), C, E, K vitamini ve bazı mineralleri bulunmaktadır (Bauer-petrovska ve Petrushevska-tozi 2000). Kombucha, asetik asit içeriğine bağlı olarak mikroorganizmaların bir çoğuna karşı antimikrobiyel aktiviteye sahip bir üründür (Sreeramulu ve ark. 2000). Ayrıca kombuchada ‘‘usnik asit’’ olarak bilinen antibakteriyel bir bileşen tespit edilmiş ve bir grup virüsün aktivitesini önlediği belirlenmiştir. İçerdiği B ve C vitaminleri içeceğin besleyici değerini artırmanın yanında ürüne antioksidan özellik katmakta ve fermentasyonla birlikte antioksidan aktivite önemli seviyelere ulaşmaktadır. Kombucha içeceğinin yüksek antioksidan kapasitesi, kanseri önleme, eklem romatizması şikayetlerini azaltma, immun sistemini destekleme gibi yararları bulunmaktadır. (Jayabalan ve ark. 2008). Diğer bir çalışmada kombucha içeceği kullanımının, kanser hastalarının kan pH değerlerinin dengelenmesinde etkili olduğu bildirilmiş, baş ağrısı, sinirlilik, uykusuzluk, geriatrik depresyon ve epilepsi krizlerini önlemede de yardımcı olduğu düşünülmektedir (Lobo ve Shenoy 2014).

Kombucha çayı genellikle siyah ya da yeşil çayın sakkarozla fermentasyonu ile üretilmekte ve bu işlemde çaya alternatif olarak buğday çimi suyu, kiraz suyu, melisa, kekik, nane, adaçayı, ıhlamur (Velicanski ve ark. 2013) soya peyniraltı suyu (Tu ve ark. 2019), salak (Zubaidah ve ark. 2018), civanperçemi (Vitas ve ark. 2018), guava

yaprakları (Moreno-Jiménez ve ark. 2018), tarçın, kakule (Shahbazi ve ark. 2018), gojiberi, kırmızı ve siyah gojiberi (Abuduaibifu ve Tamer 2019) gibi tıbbi bitkiler de kullanarak üretilmiştir.

Fonksiyonel şifalı bitkiler, siyah veya yeşil çay ile birlikte fermantasyonu sonucu kombucha içeceğine güçlü bir antioksidan aktivite ve antimikrobiyal özellik katmaktadır (Essawet ve ark. 2015). 'kombucha' da, çay dışında farklı bitkiler ve meyve aromaları kullanılmasının faydalı bileşikleri artırma olasılığı araştırılmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada daha önce hiç denenmemiş olan hammaddeler kullanılarak üretilen kombucha içeceğinin, fizikokimyasal ve duyuşal profili, toplam fenolik madde ve antosiyanin yanısıra antioksidan aktivitesi de incelenmiştir. Yapılan literatür taramalarında karayemiş (taflan), siyah havuç, güvem ve ahududu kullanılarak kombucha içeceği üretilmediğı görölmüştür. Bu nedenle tez kapsamında yeşilçay infüzyonuna ilave edilen, antioksidan kapasitesi yüksek ve antosiyaninlerce zengin olan bu hammaddeler ile kombucha içecekleri üretiminin; içeceklerin besleyici değeri, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinde artışa katkıda sağlayacağı öngörölmüştür.

2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Kombucha

Kombucha, asetik asit bakterilerinin (*Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* ve *Glucobacter oxydans*, *Acetobacter xylinum*, *Bacterium gliconicum*) ve mayaların (*Saccharomyces sp.*, *Zygosaccharomyces*, *Torulopsis sp.*, *Pichia sp.* ve *Brettanomyces sp.*) simbiyotik birlikteliği olarak tanımlanmıştır (Chu ve Chen 2006). Kombucha mikrobiotasında önemli bir yeri olan (*Acetobacter* ve *Gluconacetobacter* türleri) asetik asit bakterileri kombucha çayı fermentasyonunu gerçekleştirmenin yanısıra önemli tat ve koku maddelerini meydana getirmektedir. Kombucha, yüzeyde meydana gelen selülozik katman tabakası ve ekşi sıvı besiyeri olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Asetik asit bakterileri, çay yüzeyinde bakteri ve mayaların hücre kütlelerinin eklendiği selüloz ağ tabakası oluşturmaktadır (Chen ve Liu 2000).

Kombuchanın kimyasal analizi sonucu bileşiminde asetik, laktik, 2-keto-D-glukonik ve usnik asit gibi bir çok organik asitin; sakkaroz, glikoz, fruktoz gibi şekerlerin; lizin, metiyonin, arginin gibi aminoasitlerin; biyojenik aminlerin, pürinlerin, etanolün ve gliserolün olduğu görülmüştür (Teoh ve ark. 2004).

Kombuchanın fenolik madde içeriğinde mayalar tarafından üretildiği düşünülen orsinol, atranorin, orsellinik, slazinci, lekaronik ve fumar-protoeketrarik asitler tanımlanmıştır (Greenwalt ve ark. 2000).

Çay yapraklarının kimyasal kompozisyonu incelendiğinde ise önemli ve karakteristik çay polifenollerin çoğunluğunu kateşinlerin oluşturduğu flavanollerin olduğu görülmektedir. Önemli kateşinler arasında epikateşin (EC), epikateşin gallate (ECG), epigallokateşin (EGC), epigallokateşin gallate (ECGG), kateşin ve gallokateşinler gelmektedir. Böylelikle çayın kendine özgü tadı oluşmaktadır (Dufresne ve Farnworth 2000).

Kombuchanın B1, B2, B6, B12, C, E, K vitaminlerini; potasyum, manganez ve florid iyonlarını içerdiği bilinmektedir. Makedonya yöresinde yapılan bir çalışmada siyah

aydan 8 gün boyunca fermente edilen ‘kombucha’ da 0,74 mg/mL B1, 0,52 mg/mL B6, 0,84 mg/mL B12 vitamini ve 1,51 mg/mL vitamin C ile çinko, bakır, demir, mangan, nikel ve kobalt gibi minerallere rastlanmıştır. Kurşun ve krom gibi bazı toksitesi yüksek olan elementlerin eser miktarda bulunduğu ve kadmiyumun ise tespit edilemediği belirtilmiştir. (Bauer-petrovska ve Petrushevska-tozi 2000). Flor ve iyot ‘kombucha’ da siyah çaya oranla daha yüksek iken, sülfat, fosfat, nitrat ve klor iyonları siyah çaya göre daha düşük bulunmuş; brom düzeyinde ise bir farklılık saptanmamıştır (Kumar ve ark. 2008).

Kombucha gibi fermente içeceklerde bulunan B ve C vitaminleri ieeğin besleyici değerini artırmanın yanında güçlü antioksidanlardır. 15 gün fermentasyon sonrası ‘kombucha’ nın ortalama antioksidan aktivitesinin yaklaşık %70 oranında arttığı bildirilmiştir (Chu ve Chen 2006). Limon otu ayı ile hazırlanan ‘kombucha’ nın DPPH radikallerine karşı antioksidan aktivite gösterdiği ve bu aktivitenin siyah çayla hazırlanan ‘kombucha’ dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Velicanski ve ark. 2007). Sakkarozla tatlandırılmış yeşil ve siyah çayın 10 gün süreyle fermente edildiği diğer bir çalışmada da kombucha içeceklerinin DPPH radikaline karşı gösterdiği antioksidan aktivite araştırılmış, yeşil çay ile üretilmiş kombucha ayının en yüksek aktiviteyi gösterdiği tespit edilmiştir. Belirlenen farklı antioksidan aktivite seviyelerinin çay bileşiminin yanı sıra, C vitamini ve toplam organik asitlerin üretim miktarındaki farklılığa bağlı olduğu bildirilmiştir (Malbasa ve ark. 2011). Yapılan bir çalışmada deney farelerine kanserojen etkili trikloroetilen (TCE) verildiğinde böbrek tümörleri ve oksidatif stres oluşurken, deneklere kombucha verilmesiyle böbrek glutatyon (GSH), laktat dehidrogenaz (LDH) ve nitrik oksit (NO) konsantrasyonlarının normaleştiği görülmüş; ayrıca serum kreatinin ve böbrek malondialdehit (MDA) düzeylerinde de önemli bir gelişme grlmştir. Aynı çalışmada, ‘kombucha’ nın TCE gibi evre kirleticileri tarafından oluşturulan hasarları azalttığı ve böbrek rahatsızlığı olan hastalara faydalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. (Gharib 2009). ‘kombucha’ nın bu pozitif etkisi çayın lipit peroksidasyonunu ve DNA hasarını azaltması ve hücrenel antioksidanları (GSH ve glutatyon peroksidaz) arttırması ile ilişkilendirilmiştir (Dipti ve ark. 2003). ‘kombucha’ nın diabetik sıçanlarda karbontetraklorür (CCl₄) ile oluşturulan

karaciğer toksisitesini azaltma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. (Murugesan ve ark. 2009).

'kombucha'nın toksik etkileri incelendiğinde herhangi bir rahatsızlıktan doğrudan sorumlu olduğuna dair bilimsel bir kanıt bulunamamıştır. Ancak kombucha tüketimiyle özellikle aside duyarlı olan bireylerde bazı alerjik reaksiyonlar ve mide bulantısı görülebilmektedir. Kombucha içeceğinin terapötik etkileri olsa da, özellikle bağışıklık yetersizliği olan insanlarda, ciddi sağlık riskleri olabileceğine dair toksisite endişesi ile ilgili sınırlı kanıt vardır (Kole ve ark. 2009; Jayabalan ve ark. 2014). Dört hastada kombucha tüketimine bağlı alerjik reaksiyonlar, sarılık, bulantı, kusma, boyun ve baş ağrısı bildirilmiştir (Srinivasan ve ark. 1997). Hamile ve emziren annelerin tüketimi riskli görülmektedir. Zehirli bileşiklerin içeceğe sızmasını önlemek için kombucha üretimi ve depolanması için cam kapların kullanılması önerilmektedir (Jayabalan ve ark. 2007, 2014). 'kombucha' nın mikrobiyolojik analizlerinde hiçbir insan patojeni ya da toksin üreten mikroorganizma belirlenmemişse de bu içeceğin ev koşullarında hijyenik olmayan şartlarda üretilmesine bağlı olarak *Aspergillus* gibi patojen mikroorganizmalarla kontamine olabileceği düşünülmüştür (Kumar ve ark. 2008). Kombuchanın hayvanlar üzerinde toksik etkilerin araştırıldığı çalışmalarda da herhangi bir toksititeye rastlanmamıştır (Vijayaraghavan ve ark. 2000; Pauline ve ark.2001). Amerikan Gıda ve İlaç Daresi de (FDA) uygun koşullarda üretilen 'kombucha' nın insan tüketimi için güvenli olduğunu raporunda belirtmiştir (Sinir ve ark. 2019).

2.2.Yeşilçay (Camellia sinensis)

Yeşil çay, *Camellia sinensis* yapraklarının kurutma, buhar verme (steaming), kıvrırma ve son kurutma işlemleri ile elde edilen, dünyada tüketimi fazla olan bir içecektir (Choi ve ark. 2016). *Camellia sinensis* bitkisinden elde edildiği için yetiştirme koşulları, hasat edilmiş çayın mevcut bileşenleri, iklim koşulları, hasat dönemleri gibi özellikleri siyah çay ile aynıdır. Yeşil çayın farklılığını üretim esnasında gerçekleştirilen farklı işlem basamakları oluşturmaktadır.

Polifenoller gibi biyoaktif bileşenlerden faydalanabilme kapasitesi diğer çaylarla karşılaştırıldığında yeşil çayın daha faydalı olduğu ve antioksidan bileşenlerin daha

yüksek miktarda bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak tadının daha acı ve buruk olmasının yanı sıra kokusunun da diğer çaylara oranla hafif olması yeşil çayın olumsuz özellikleri olarak sayılabilir (Han ve ark. 2016).

Yeşil çay, kateşinler ve kateşin türevlerini içeren flavonoidlerce zengin bir bitki olup (kuru ağırlık üzerinden %30) içerisinde Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin (EC) ve epikateşin gallat (ECG) bulundurulur. Miktar olarak EGCG (toplam kateşin miktarının %60'ı) > EGC > EC ≥ ECG sıralanmaktadır (Şahin H ve Özdemir F 2006). Yeşil çay içerdiği gallik asit, kafeik asit ve klorogenik asitler gibi fenolik asitler, mirisetin ve kuarsetin gibi flavonoller nedeniyle yüksek fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi bakımından öne çıkmaktadır (Fournier-Larente ve Morin 2016). Yeşil çayın düzenli tüketimiyle kolestrol, yüksek tansiyon, kalp rahatsızlıkları, kanser vakalarında azalma görülmektedir. Ayrıca depresyon ve benzeri psikolojik hastalıkların negatif etkilerinin de azaltılmasında yararlı olduğu bildirilmiştir (Choi ve ark. 2016).

2.3.Karayemiş (*Prunus laurocerasus*)

Prunus cinsi ve *Rosaceae* familyasına mensup olup halk dilinde karayemiş veya taflan olarak da bilinir, koyu renkli bir yaz meyvesidir. Bitkinin habitatı Doğu Karadeniz, Kafkaslar, Toroslar ve Marmara bölgesinin doğu kesmidir. Genellikle ılıman iklim bölgelerinde yetişir. Bu sebeple en iyi karayemişler Karadeniz bölgesinin sahil boyunca yetiştirilmektedir. Karayemiş, dört mevsim yeşil kalabilen güzel bir süs ve çit bitkisidir. Kırmızı-mor-siyah renkteki meyveleri yaz aylarında hasat edilir. Ham haliyle tüketildiğinde buruk bir tadı olan meyvenin olgunlaştıkça burukluğu azalmakta, daha aromatik ve taze tüketime uygun hale gelmektedir. İnce parlak meyve kabuğuna sahiptir. Rengi, açık pembe veya krem rengi tonlarında meyve eti sulu bir meyvedir (İslam 2010). Karayemiş C vitamince zengin olmasının yanı sıra fonksiyonel gıda bileşenleri olan fenolik maddeler de içermekte ve yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Çizelge 2.1). (Ergüney ve ark. 2017).

Çizelge 2.1. Karayemiş meyvesinin kimyasal bileşimi (Ergüney ve ark. 2017).

| Bileşen | | Değişim Aralığı |
|----------------------------------|----------------|------------------------|
| Şeker (% kuru ağırlık) | Glukoz | 14.0-27.6 |
| | Fruktoz | 20.3-27.3 |
| | Sorbitol | 10.2-14.2 |
| Toplam fenolik madde (mg/100g) | | 11.9-54.8 |
| Fenolik asitler (% kuru ağırlık) | Vanilik | 1.70-4.46 |
| | Protokateşuik | ≤ 0.10-0.85 |
| | p-hidrobenzoik | ≤0.10-0.69 |
| | Kafeik | ≤0.10-0.37 |
| | p-kumarik | ≤0.10 |
| C vitamini (mg/100g) | | 108.6-133.0 |
| Yağ asitleri (% kuru ağırlık) | Oleik (18:1) | 0.69-1.56 |
| | Linoleik(18:2) | 1.86-2.14 |
| | Palmitik(16:0) | 0.71-1.07 |
| | Stearik (18:0) | 0.41-0.66 |

Zengin antioksidan içeriği birçok hastalığın oluşumu ve gelişmesinin önlenmesinde etkili olup, anti-inflamatuvar, antinosiseptif, antioksidan, nöroprotektif ve antidiyabetik gibi çeşitli biyolojik aktiviteler göstermektedir. Tıbbi bir bitki olan karayemiş; mide ülseri, sindirim sistemi bozuklukları, bronşit, egzama ve hemoroid gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Eken ve ark. 2017). Ayrıca idrar söktürücü ve bölgesel ağrılar üzerinde analjezik etkisi olduğu belirtilmiştir. Mineral içeriği Çizelge 2.2.'de verilmiştir. Karayemişin içerdiği antioksidanlar, olan serbest radikallere karşı vücudu korur ve ilerleyen yaşlarda vucüta meydana gelen oksidatif hasarı azaltarak yaşlanmayı geciktirir. Karayemiş antioksidan aktivitesi sayesinde, alzheimer, diyabet, doku ve cilt hastalıklarına karşı etkili olmaktadır. Karayemiş ekstraktının ve çekirdeklerinin yüksek antioksidan aktivite göstermesi içerdiği fenolik maddeler ve antosiyaninlerin önemli seviyede olması ile ilişkilendirilmiştir (Anonim 2014).

Çizelge 2.2. Karayemiş meyvesinin mineral içeriği (Kalyoncu ve ark.2013)

| Mineraller | (ppm) | Mineraller | (ppm) |
|------------|----------|------------|--------|
| K | 7938.711 | Cr | 0.315 |
| P | 882.574 | B | 39.164 |
| Ca | 1158.853 | Cu | 4.325 |
| Na | 72.407 | Se | 0.211 |
| Mg | 1242.186 | Li | 1.587 |
| S | 137.995 | Sr | 6.905 |
| As | 1.128 | Al | 3.082 |
| Fe | 15.120 | Ni | 0.990 |
| Mn | 6.872 | V | 4.141 |
| Zn | 7.312 | | |

Bu mineraller insan vücudunda gerçekleşen hayati öneme sahip metabolik faaliyetlerde rol oynamaktadır. Karayemiş tüketimi ile zengin mineral içeriği sayesinde bu faaliyetlerin düzenlenmesini iyileştirebilir, kardiovasküler hastalıklar ve bazı kanser risklerini azaltabilir (Kalyoncu ve ark. 2013).

2.4. Siyah Havuç (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*)

İki yıllık bir bitki olan havuç, *Apiaceae* (Eski adı *Umbelliferae*) familyasından olup bilimsel adı *Daucus carota*'dır (Ağçam ve Akyıldız 2015). Havuç botanik sınıflandırmaya göre iki gruba ayrılmaktadır. Türkiye, Hindistan, Mısır, Afganistan ve Pakistan ülkelerinde geleneksel olarak yetiştirilen antosiyanince zengin olan (doğuya ait) grup (*Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) ve dünya genelinde yetiştirilen karoten içeriği baskın olan (batıya ait) grup (*Daucus carota ssp. sativus var. sativus*) olarak adlandırılmıştır. Antosiyanin grubunda bulunan havuçlar mor antosiyanin pigmentleri içermekte, karoten grupta yer alan havuçlar ise turuncu renkli karotenoid pigmentleri içermektedir (Tatoğlu 2014). Sıcak iklimde yaygın görülen siyah havuç, ülkemizin bazı bölgelerinde yıl boyunca yetiştirilmektedir (Ağçam ve Akyıldız 2015). Türkiye'de en önemli üretim bölgesi iç Anadolu kesimi olup, Konya ilinin Ereğli ve Karapınar ilçeleri önemli üretim yeridir (İyiçınar 2007). Son zamanlarda yapay gıda renklendiricilerinin kullanımının kısıtlanması ve doğal gıda renklendiricilerine olan

ilginin artışı nedeniyle zamanla iyi bir doğal renklendirici kaynağı olan siyah havuca olan talep artmaktadır.

Siyah havuç yaklaşık 5,12 - 6,45 g/100 g şeker içermektedir (Canbaş ve Deryaoğlu 1993). Türkiye’de yetiştirilen siyah havuçlarda belirlenen başlıca şekerler glikoz (1,10 - 5,60 g /100 g), fruktoz (1,0 - 4,36 g/100 g) ve sakkaroz’ dur (1,20 - 3,31 g/100 g) (Erten ve Bircan 2018). Siyah havuçta 142,3 - 159,6 g/kg arasında kuru madde, 7,0 - 13,8 g/kg arasında protein, mineral maddelerden, demir (4 - 5 mg/kg), potasyum (1790-2220 mg/kg), fosfor (252 - 310 mg/kg), kalsiyum (478 - 650 mg/kg) ve sodyum (298-447 mg/kg) bulunmaktadır(Tatoğlu 2014). Siyah havucun genel bileşimi Çizelge 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Siyah havucun genel bileşimi (Kalyoncu ve ark. 2013)

| | |
|--------------------------|--------|
| Toplam Kuru Madde (g/kg) | 113 |
| Toplam Şeker (g/kg) | 70.9 |
| pH değeri | 6.03 |
| Toplam Asitlik (g/kg)* | 0.28 |
| Kül (g/kg) | 9,66 |
| Toplam Fenolik Madde** | 95 |
| Antosiyanin (mg/kg)*** | 1498.4 |

*Laktik asit cinsinden ** OY₂₈₀ indisi *** Siyanidin-3-glikozit cinsinden

Siyah havuç suyu konsantresinde beş temel antosiyanin tespit edilmiştir. Ferulik asit, kumarik asit ve sinapik asit ile açillenmiş antosiyaninler mevcuttur. HPLC-MS analizlerinde, siyah havuç suyu konsantesinde temel antosiyaninin siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukozid-ferulik asit (%45) olduğu, bunu sırasıyla siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukosid-kumarik asit (22%), siyanidin-3- galaktozid-ksilozid-glukosid-sinapik asit (17%), siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukosid (10%) ve siyanidin-3-galaktozid-ksilozid (6%) izlemektedir. Siyah havuç suyu ve konsantresinin renk stabilitesinden açillenmiş yapıdaki bu antosiyaninler sorumludur. Siyah havuç suyu konsantresinde, antosiyaninler dışında üç temel fenolik madde tespit edilmiş analizleri sonucunda baskın fenolik maddenin klorojenik asit olduğu gözlenmiştir.

Siyah havuç suyu konsantresinin yüksek antioksidan aktivitesi klorojenik asit içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (zkan 2009).

Siyah havuç suyu konsantresi; dondurma, pastacılık ürünleri, yoğurt, içecekler ve Őekerlemeler gibi gıda maddelerinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Yapay gıda boylarına doğal bir alternatif olan siyah havuç suyu konsantresi, içerdiği zengin antosiyaninlerin yanında ısıya ve ışığa dayanıklı oluğu, raf ömrünün uzun olması gibi avantajlarından dolayı gıda sektöründe önem kazanmıştır.

2.5. Ahududu (*Rubus idaeus*)

Ahududu veya frambuaz (*Rubus idaeus*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasının yesi olup, yaz ve sonbahar mevsimlerinde kırmızı renkli tatlı meyveleri olan bir bitkidir. Üzümsü meyveler grubunda yer alan ahududu; kendine özgü rengi, tadı, aroması ve yapısı ile taze tüketiminin yanında gıda sanayinde çok çeşitli kullanım alanları olan bir meyvedir. Yaygın olarak ülkemizin kuzeyinde, batıdan doğuya uzanan bir kesim boyunca, genellikle 1000 metre üzerinde ki yükseltilerde, hava nemi ve toprak nemi fazla olan bölgelerde yetişmektedir (Akkurt 2018).

Ahududunun bünyesinde bulundurduğu bazı pigmentler, fenoller, flavonlar, flavonoidler, vitaminler ve liflerin diğer meyvelerden konsantrasyon bakımından fazla olduğu belirtilmiştir (Kahkönen ve ark.1999). Ahududu yüksek miktarda mineraller ve vitaminler içermektedir. Besin içeriği izelge 2.4. ' te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Ahududu besin içeriği (USDA 2017)

| | Birim | 100 g |
|---------------------------|-------|-------|
| Enerji | Kcal | 52 |
| Protein | g | 1.20 |
| Toplam yağ | g | 0.65 |
| Karbonhidrat | g | 11.94 |
| Toplam diyetlifi | g | 6.5 |
| Toplam Şeker | g | 4.42 |
| Mineraller | | |
| Kalsiyum,Ca | mg | 25 |
| Demir,Fe | mg | 0.69 |
| Sodyum,Na | mg | 1 |
| Magnezyum,Mg | mg | 22 |
| Potasyum,K | mg | 151 |
| Fosfor, P | mg | 29 |
| Vitaminler | | |
| Vitamin C | mg | 26,2 |
| Vitamin A | IU | 71 |
| Yağlar | | |
| ToplamDoymuş Yağ asitleri | g | 0 |
| Toplam trans Yağ asitleri | g | 0 |
| Kolesterol | mg | 0 |

Kırmızı (*Rubus ideaus*) ve siyah (*Rubus occidentalis*) ahududularında bulunan ellagic antikanserojen ve yaşlanmayı geciktirici etki göstermektedir (Stoner ve Mukhtar 1995) Bununla birlikte ellagic asitin yaşlanmayı geciktirici etkisi bulunmaktadır. Ellagic asitin, DNA' da oksidatif zararların çoğunluğunu engelleyerek kanser gelişimini önemli ölçüde durdurduğu yönünde bilgiler mevcuttur (Kresty ve ark. 2001).

2.6. Güvem (*Prunus spinosa*)

Prunus spinosa dikenli, çalı formunda bir bitki olup halk dilinde çakal eriği olarak bilinmektedir. Yabani bir erik türü olan güvem ülkemizde yetişmesinin yanı sıra; Avrupa, Batı Asya ve Kuzeybatı Afrika' da 0 - 1700 m rakımlarda yaygın olarak görülmektedir. Güvem meyvesi çiçekleri baharda toplanıp, kurutulup; çay olarak kullanılmaktadır. Meyveleri ise sonbaharda olgunlaşmaktadır. Olgunlaşmış meyveleri; mavimsi mor renkli dumanlı kabuğa, yeşilimsi etli kısma, iri çekirdeklere ve ekşimsi bir tada sahiptir (Kırcı ve ark. 2017). İçeriğinde organik asitler, pektin ve şeker bulunur, çiçekleri ise flavon ve glikozitler bakımından zengindir (Sezer ve ark. 2016). Yabani erik türlerinin (*Prunus* spp.) içeriğinde yüksek oranlarda tanen bulunduğu bilinmektedir. Yüksek miktarlarda potasyum (9879,57 mg/kg), kalsiyum (920,82 mg/kg), magnezyum (916,68 mg/kg), fosfor (659,15 mg/kg), kükürt (122,69 mg/kg), sodyum (40,46 mg/ kg), demir (30,1 mg /kg) ve ham lif (%2,10) içeriğine sahip olup selenyum (0,05 mg/ kg) ve çinko (1,85 mg/ kg) da içermektedir (Çalışır ve ark. 2004).

Güvem meyvesinin, alternatif tıpta kanamayı durdurucu, diüretik, bağırsak fonksiyonlarını arttırıcı etkilerinin olduğu ve metabolizmayı aktive ederek, vücut direncini arttırdığı belirtilmiştir (Pinacho ve ark. 2015).

2.7. Antioksidanlar

Oksijen insan yaşamı için vazgeçilmez bir molekül olmasına karşın, metabolizmanın oluşturduğu bazı reaktif oksijen türleri insan vücudunda zararlı hale gelmektedir. Bu reaktif oksijenlerin çoğunluğunu serbest radikaller oluşturur ve oksijene oranla daha yüksek kimyasal reaktiviteye sahiptirler. Serbest radikaller dış orbitallerinde çift oluşturmamış yüksek enerjili elektron içeren kararsız yapılardır. Bu çift oluşturmayan elektronlar serbest radikallere reaktiflik kazandırarak protein, lipid, DNA, koenzim gibi bir çok biyolojik materyallerde hasara neden olmaktadır. Bu yapıların hasar görmesi de ileride kanser vakaları, kalp-damar rahatsızlıkları, sinir sistemi hastalıkları ve bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi sorunların meydana geldiği bilinmektedir (Kubilay 2014).

Antioksidanlar, birincil ve ikincil antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birincil antioksidanlar; ortamdaki radikallerle tepkimeye girerek bunların zararlı formlara dönüşmelerini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen yapılardır. Birincil

antioksidan grubunda yer alan süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GSHPx) ve katalaz gibi enzim sistemleri serbest radikalleri yok etmektedir. ikincil antioksidan grubunda ise C vitamini, E vitamini, ürik asit, bilirubin, polifenol gibi bileşikler yer almaktadır (Ou ve ark. 2002).

Vücudun antioksidan dengesi günlük diyetle önemli ölçüde ilişkilidir. Yetersiz ve dengesiz beslenme sonucu bağışıklık sisteminin zayıf ve yetersiz olduğu durumlarda patolojik koşullar oluşabilmektedir. Reaktif oksijen miktarındaki artış ve savunma sistemlerindeki yetersizlik vücuttaki oksidan-antioksidan dengesinin bozulmasına ve oksidatif stresin artmasına neden olmaktadır. Antioksidan savunma sistemi; E vitamini, C vitamini (askorbik asit) gibi antioksidan vitaminleri, karotenoidleri ve eser mineralleri içeren gıdaların düzenli ve yeterli miktarlarda alınmasıyla güçlendirilebilir (Kubilay 2014).

'kombucha' nın antioksidan kapasitesi çayda bulunan DSL ve askorbik asit polifenollerinin varlığına dayanır. Fermantasyon sırasında sentezlenen düşük moleküler ağırlığa sahip bazı metabolitlerin üretimi nedeniyle fermente olmamış çaya oranla antioksidan kapasite yüksektir (Bhattacharya ve ark.2011).

Kombucha çayı askorbik asitten 100 kat, E vitamininden 25 kat yüksek antioksidan aktiviteye sahip polifenoller içerir (Adriani ve ark. 2011). Tokoferol ve askorbik asit, kateşinlerin antioksidan kapasitesi üzerinde yoğun bir sinerjik etki gösterir. (Loncar ve ark. 2006).

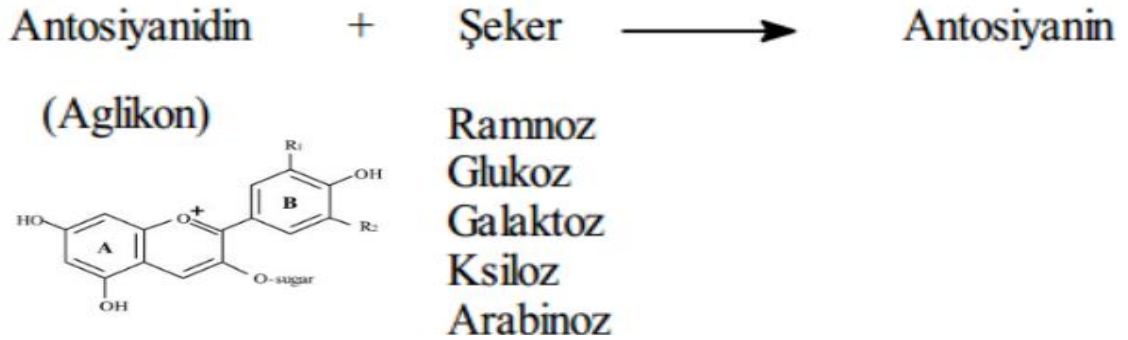
2.8. Antosiyaninler

Bir gıdanın tüketiciler üzerinde olumlu bir etki bırakması ürünün ilk göstergesi olan rengi sayesinde. Bu etki gıdalarda doğal veya yapay renklendiriciler tarafından sağlanmakta olup birçok meyve ve sebzenin pembeden mora kadar değişen renklerini veren doğal pigmentler, antosiyaninlerdir. Gıdalara parlak kırmızı rengini sağlamakta yapay renk maddelerine karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler. Ancak stabiliteilerinin zayıf olması renklendirici olarak kullanımlarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu pigmentlerin stabilitesini artırıcı çalışmalar yapılmaktadır. Antosiyaninler

gıdalara renk çekiciliği katmalarının yanında yüksek antiradikal aktiviteleri nedeniyle eklendiği gıdaların oksidatif stabilitelerini de yükseltmektedir (Espin ve ark. 2000).

Antosiyanin kelimesi, yunanca 'anthos' (çiçek), 'kyanos' (mavi) anlamına gelen iki kelimenin birleşmesiyle meydana gelmiştir. Antosiyaninleri şekerler ve şeker olmayan bazı bileşenler oluşturmaktadır. Antosiyaninlerin şeker olmayan bileşiklerden oluşan aglikon kısmını fenolik bileşiklerden antosiyanidinler oluşturmaktadır. Antosiyanidinlere glikozidik olarak bağlanan sakkaritlerin türüne göre çeşitli antosiyaninler oluşmaktadır (Giusti ve Wrolstad 2003).

Antosiyaninler, glikozit formundaki benzopirilyum veya flavilyum tuzlarından oluşur ve kimyasal yapıları çok iyi bilindiği halde, parçalanması sonucu ortaya çıkan metabolitler henüz tam anlamıyla ortaya konulmamıştır. Antosiyaninlerin temel yapısı 15 karbondan oluşmakta ve iki fenil halkası içermektedir. A ve B olarak adlandırılan bu iki fenil halkası birbirine 3 karbonlu bir köprü ile bağlanmıştır. Bu köprülerin oluşturduğu yapı ise üçüncü bir halkayı meydana getirir ve C halkası olarak isimlendirilir (Sancho ve Pastore 2012).



Şekil 2.1. Antosiyaninlerin genel yapısı (Sancho ve Pastore 2012)

Antosiyaninler B halkasına bağlı OH grupların sayısına bağlı olarak çeşitli antosiyanin çeşitleri oluşturur. Hidroksilasyon derecesi sırasıyla pelargonidin (turuncu ve pembe renkli), siyanidin (kırmızı renkli), delphinidin (mor ve mavi renkli), peonidin, petunidin ve malvidin türevlerinin oluşumunu belirlemektedir.

Antosiyaninlerin rengi birçok faktöre bağı olarak değişmektedir. Ortamda kükürtdioksit varlığı rengin açılmasına neden olmaktadır. Yine askorbik asit varlığında renk kaybı görülmektedir. Antosiyaninler ile askorbik asit arasında yoğunlaşma reaksiyonu gözlenir. Askorbik asit serbest radikaller üretir ve moleküler oksijen aktivatörü olarak görev yapar. Bu durum antosiyaninlerin oksidatif bölünmesi ve renk kaybı ile sonuçlanmaktadır (Cavalcanti ve ark. 2011). Gıda içerisinde bulunan bazı bileşim öğeleri tıpkı kutuda kalmış oksijen gibi davranış gösterir ve antosiyanince zengin gıdaların konservelerinde kalayı çözerek delinmeye kadar varan korozyonlara neden olmaktadır. Işık, sıcaklık, meyve ve sebzelerin cinsi ve olgunlukları, klorofilaz enzimi, ambalaj maddeleri de antosiyaninlerin rengini etkileyen faktörlerdendir.

Antosiyaninlerin önemli özelliği olan yüksek antioksidan aktiviteleri kardiyovasküler hastalıkların ve kanserin önlenmesinde hayati öneme sahiptir. Çeşitli çalışmalarda antosiyanin içeriği ve buna karşılık gelen antioksidan aktivitenin meyve sebzelerde sağlığı koruyucu etki gösterdiği ve dejeneratif ve kronik hastalıklara karşı etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Antosiyanin içeriği ile antioksidan kapasite arasında lineer bir korelasyonun bulunduğu, antosiyanince zengin gıdalardan alınan ekstraktların kimyasal olarak üretilen reaktif oksijenin temizlenmesinde yüksek etkinlik gösterdiği saptanmıştır (Teng ve ark. 2017).

Ahududu, böğürtlen, siyah üzüm ve çilek benzeri meyvelerin ekstraktlarının DPPH radikallerine karşı antioksidan aktivite gösterdiği ve bu aktivitenin siyah, koyu kırmızı ve mavi renkli meyvelerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, antosiyaninler ve antosiyanidinlerin insan kolon kanseri hücrelerinin gelişimini engellediği, günlük diyetle tüketilen vişnenin kolon kanseri riskini azaltabileceği bildirilmiştir. Deney fareleriyle yapılan iki çalışmada nar ekstraktının prostat kanseri hücrelerinin büyümesini engellediği, düzenleyici proteinleri modüle ederek apoptozu¹ uyardığı gösterilmiştir. *In-vitro* deneylerde hastaların plazma ve serum prostat kanseri hücreleri sayılarında önemli derecede düşüş, apoptoziste ise anlamlı yükselme gösterilmiştir. Siyah pirinçten elde edilen özütün ise meme kanseri üzerinde yapılan *in-*

¹ *Apoptoz: vücutta anormalleşmiş ihtiyaç duyulmayan hücrelerden kurtulmanın normal yoludur.

vivo ve in-vitro çalışmalarda etkili sonuç verdiği bildirilmiştir (Lopez De Las Hazas ve ark. 2017).

Sağlıklı yaşam açısından büyük öneme sahip olan fenolik madde ve flavonoidleri yüksek miktarlarda içermeleri ve bu maddelerin antioksidan ve anti-kanserojen, rolleri nedeniyle her yaşta insanın günlük beslenmesinde antosiyanin içeriği bakımından zengin gıdaları tüketmesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, kombucha ayının farklı substrat eşitleri ile farklı üretim seçeneklerinin oluşturulması, kombucha lezzetinin farklı substratların kullanımı ile geliştirilerek daha geniş kitlelerin beğenisinin kazandırılması, antosiyaninlerce zengin ve antioksidan kapasitesi yüksek fonksiyonel içeceklerin geliştirilme potansiyelinin olduğunu göstermektir. Ayrıca, kombucha ile ilgilenen araştırmacılar ve üreticiler tarafından da yararlanılacak bir kaynak oluşturulması hedeflenmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

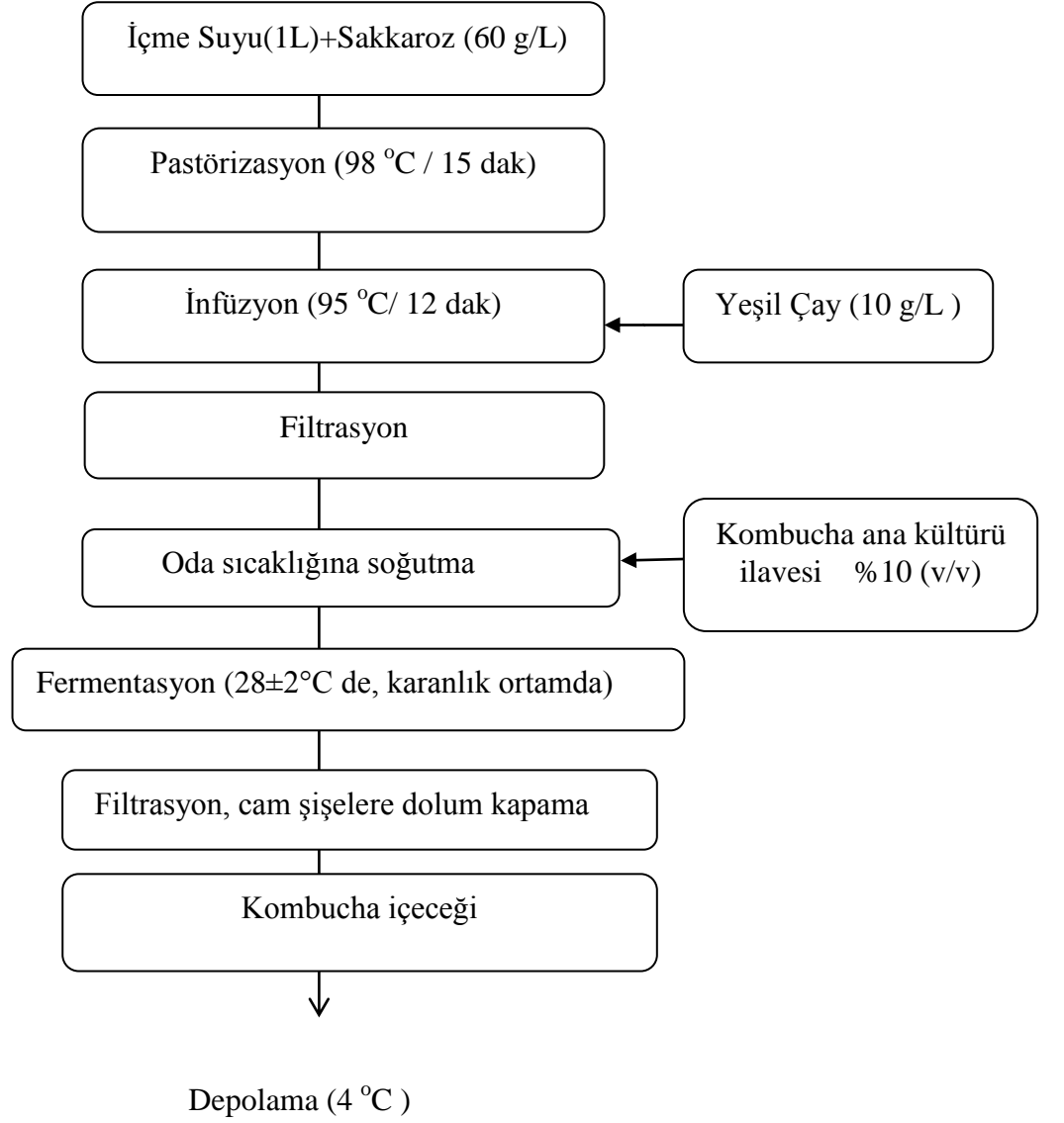
3.1.Materyal

Çalışmada materyal olarak kombucha kültürü, yeşil çay, karayemiş (*Prunus laurocerasus*), siyah havuç (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) suyu konsantresi, güvem (*Prunus spinosa*) ve kırmızı ahududu (*Rubus idaeus*) ve sakkaroz kullanılmıştır. Yeşil çay (*Camellia sinensis*), ahududu (*Rubus idaeus*) ve sakkaroz Bursa’ da yerel marketten temin edilmiştir. Güvem (*Prunus spinosa*) Çanakkale, karayemiş (*Prunus laurocerasus*) Giresun ilinden tedarik edilmiştir. Siyah havuç (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) suyu konsantresi ise Bursa Aroma Meyve Suları Gıda Sanayii’ den alınmıştır.

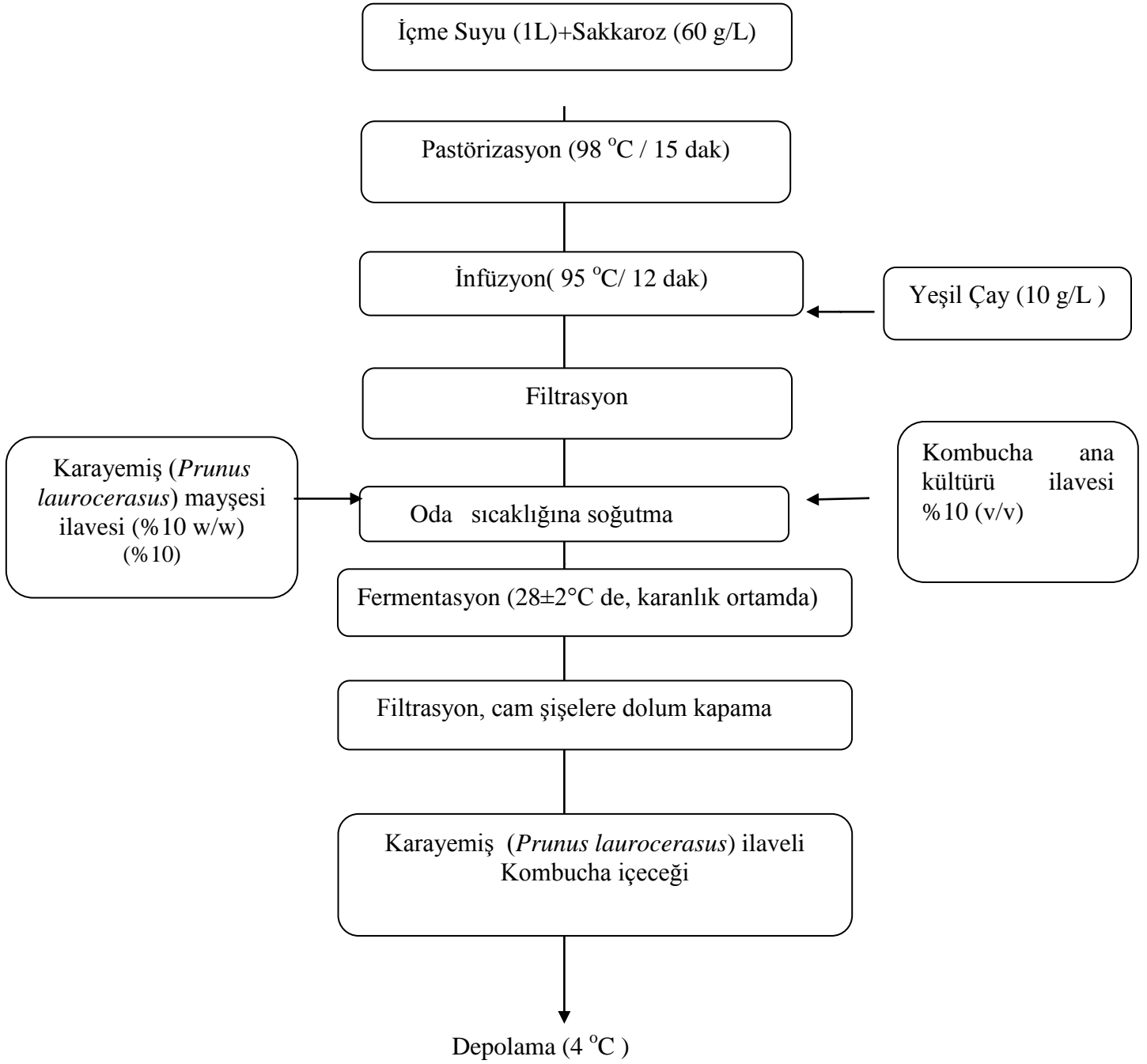
3.2.Yöntem

Yeşil çaydan üretilen kombucha içeceği Şekil 3.1.’ de gösterilen akış diyagramına göre üretilmiş ve kontrol olarak kullanılmıştır. Karayemiş (*Prunus laurocerasus*), siyah havuç (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) konsantresi ahududu (*Rubus idaeus*) ve güvem (*Prunus spinosa*) şekil 3.2., 3.3., 3.4. ve 3.5.’de gösterilen akış diyagramına göre kombucha içeceğine işlenmiştir. Üretim esnasında kültür ilavesinden önce çay ve hammadde karışımlarından örnek alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Hammaddelerden güvem mayşe halinde satın alınmıştır. Ahududu donuk olarak satın alınıp çözünme işlemi ardından blender yardımıyla mayşe haline getirilmiştir. Karayemiş meyvesi ise taze olarak toplanmış dondurulmuştur. İçecek üretimine alınırken yıkama işlemi ardından çekirdek çıkarma işlemi uygulanarak mayşeye işlenmiştir. Ön denemelerle bu hammaddelerin içekte ki oranları belirlenmiştir. Bu oranlar belirlenirken renk ve tat parametreleri ön planda tutulmuştur. Ayrıca ön denemelerde asitlik, antioksidan kapasite, antosiyanin miktarıda analiz edilerek içeceklerdeki karışım oranlarında düzenlemeler yapılmıştır.

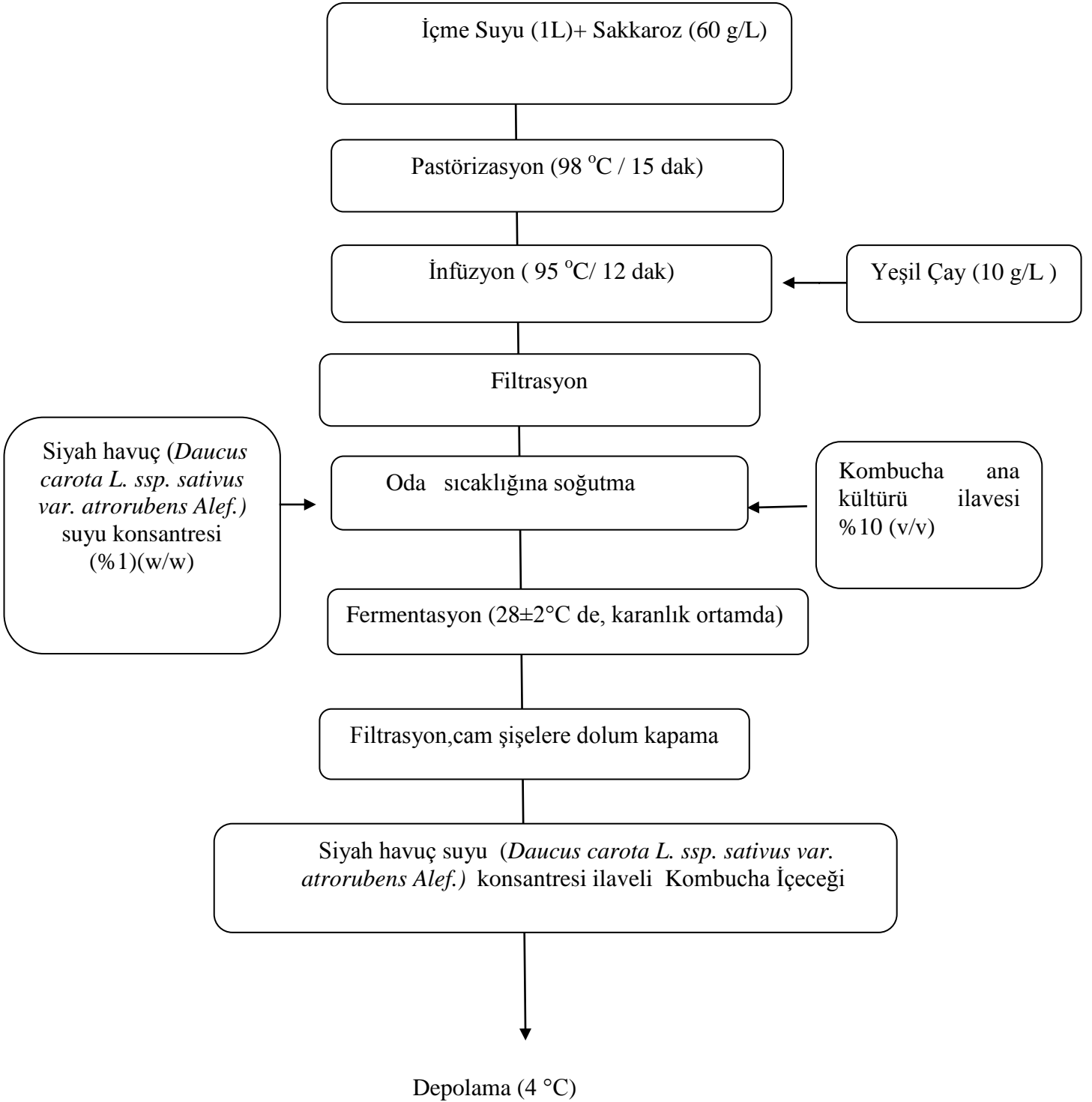
Yeşil çayın kombucha kültürü kullanılarak 15 gün süreyle $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’ de fermentasyonu sonucu elde edilen ana kültürden %10 (v/v) oranında inokulasyon yapılmış, fermentasyon $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ de gerçekleştirilmiştir.



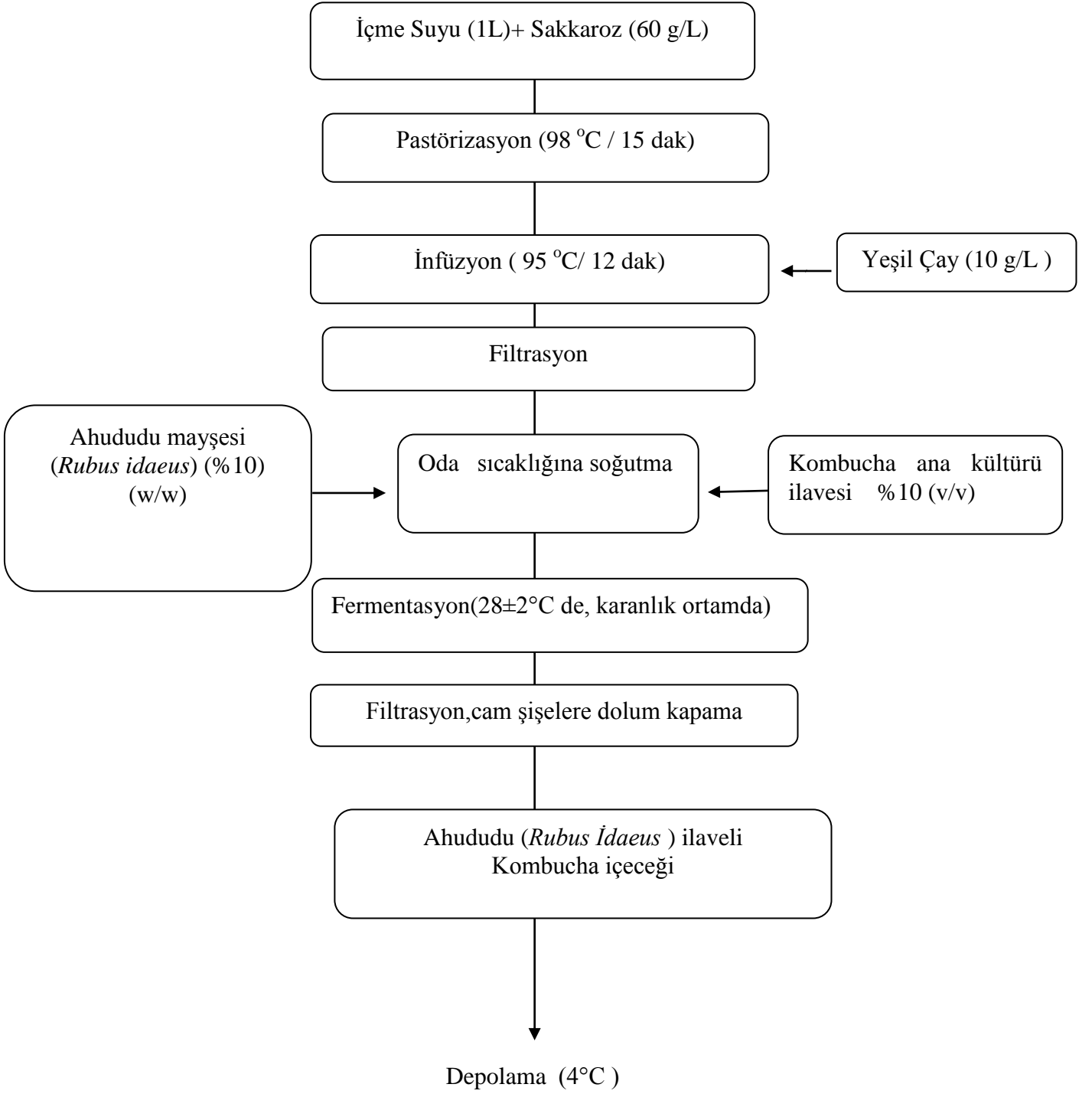
Şekil 3.1. Kombucha çayı (kontrol) üretimine ait akış diyagramı



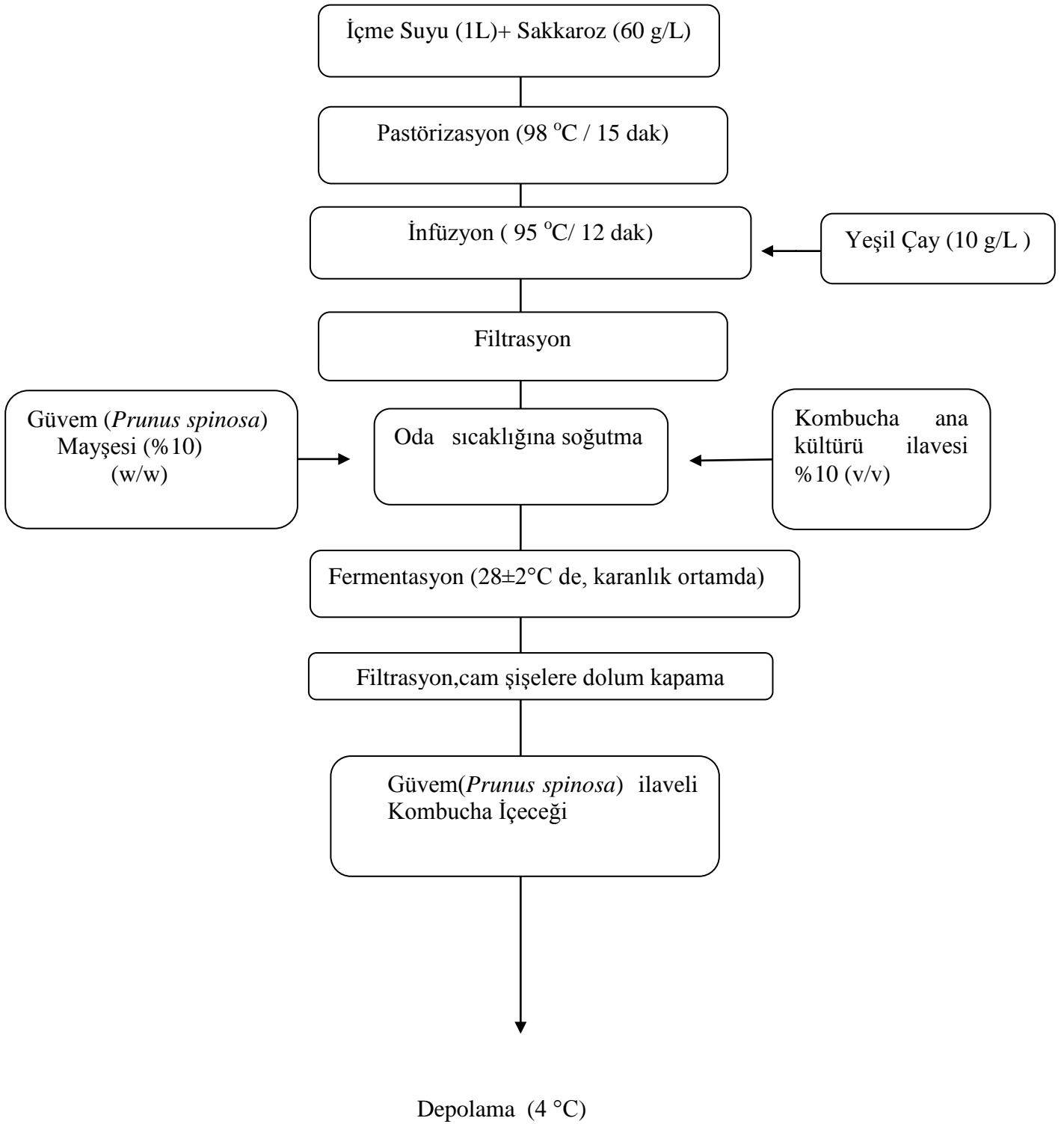
Şekil 3.2. Karayemiş (*Prunus laurocerasus*) ilaveli kombucha çayı üretimine ait akış diyagramı



Şekil 3.3. Siyah havuç suyu (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) konsantresi ilaveli kombucha içeceği üretimine ait akış diyagramı



Şekil 3.4. Ahududu (*Rubus idaeus*) ilaveli kombucha çayı üretimine ait akış diyagramı



Şekil 3.5. Güvem (*Prunus spinosa*) ilaveli kombucha içeceği üretimine ait akış diyagramı

3.3 Analiz Yöntemleri

3.3.1. Suda Çözünür Kuru Madde (Brix) Tayini

Suda çözünür kuru madde miktarı (briks), 20 °C’de refraktometrik yöntemle RA-500 model KEM marka dijital refraktometre kullanarak (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., Japan) ölçülmüştür (Cemeroğlu 2007).

3.3.2. pH Tayini

pH değerleri, (Mettler Toledo Sevencompact pH/Ion pH meter, Canada) marka pH metre ile pH ölçümünden önce pH ölçüm cihazı pH değeri 4.0, 7.0 ve 10.00 olan tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş oda sıcaklığında ölçüm yapılmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.3.3 Toplam Asitlik Tayini

Toplam asitlik tayini, potansiyometrik yöntemle yapılmıştır. Örneklerin pH değeri 0,1 N NaOH ile titre edilerek pH= 8,1’e getirilip, elde edilen sarfiyata göre toplam asitlik değeri asetik asit cinsinden g/100 mL olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu 2007).

3.3.4. Renk tayini (L^* , a^* , b^* , hue, chroma)

Renk tayini, Konica Minolta Chroma Meter, CR-5, Japan kolorimetresinde yapılarak, örnekler 6,3 cm çapında, 4,3 cm yüksekliğinde kristal kuvarz cam tüplere, hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulup, L^* , a^* ve b^* değerleri okunmuş; hue ve chroma değerleri hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

L^* , a^* ve b^* değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L^* değeri dikey eksenle parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken $+a^*$ kırmızılığa, $-a^*$ yeşilliğe, $+b^*$ sarılığa, $-b^*$ maviliğe, hue değeri; 360° ölçekte derece cinsinden ifade edilir.

$$[\text{hue}(\text{hab} = \arctan (b^* / a^*))] \quad (3.1)$$

Kroma; renklilik, renk yoğunluğu veya doygunluğun bir ölçüsüdür, 0 (tamamen doymamış) ile 100 veya daha fazla (saf renk) arasında değişimi göstermektedir.

$$[C * ab = (a * 2 + b^2) * 1/2] \quad (3.2)$$

3.3.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarının tayininde Folin-Ciocalteu methodu kullanılmıştır (Singleton ve Rossi 1965). Methodun prensibi, fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüşmesi ve reaksiyon sonucunda indirgenmiş FCR' nin oluşturduğu mavi rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesiyle toplam fenolik madde miktarının hesaplanması ilkesine dayanır. 0,25 mL ekstrakt kapaklı cam tüpe alınır, üzerine 2,3 mL damıtık su ve 0,15 mL Folin-Ciocalteu (FC) ayırıcı eklenir ve karışım 15 saniye süreyle vortekslenir. 5 dakika sonra üzerine 0,3 mL doymuş Na₂CO₃ (%35) çözeltisinden eklenir ve tüp içeriği çalkalanarak karanlık ortamda 2 saat bekletilir. Süre sonunda tüpten alınan örneğin absorbansı, tanık örneğe karşı 725 nm' de okunur ve sonuç "mg gallik asit eşdeğeri/100 g" olarak hesaplanır.

3.3.6. Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan kapasitenin analizinde DPPH, CUPRAC ve FRAP yöntemleri kullanılıp ölçümler spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

DPPH yöntemi

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikali yakalama aktivitesi tayin yöntemi, meyve ve sebze suları ve ekstraktları için yaygın olarak kullanan pratik bir yöntemdir. DPPH dayanıklılığı az olan organik azot radikallerinden biridir. Yöntemin prensibi, metanol içinde hazırlanmış DPPH çözeltisi örnek çözeltisi ile karıştırılarak absorbans değeri stabil olana kadar karışım reaksiyonunun spektrofotometre ile izlenmesi esasına dayanır (Katalinic ve ark. 2006). DPPH radikallerinin bağlanması 515 nm' de

absorbansın azalması ile izlenir. İndirgenme ile çözelti rengi kaybolur (Huang ve ark. 2005).

FRAP yöntemi

FRAP yöntemi demirin çözünürlüğünü sağlamak amacıyla asidik koşullarda (pH 3.6) gerçekleştirilir. Düşük pH koşullarında, Fe(III)-TPTZ kompleksi, Fe(II) formuna indirgenir ve bu kompleks koyu mavi rengini alır. 595nm'de maksimum absorpsiyon ölçülmektedir. Bu yöntem suda ve yağda çözünen antioksidanların analizi için tercih edilir. FRAP yönteminde, hazırlanan FRAP çözeltisinden (37 °C' de inkübe edilmiş) 3 mL alınarak 300 µL saf su ve 100 µL test edilecek örnek (veya tanık için ekstraksiyon çözeltisi) ile karıştırılır. Analiz edilecek örnekler ve tanık örnek 37 °C' de 60 dakika inkübe edilir. İnkübasyon sonunda 595 nm' de absorbans ölçülür (Benzie ve Strain 1996).

FRAP çözeltisi: 25 mL 0,3 mol/L asetat tampon çözeltisi (pH 3,6), 2,5 mL 20 mmol/L Fe₃Cl x 6H₂O ve 2,5 mL 10 mmol/L TPTZ çözeltisi (40 mmol/L HCl ile hazırlanan) karıştırılarak hazırlanır. Antioksidan kapasite değeri kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklem kullanılarak katı örneklerde µmol troloks/g örnek, sıvı örneklerde ise µmol troloks/mL örnek cinsinden hesaplanır.

CUPRAC yöntemi

CUPRAC yöntemi, kromojenik bir yükseltgen olan Cu(II)- neokuproin (Nc) reaktifi kullanılarak, plazma antioksidanları, flavonoidler, gıda polifenoller, C vitamini ve E vitamini tayininde kolayca uygulanabilen bir antioksidan kapasite metodudur. Bu reaktif, kararlı, ekonomik, kolay ulaşılabilen, suda ve yağda çözünebilen antioksidanlara karşı hızlı sonuç alınabilen bir reaktiftir. Toplam antioksidan kapasite (TAC) tayininde kullanılan bu method literatürde Cupric Reducing Antioxidant Capacity: CUPRAC (bakır(II) iyonu indirgeme antioksidan kapasite) ismiyle bilinmektedir. Uygun konumlandırılan fenolik hidroksiller, CUPRAC redoks tepkimesi ile kinon yapılarına dönüşür ve bu redoks reaksiyonu sonucu meydana gelen Cu(I)-Nc kelatı, 450 nm' de maksimum absorbans değeri gösterir. Kullanılan çözeltilerin hazırlanışı ve yöntemin uygulanışı aşağıda belirtildiği şekildedir(Apak ve ark. 2008).

- 1 mL Cu(II) klorür çözeltisi (1×10^{-2} M bakır klorür çözeltisi: 0,4262 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ suda çözülürülerek saf su ile 250 mL' ye tamamlanır).
- 1 mL neokuproin alkoldeki çözeltisi ($7,5 \times 10^{-3}$ M neokuproin çözeltisi: 0,0390 g neokuproin etanolde (% 96) çözülürülerek 25 mL' ye etanol ile seyreltilir).
- 1 mL amonyum asetat çözeltileri karıştırılır (1M amonyum asetat tampon çözeltisi: 19,27 g NH_4Ac suda çözülürülerek 250 mL' ye saf su ile seyreltilir).
- Üzerine x mL ekstrakt, (4-x) mL saf su eklenir.

30 dk sonunda, içeriğinde antioksidan madde bulunmayan örneğe karşı 450 nm' de absorbans değerleri okunur. Antioksidan kapasite değeri hesaplanan kalibrasyon denklemini kullanılarak katı örneklerde μmol troloks/g örnek, sıvı örneklerde ise μmol troloks/mL örnek olarak hesaplanır.

3.3.7. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Bu yöntemin prensibi, monomerik antosiyaninlerin pH 1,0' da renkli oksinium formunun, pH 4,5' de ise renksiz hemiketal formunun baskın olmasına dayanmaktadır. Ortam Ph değeri 1,0 ve 4,5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerleri arasındaki fark doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılıdır. Bu yöntemde kullanılan Potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi (0,025 M, pH:1,0) ve Sodyum asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) tampon çözeltisi (0,4 M, pH:4,5) belirtildiği şekilde hazırlanmıştır.

Potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi (0,025 M, pH:1,0): 1,86 g KCl tartılıp üzerine 980 mL distile su eklenmiş ve konsantre HCl çözeltisi ile pH 1,0' e ayarlanır. Daha sonra 1 L' lik balon jøjeye aktarılarak distile su ile 1L' ye tamamlanır.

Sodyum asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) tampon çözeltisi (0,4 M, pH:4,5): 54,43 g sodyum asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) tartılıp 960 mL distile su ile çözündürülür. Konsantre HCl çözeltisi ile pH'sı 4,5'e ayarlanır. Daha sonra 1 L' lik balon jøjeye aktarılarak distile su ile 1 L' ye tamamlanır.

Toplam fenolik madde tayininde kullanılan ekstrakttan 100 μL alınıp üzerine 400 μL pH 1 (potasyum klorit 0,025 M) buffer eklenir. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan ekstrakttan 100 μL alınıp 400 μL pH 4,5 (sodyum asetat 0,4 M) buffer

eklenir. Saf suya karşı 512 nm' de ve 700 nm'de absorbans değerleri okunur. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla toplam antosiyanin miktarı hesaplanır (Koç ve ark. 2012).

Antosiyanin (Siyanidin 3 glikozid eşdeğeri) (mg/kg):

$$= A \times MW \times Sf \times \frac{1000}{\epsilon \times l} \quad (3.3)$$

$$= \frac{A \times 449.2 \times Sf \times 1000}{26900} \quad (3.3a)$$

$$A = (A_{max} - A_{700nm})_{pH1} - (A_{max} - A_{700nm})_{pH4.5} \quad (3.3b)$$

$$A = (A_{\lambda 512nm} - A_{\lambda 700nm})_{pH1} - (A_{\lambda 512nm} - A_{\lambda 700nm})_{pH4.5} \quad (3.3c)$$

$$\text{Seyreltme faktörü} = \frac{\text{tampon çözelti hacmi} + \text{eksrakt hacmi}}{\text{eksrakt hacmi}}$$

MW= baz alınan antosiyanin molekülün ağırlığı (siyanidin-3-glukozid için 449,2)

Sf= seyreltme faktörü

ϵ = molar absorptivite (siyanidin-3-glukozid için 26900' dür) (absorbans katsayısı)

l= spektrofotometre küvetinin tabaka kalınlığı (cm)

3.3.8. Duyusal Değerlendirme

Üretilen kombucha örneklerinin fermentasyonu tamamlandıktan sonra renk, koku, tat gibi özellikleri duyusal analizle belirlenmiştir. 9 ifadeli puanlandırma skalası (9 :Çok beğendim. 7: Orta derecede beğendim. 5: Ne beğendim, ne beğenmedim. 1: Hiç beğenmedim.) kullanılarak oluşturulan 10 kişilik bir panel ekibi tarafından değerlendirilmiştir. 5 değeri sınır değer olarak belirlenmiş bu değer altında bir puanlandırma ürünün duyusal olarak tüketilmeyeceğini ifade etmektedir (Vazquez-Cabral ve ark. 2014).

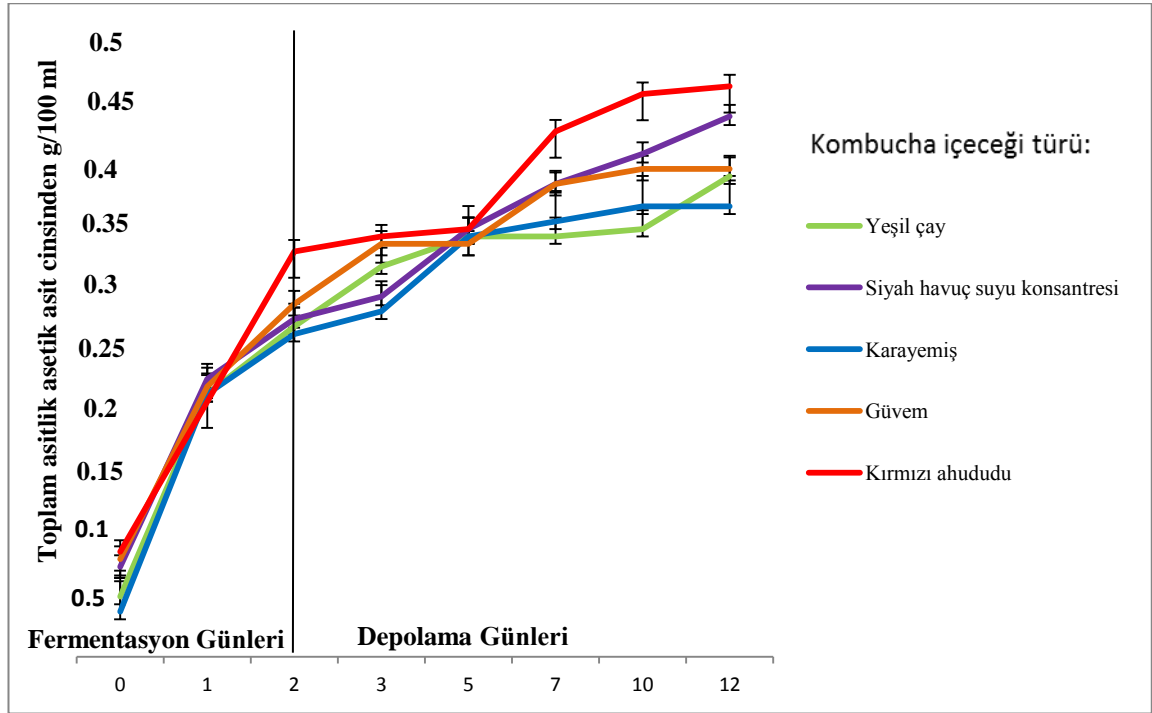
3.3.9. İstatiksel Analiz

İstatiksel değerlendirme, SAS Institute, Inc. tarafından geliştirilen SAS İstatistik Programı kullanılarak yapılmıştır. Veriler Varyans Analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir ve En Küçük Kare Farkı (LSD) ile gruplandırma yapılmıştır. İstatistiksel hesaplamaları gerçekleştirilen kombucha ayı rneklerinin, fermentasyona ve depolamaya bağlı olarak analiz değerlerinde değişimi incelenmiştir. Analizler üç tekrarlı gerçekleştirilmiş ve sonuçlara standart sapmalar dahil edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toplam Asitlik, pH ve Briks

Örnekler 28 ± 2 °C' de 40 saat süren fermentasyon sonrasında duyuusal ve fizikokimyasal özellikler açısından değerlendirilmiştir. Yeşil çay, siyah havuç suyu konsantresi, karayemiş, güvem ve ahududu ile hazırlanan kombucha örneklerinin toplam asitlik değerleri sırasıyla 0.26 g/100 mL, 0.26 g/100 mL, 0.26 g/100 mL, 0.28 g/100 mL, 0.32 g /100 mL' ye ulaşmıştır. Tüm örnekler bu asitlik değerlerinde tüketim için hazır kabul edilip daha sonra 4 °C 'de depolamaya alınmıştır. Fermentasyon ve depolama sırasında toplam asitliğin değişimi Şekil 4.1.'de verilmiştir. Örnekler 4 °C' de depolanmasına rağmen, fermentasyon devam etmiş, toplam asitlik özellikle depolamanın 5. gününden sonra artmıştır.



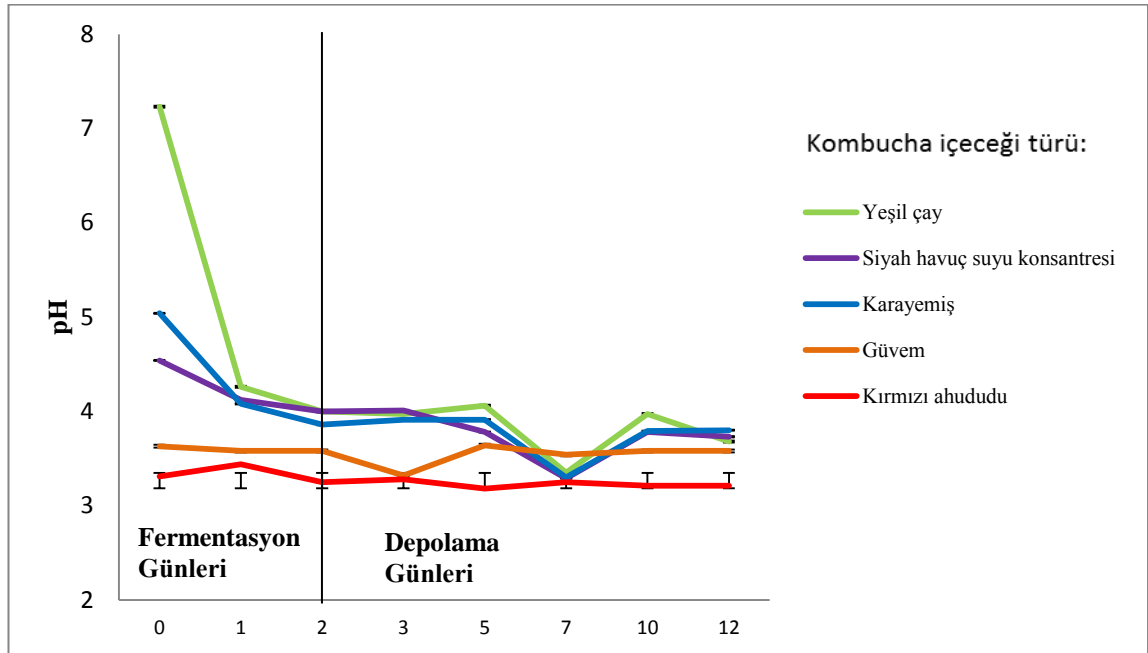
Şekil 4.1. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca toplam asitliğin değişimi

Zubaidah ve ark. (2018) çalışmasında salak bitkisinin 14 gün boyunca fermentasyon sonucu elde ettiği kombucha konsorsiyumunda örneklerin toplam asitliği% 0.92 ile 1.65 arasında değişmiştir. Bu çalışmada panelistlerin aşırı asitli tadı tercih

etmemesinden dolayı fermentasyon süresi 2 gün olarak uygulanmış dolayısı ile daha düşük asitlik

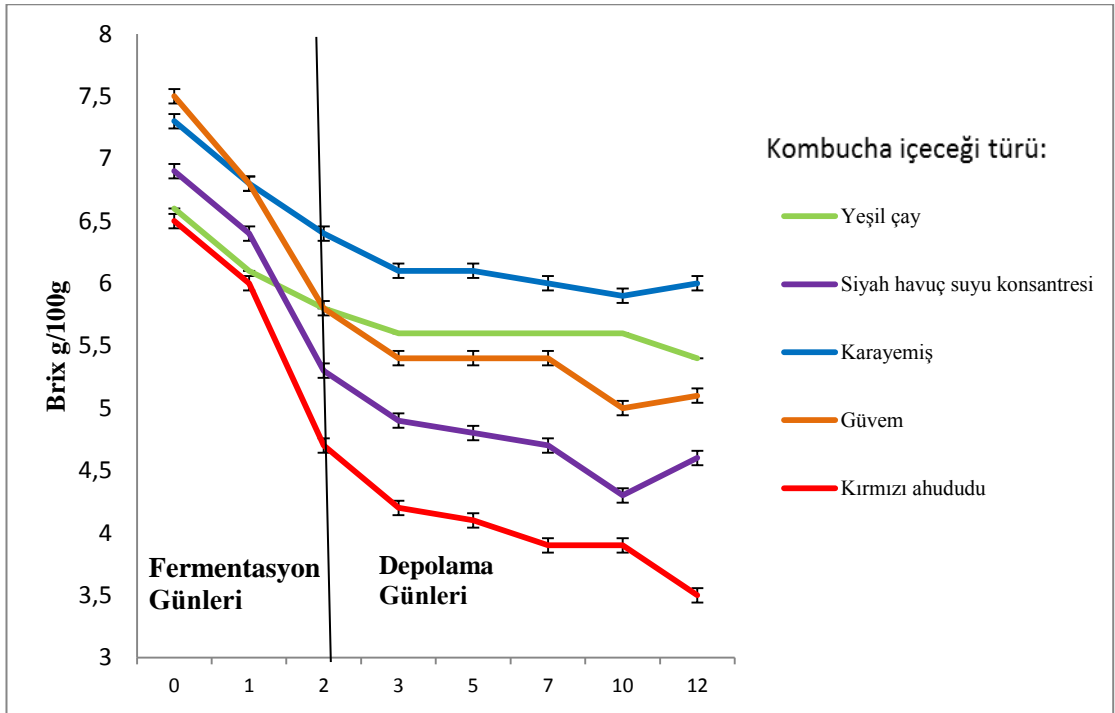
değerleri gözlenmiştir. Artan asetik asit konsantrasyonunun sirke benzeri tat oluşturacağından kombucha içeceklerinde dezavantaj olduğu vurgulanmıştır (Khosravi ve ark. 2019).

Yeşil çay kombucha (kontrol) içeceğinin pH' ı fermentasyon boyunca belirgin olarak azalmıştır (Şekil 4.2.). İki gün süren fermentasyon süresince pH 7.23' ten 3.97' ye hızla düşmüş ve daha sonra 12. güne kadar hafifçe azalmıştır. Siyah havuç suyu konsantresi, ve karayemiş ile hazırlanan örneklerde de benzer bir eğilim izlenmiştir. Güvem ve ahududu içeren kombucha içeceklerindeki pH değişimi ise diğer örneklerdeki kadar belirgin değildir. Velićanski ve ark. (2013) buğday çimi suyu, vişne suyu, melisa, kekik, nane, adaçayı, ıhlamur gibi tıbbi bitkiler ve Abuduaibifu ve Tamer (2019) goji beri ile hazırlanan kombucha içeceklerinde benzer pH düşüşleri gözlenmiştir. Benzer sonuçlara Sievers ve ark. (1995), Yavari ve ark. (2011), Ayed ve Hamdi (2015) çalışmalarında da rastlanmaktadır.



Şekil 4.2. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca pH değişimi

Organik asit üretimine bağlı olarak kombucha içeceklerinin pH değerleri azalmıştır. pH daki bu azalış polifenollerin kimyasal degradasyonun önlenmesi ve içecek renginin korunması bakımından faydalı olabilmektedir. Antosiyaninler asidik koşullarda kimyasal yapılarını korumakta ve daha stabil kalmaktadır (Torskangerpoll ve Andersen 2005). Vīna ve ark. (2014) kombucha içeceklerinin faydalarını öncelikle içeceğin asidik bileşimine atfetmiştir. Ayed ve ark. (2017) organik asit içeriğindeki artışa rağmen fermentasyonun 8. gününden itibaren pH' ın stabilize olduğunu gözlemişlerdir. Fermentasyon sırasında pH' daki hafif düşüşün diğer bir nedeni karbondioksitin başlangıçta yavaşça, fermentasyondan 2–3 gün sonra çok daha hızlı serbest hale geçmesidir (Jayabalan ve ark. 2008).



Şekil 4.3. Kombucha içeceklerinde fermentasyon ve depolama boyunca briks değişimi

Örneklerde şekerin fermentasyonuna bağlı olarak, fermentasyon sırasında alkol ve karbondioksit üretilmiş ve briks değerlerinde hızlı azalma gözlenmiştir. Depolama sırasında briks düşüşü, fermentasyonun depolama şartlarında devam ettiğini göstermektedir (Şekil 4.3.). Briks değerinde ki düşüş diğer araştırmacılar tarafından da sakkarozun fermentasyon sırasında metabolize olmasına bağlanmıştır. (Ayed ve ark. 2017; Jayabalan ve ark. 2014; Abuduaibifu ve Tamer 2019).

4.2. Renk

Renk, kalite ve kabul edilebilirlik açısından içecekler için önemli bir özelliktir. Renk analizi sonuçları, ürünlerin duyuusal kabul edilebilirliği ile korelasyon göstermiştir. pH değeri birçok gıdanın renk değişimini ve görünümünü etkilediğinden, fonksiyonel içeceklerin üretiminde önemli bir etki göstermektedir. Örneklerin rengini etkileyen bir başka önemli faktör ise antosiyanin içeriğidir. Depolama sırasında antosiyaninler bozulmakta ve renk özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Bakteriler ve mayalar tarafından serbest bırakılan enzimler, çaylarda bulunan çeşitli fitokimyasalları biyotransformasyona uğratmaktadır. Bu biyotransformasyon sürecinin genellikle azalan renk ile sonuçlandığı bilinmektedir (Haslam 2003). Yapılan çalışmalarda, kombucha içeceklerindeki renk azalması, polifenollerin mikrobiyal dönüşümünden kaynaklandığı düşünülmektedir. (Watawana ve ark.2018).

Yeşil çaylı 'kombucha' nın L* değeri fermentasyon ile artarken, depolama sırasında önemli bir değişim görülmemiştir. Fermentasyonun ikinci gününde a* değeri (-) negatif ölçülürken; b* değeri ve kroma değeri azalmış, hue değerinde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır (p>0.05). Siyah havuç suyu konsantresi ve karayemiş içeren kombucha içeceklerinin L* değerlerinde önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (p>0.05). Siyah havuç ve ahududu içeren kombucha örnekleri en yüksek a* değerlerine ; karayemiş içeren örnek ise en yüksek b* değerine sahiptir. Fermentasyon ve depolama sırasında, en düşük ve en yüksek kroma değerleri sırasıyla yeşil çay ve siyah havuç içeren kombucha içeceklerinde gözlemlenirken, en düşük ve en yüksek hue değerleri sırasıyla ahududu ve yeşil çay kombucha içeceklerinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Renk analiz sonuçları (ortalama±S.S)

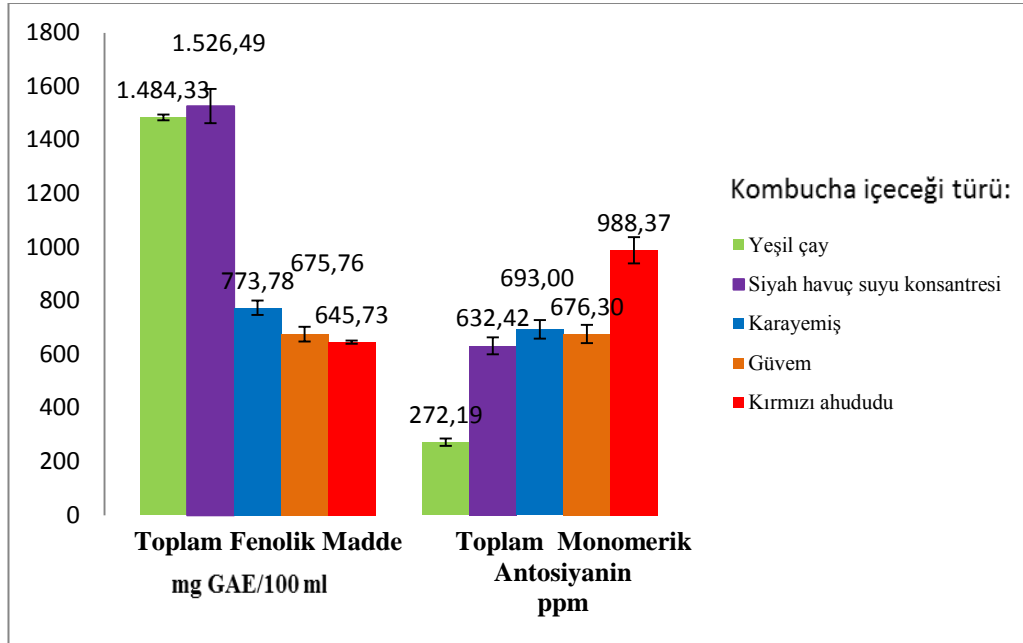
| Günler | Örnekler | L* | a* | b* | Chroma | Hue |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Fermantasyon 0.Gün | Yeşil çay | 78.87±6.93Ab | 1.65±3.21Ea | 40.48±10.43Ba | 40.51±10.57Ca | 87.67±4.11Ab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 30.43±0.17Eb | 55.01±0.45Aa | 14.24±0.86Ba | 55.74±0.64Aa | 14.56±0.27Cb |
| | Karayemiş | 62.16±9.28Cb | 23.77±11.85Ca | 56.92±11.70Aa | 61.68±11.5Aba | 67.34±6.89Bb |
| | Güvem | 73.87±9.28Bb | 15.36±11.85Da | 21.39±11.7Ba | 26.27±11.5Ca | 54.34±6.89Bb |
| | Ahududu | 59.09±4.84Db | 51.3±4.41Ba | 21.78±4.61Ba | 55.73±5.89Ba | 23.00±2.47Cb |
| Fermantasyon 1.Gün | Yeşil çay | 88.86±1.48Aab | 0.3±0.35Ea | 18.43±1.9Ba | 18.43±1.9Ca | 89.06±1.15Aab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 29.91±0.02Eab | 58.32±0.05Aa | 32.27±0.01Ba | 66.65±0.04Aa | 28.95±0.02Cab |
| | Karayemiş | 65.25±5.12Cab | 25.15±5.43Ca | 51.35±6.27Aa | 57.18±8Aba | 63.91±2.29Bab |
| | Güvem | 68.66±6.67Bab | 17.33±3.39Da | 24.77±3.62Ba | 30.23±4.89Ca | 55.02±1.74Bab |
| | Ahududu | 58.69±6.26Dab | 52.89±6.94Ba | 20.64±5.91Ba | 52.7±8.63Ba | 20.96±3.23Cab |
| Fermantasyon 2.gün | Yeşil çay | 91.11±0.91Aa | -0.37±0.16Ea | 17.03±2.9Ba | 17.03±2.9Ca | 91.23±0.81Aa |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 33.22±0.06Ea | 60.79±0.03Aa | 35.72±0.14Ba | 70.51±0.04Aa | 30.62±14.59Ca |
| | Karayemiş | 66.48±4.14Ca | 26.23±4.31Ca | 55.77±4.36Aa | 61.63±5.8Aba | 64.33±1.12Ba |
| | Güvem | 71.76±0.33Ba | 15.77±0.05Da | 25.26±0.14Ba | 29.81±0.06Ca | 58.07±0.04Ba |
| | Ahududu | 62.3±1.25Da | 55.37±0.09Ba | 22.32±1.22Ba | 59.83±0.56Ba | 21.9±3.35Ca |
| Depolama 3.Gün | Yeşil çay | 90.24±1.59Abc | -0.24±0.29Ebc | 18.52±4.26Dbc | 18.52±4.25Dbc | 90.74±1.25Ab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 44.62±14.85Ebc | 55.85±2.33Abc | 28.57±12.63Bbc | 65.76±5.92Abc | 25.75±10.63Db |
| | Karayemiş | 65.19±8.45Cbc | 26.61±8.55Cbc | 54.02±9.14Abc | 60.22±12.14Bbc | 63.77±3.99Bb |
| | Güvem | 73.67±5.24Bbc | 15.56±3.93Dbc | 23.61±4.58Cbc | 28.28±5.99Cbc | 56.61±1.85Cb |
| | Ahududu | 59.03±7.86Dbc | 54.41±8.68Bbc | 21.75±7.34Cbc | 58.6±10.73Bbc | 21.7±3.97Eb |
| Depolama 5.Gün | Yeşil çay | 91.35±0.16Aab | -0.48±0.12Eabc | 15.54±0.59Dbc | 15.55±0.6Dbc | 91.7±0.39Aab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 33.33±2.24Eab | 60.81±1.05Aabc | 35.24±2.9Bbc | 68.77±1.3Abc | 30.63±2.33Dab |
| | Karayemiş | 67.94±0.57Cab | 24.6±1.21Cab | 53.48±1.63Abc | 55.71±1.94Bbc | 65.49±0.37Bab |
| | Güvem | 78.12±1.84Bab | 12.04±1.42Dabc | 19.76±1.78Cbc | 23.24±2.27Cbc | 58.65±0.78Eab |
| | Ahududu | 62.81±2.08Dab | 55.36±2.85Babc | 18.74±2.03Cbc | 58.13±3.17Bbc | 18.81±1.14Cab |
| Depolama 7.Gün | Yeşil çay | 92.09±0.46Aa | -0.63±0.04Ec | 14.36±1.34Dc | 14.38±1.33Dc | 92.5±0.44Aab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 34.76±1.14Ea | 60.69±0.23Ac | 31.05±1.7Bc | 69.46±1.04Ac | 28.71±1.55Dab |
| | Karayemiş | 70.9±0.59Ca | 20.4±0.6Cc | 49.32±0.74Ac | 53.37±0.82Bc | 67.53±0.29Bab |
| | Güvem | 80.4±0.4Ba | 10.38±0.31Dc | 17.17±0.65Cc | 21.18±0.97Cc | 58.84±0.23Cab |
| | Ahududu | 64.25±0.93Da | 52.36±1.21Bc | 19.07±0.97Cc | 55.91±1.43Bc | 19.63±0.62Eab |
| Depolama 10.Gün | Yeşil çay | 91.28±0.11Abc | -0.24±0.29Eab | 15.66±0.77Dab | 15.66±0.76Dab | 90.87±1.09Aab |
| | Siyah havuç suyu konsantresi | 32.25±0.7Ebc | 59.81±0.75Aab | 36.58±0.09Bab | 70.11±0.68Aab | 31.45±0.26Dab |
| | Karayemiş | 67.47±1.05Cbc | 26.01±0.28Cab | 53.72±0.98Aab | 59.68±0.99Bab | 63.98±0.25Bab |
| | Güvem | 71.41±1.2Bbc | 15.29±0.34Dab | 24.65±0.51Cab | 29.01±0.6Cab | 58.1±0.08Cab |
| | Ahududu | 64.85±1.15Dbc | 52.38±1.54Bab | 15.4±3.19Cab | 54.76±1.94Bab | 16.93±1.27Eab |

Aynı sütunda bulunan farklı harfler değerlerin $P<0,05$ seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir. Ürünler için (A-E), günler için (a-e) harfleri kullanılmıştır. Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

4.3.Biyoaktif Bileşim

Kombucha içeceğinin sağlığı teşvik edici aktiviteleri fenolik içeriklerine ve antioksidan aktivitelerine bağlanmaktadır (Ayed ve ark. 2017). Kombucha kültürü inokule edilmemiş substratların toplam fenolik madde miktarı 645,726 ila 1526,488 mg GAE/100 g arasında tespit edilmiştir. (Şekil 4.4.) ($R^2 = 0.9991$). Siyah havuç suyu

konsantresi ve yeşil çay içeren substratlar diğerlerinden miktar olarak yaklaşık iki kat daha fazla fenolik bileşiğe sahiptir.

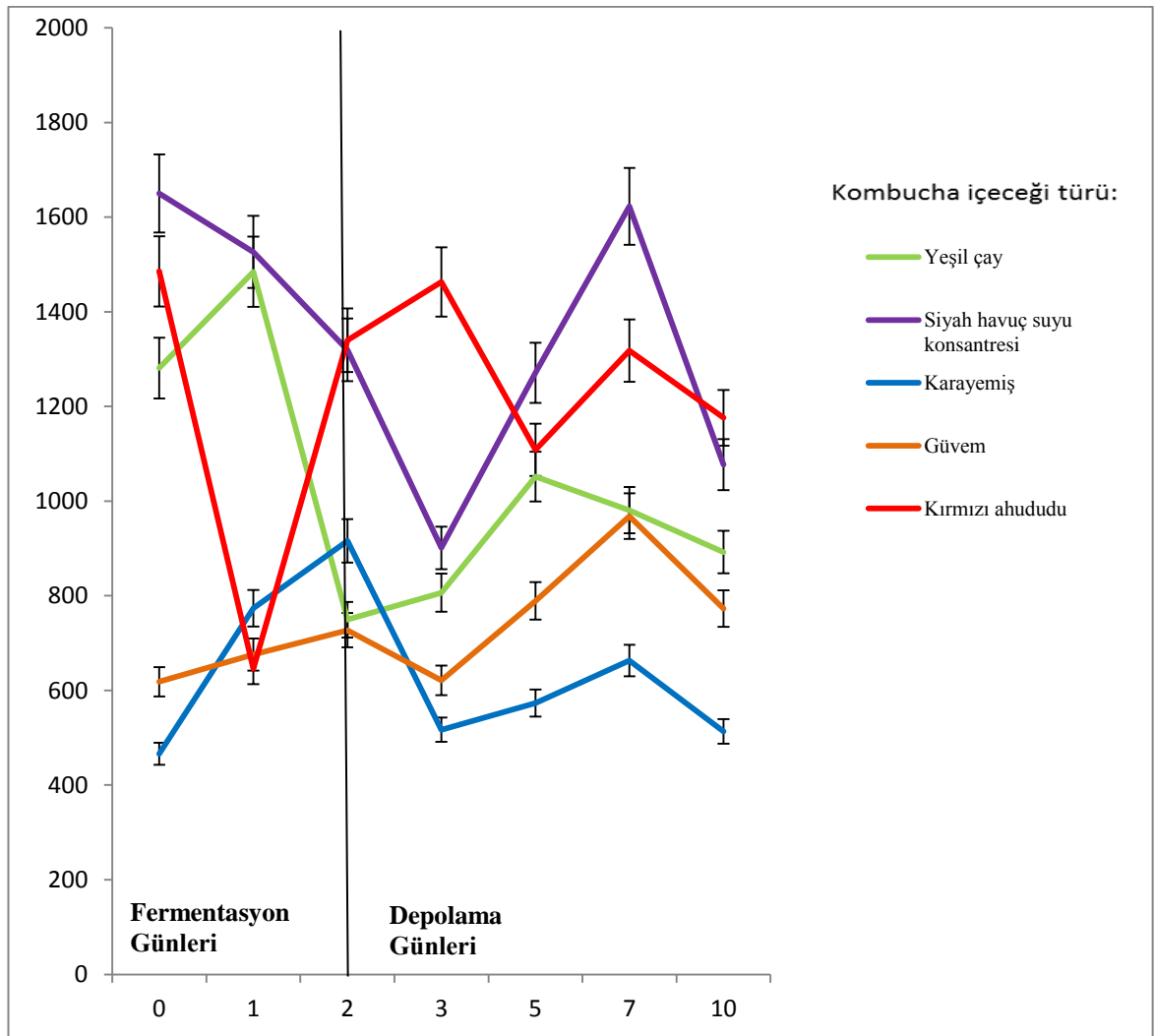


Şekil 4.4. Kültür inoküle edilmemiş substratların toplam fenolik madde (mg GAE/100 mL) ve toplam monomerik antosiyanin içerikleri (ppm).

Fermentasyon sırasında, daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip küçük moleküller, tearubiginlerin depolimerizasyonu nedeniyle açığa çıkmaktadır ve bu durum 'kombucha' nın artan toplam fenolik madde içeriğini açıklamaktadır (Chu ve Chen 2006). Bu artışın bir başka nedeni; kombucha fermentasyonu sırasında bakteriler ve mayalar tarafından serbest bırakılan enzimlerle ilgilidir. Toplam fenolik bileşiklerin artışının nedeni, bu enzimlerin, kompleks polifenollerini küçük moleküllere ayrıştırmasıdır (Jayabalan ve ark. 2008, Liamkaew ve ark. 2016). Bununla birlikte, uzun süreli fermentasyon, polifenol konsantrasyonunda azalmaya yol açabilir (Watawana ve ark. 2016). Fermentasyon işleminin başlatılmasından sonra, fermente kırmızı üzüm kullanılarak üretilen 'kombucha' nın toplam fenolik madde içeriği önemli ölçüde artmış olup, 6. günde %40' lık bir artış kaydedilmiştir (Ayed ve ark. 2017). 3 ay boyunca fermente edilen kombucha içecekleri üzerine yapılan bir çalışma da ise toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan potansiyelinin azaldığını gözlenmiştir (Jayabalan ve ark. 2008).

Karayemiş içeren kombucha örneğinde fermentasyon süresince toplam fenolik madde artmış ancak depolama süresince azalmıştır. Yeşil çay ve güvem içeren örneklerde ise depolama süresince toplam fenolik madde içeriğinde artış gözlenmiştir. (Şekil 4.5).

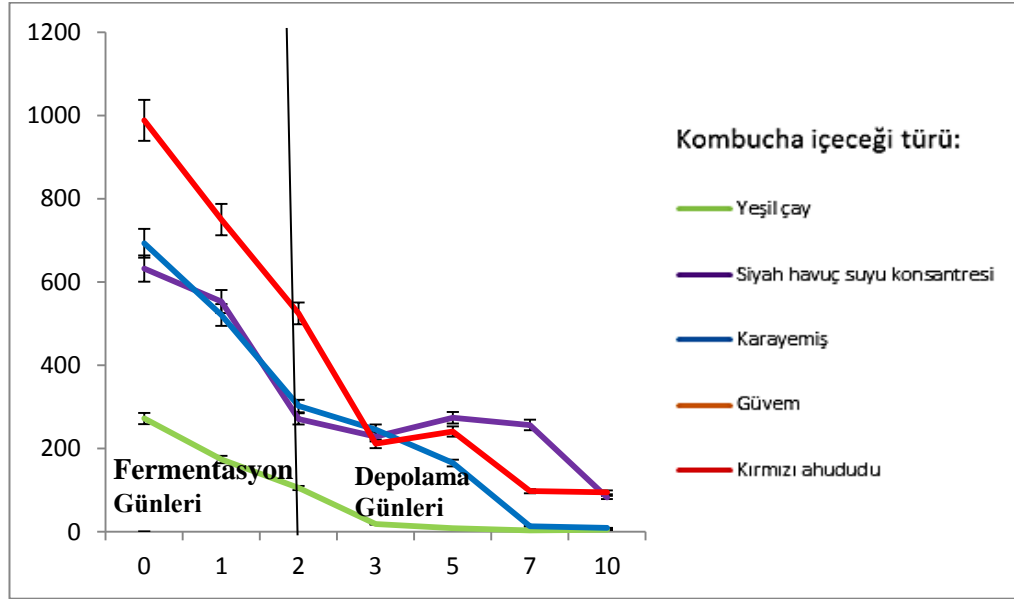
Fermentasyon ile birlikte gojiberi, siyah ve kırmızı gojiberilerle hazırlanan her üç infüzyonun da toplam fenolik içeriğinde artış 28 ile 123.69% arasında seyretmiştir (Abuduaibifu ve Tamer 2019). Ayed ve Hamdi (2015), 6 gün fermentasyondan sonra hint inciri suyu ile üretilen kombucha içeceğinin toplam fenolik içeriğinin % 23 arttığını bildirmiştir.



Şekil 4.5. Kombucha içeceklerinin toplam fenolik madde içeriği değişimi (mg GAE/100 mL)

Toplam monomerik antosiyanin miktarı, ürüne özgü baskın antosiyanin cinsinden hesaplanmıştır. Örneklerin toplam monomerik antosiyanin içeriği, Özkan (2009)

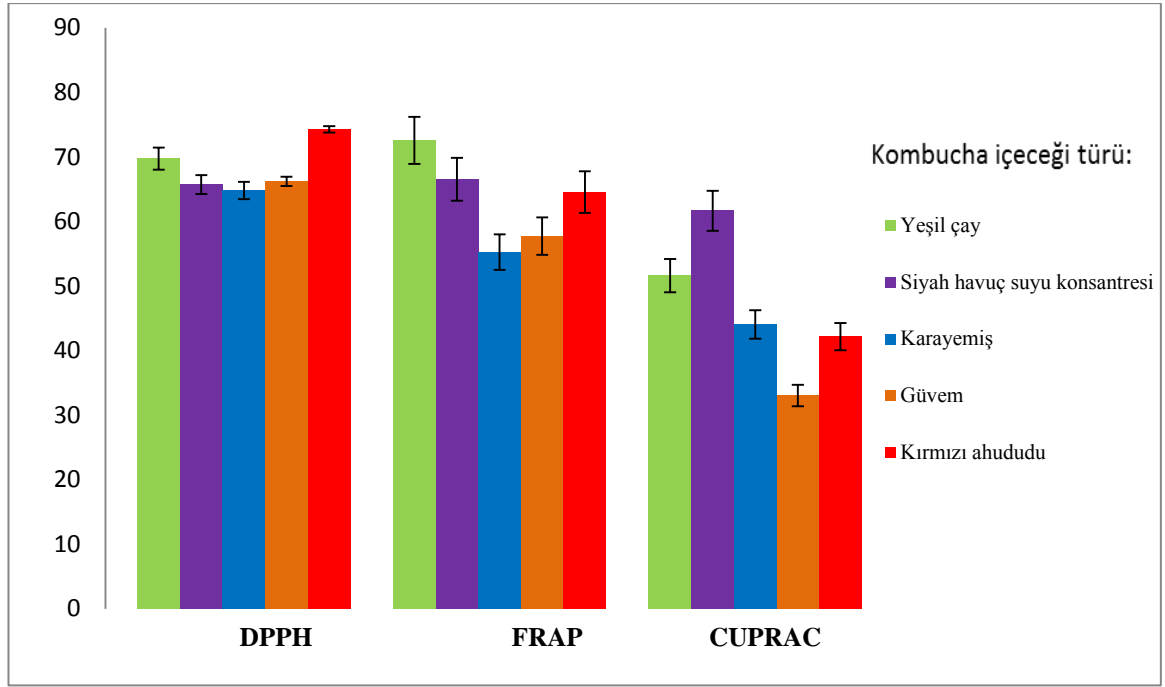
tarafından yeşil çay, karayemiş ve güvem için “cyanide 3-glycoside”, siyah havuç suyu konsantresi içeren örnek için “cyanide-3-galactoside” ve ” Cemeroğlu (2007) tarafından kırmızı ahududu içeren kombucha için “cyanide-3-soforizide olarak hesaplanmıştır. Kültür inoküle edilmemiş substratların toplam monomerik antosiyanin içeriği Şekil 4.4.’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Kombucha içeceklerinin antosiyanin degradasyonu (ppm)

Meyve eklenen kombucha içeceklerinde, meyvelerin zengin antosiyanin içeriği nedeniyle yeşil çay ile üretilen kombuchadan daha yüksek toplam antosiyanin içeriği sonuçları elde edilmiştir. Ahududu içeren kombucha içeceği en yüksek toplam antosiyanin içeriğine sahiptir. Fermentasyona bağlı olarak asitlik artışından dolayı hem fermente edilmiş hem de depolanmış örneklerde antosiyanin içeriğinin önemli ölçüde azaldığı (% 46,89 - 81,90) gözlenmiştir (Şekil 4.6.). Siyah havuç suyu konsantresi ve ahududu içeren örneklerin antosiyanin içeriklerinin diğerlerinden daha stabil olduğu anlaşılmıştır. Bir çalışmada, siyah havuç suyunun monomerik antosiyaninlerinin depolama koşullarında %52 dolaylarında indirgenliği tespit edilmiştir (Özkan 2009). Kültür inoküle edilmemiş substratların DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktiviteleri, 64,83 ile 74,28 $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri/t.s.ç.k}$ (toplam suda çözünür kuru madde) arasında değişmiştir (Şekil 4.7) Tüm örneklerin DPPH yöntemi ile belirlenen

antioksidan aktivitelerinde fermentasyon sırasında hafif artışlar gözlenmiştir. Bu artış depolama sırasında belirgin şekilde devam etmiştir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.7. Kültür inoküle edilmemiş substratların antioksidan aktivite sonuçları (μmol Trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)

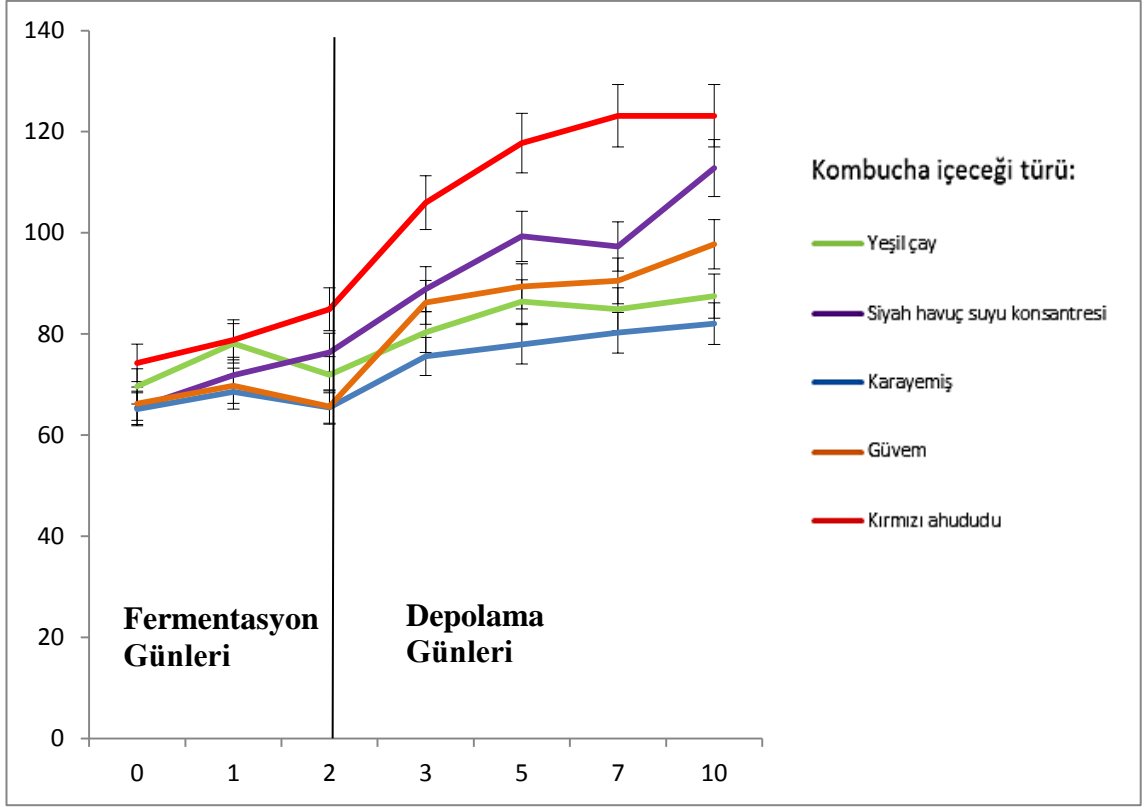
Fermentasyon sonunda ahududu içeren ‘kombucha’ da DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite maksimum seviyede gözlenmiştir. Ahududunun antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada meyvelerde renk koyulaştıkça antioksidan aktivitenin arttığı belirlenmiştir (Lui ve ark. 2002). Ahududunun antioksidan aktivitesi öncelikle antosiyaninler ve ellagitanninler tarafından oluşturulmaktadır (Beekwilder ve ark. 2005). Antosiyaninler güçlü bir antioksidatif aktiviteye sahiptir ve hücreleri ve vücudu oksidasyondan korurlar (Teng ve ark. 2017).

Araştırmacılar, fermentasyonun kompleks bileşenleri basit formlara dönüştürerek biyoaktif bileşiklerin, fenoliklerin, tanenlerin ve flavonoidlerin salınmasına yardımcı olduğunu düşünmektedir (Bhattacharya ve ark. 2016; Gamboa-Gómez ve ark. 2016; Jayabalan, ve ark. 2008).

Son yapılan çalışmalar, ‘kombucha’ nın *in vivo* antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve ‘kombucha’ nın antioksidan aktivitesinin esas olarak polifenollerden (özellikle

kateşinler) kaynaklandığı bildirilmiştir (Mohammadshirazi ve Kalhor 2016). Tüm çay tipleri arasında yeşil çay kateşinler bakımından en zengin olandır. Yeşil çay polifenollerinin antioksidan aktivitesi kimyasal yapılarındaki aromatik halkalara ve bunlara bağlı hidroksil gruplarına atfedilmektedir. Sonuç olarak bu hidroksil grupları serbest radikalleri bağlamakta ve nötralize etmektedir. Çeşitli araştırmacılar polifenollerin ve çay kateşinlerinin *in vitro* koşullarda elektron donorü ve reaktif oksijen türlerinin etkili süpürücüsü olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kateşinler redoks aktif geçiş metal iyonlarını şelatlama yoluyla antioksidan aktivite göstermektedir. Hidroksil ve karboksil gruplarına sahip polifenoller özellikle demir ve bakırı bağlayabilmektedir. Geçiş metal iyonları, O-O bağlarının hemolitik yıkımı ve lipid alkoksil radikallerinin üretimi yoluyla lipid hidroperoksitlerini dekompoze ederek serbest radikal zincir oksidasyonlarını başlatma yeteneğine sahiptir. Çay kateşinlerini de içeren fenolik antioksidanlar bu lipid alkoksil radikallerini bağlayarak lipid peroksidasyonunu inhibe etmektedir. Yeşil çay kateşinleri ayrıca, prooksidan enzimleri inhibe ederek ve antioksidan enzimleri indükleyerek te antioksidan aktivite göstermektedir (Namal Senanayake2013).

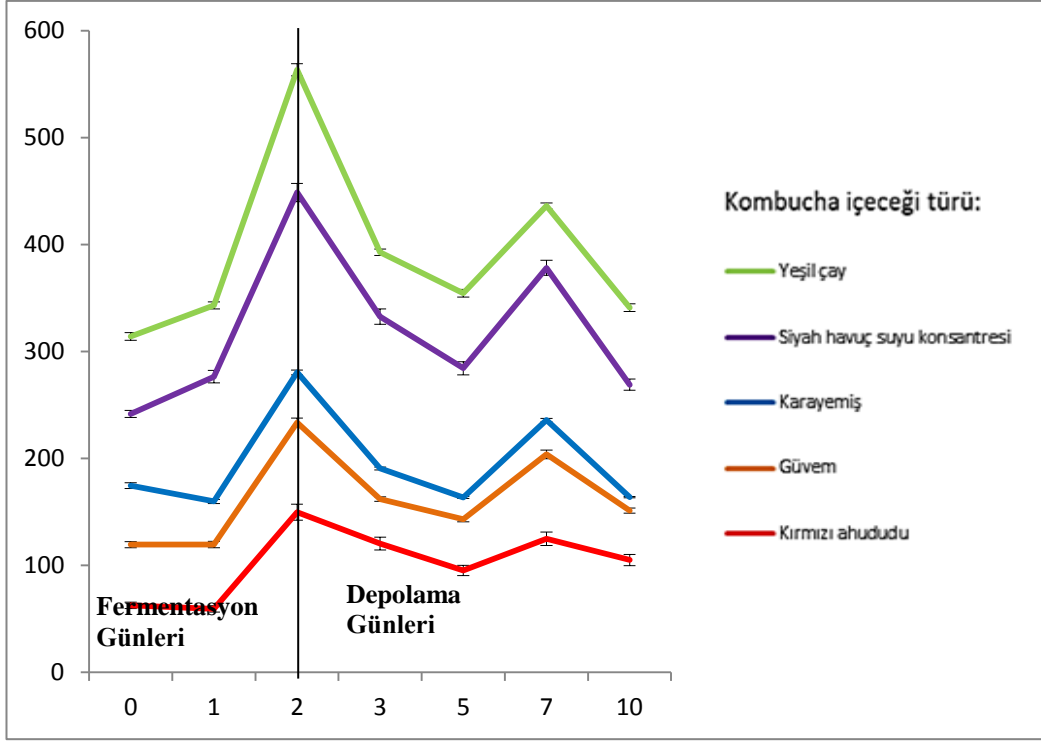
DPPH radikale karşı artan potansiyel, kombucha verilen sıçanlarda kromat (IV) veya kurşuna bağlı oksidatif hasarın önemli ölçüde tersine çevirdiği olgusunu ile açıklanmaktadır (Dipti ve ark. 2003). Ebrahimi Pure ve Ebrahimi Pure (2016) ısırgan yaprağı ve muz kabuğu infüzyonlarını kullanarak ürettiği Kombucha içeceklerinde % 94.62 DPPH inhibisyonu gibi yüksek antioksidan aktivite elde etmiştir. Kombucha elektron vererek demir iyonlarını indirger (Yen ve Chen 1995). Bununla birlikte elektron transferi yoluyla da daha az oranda hidrojen verme yeteneği sayesinde DPPH radikalini nötralize edebildiği bildirilmektedir (Huang ve ark. 2005).



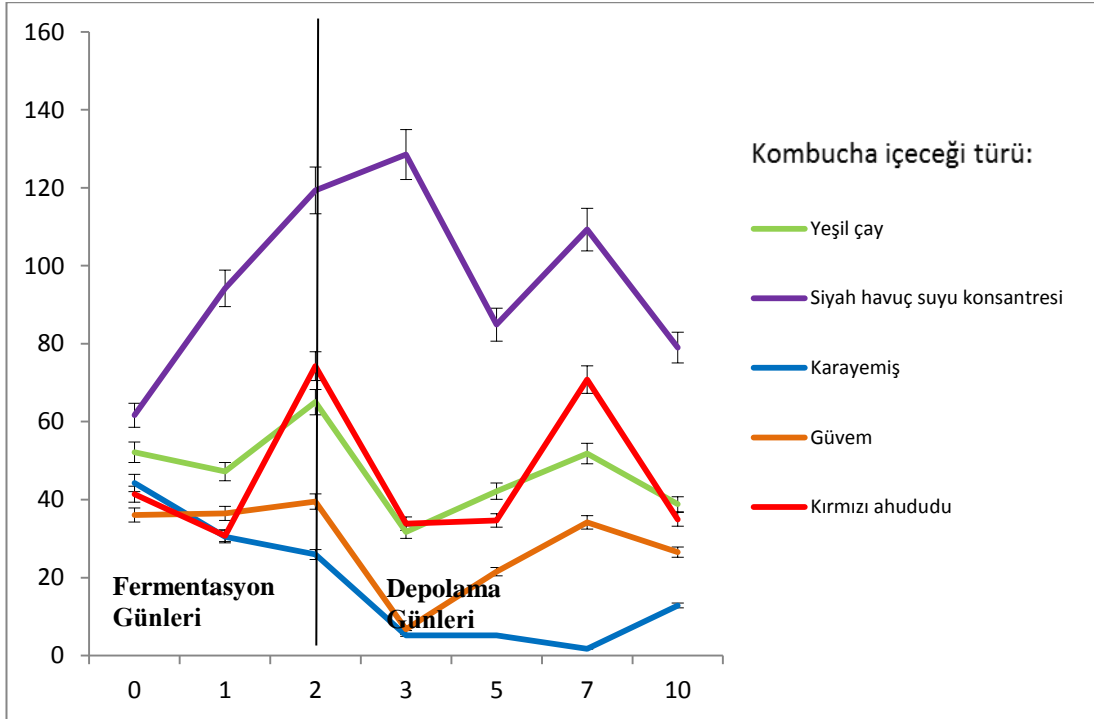
Şekil 4.8. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (DPPH) değişimi (μmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)

FRAP yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite fermentasyon sırasında tüm örneklerde artarken, karayemiş içeren kombucha içeceğinde CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite fermentasyon sonunda azalmıştır (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10). FRAP yöntemi ile belirlenen en yüksek antioksidan aktivite yeşil çay içeren kombucha içeceğinde saptanmış olup bunu siyah havuç suyu konsantresi içeren örnek izlemiştir.

Özkan (2009), siyah havuç suyu ve konsantresinin antioksidan aktivitesinin yüksek klorojenik asit içeriği ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar, 7 gün boyunca fermente edilen hindistan cevizi ile üretilen 'kombucha' nın FRAP analiz sonuçlarıyla $120\text{-}180 \mu\text{mol}$ trolox eşdeğeri/ t.s.ç.k.) benzerlik göstermiştir (Watawana ve ark. 2016).



Şekil 4.9. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (FRAP) değişimi (μmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)



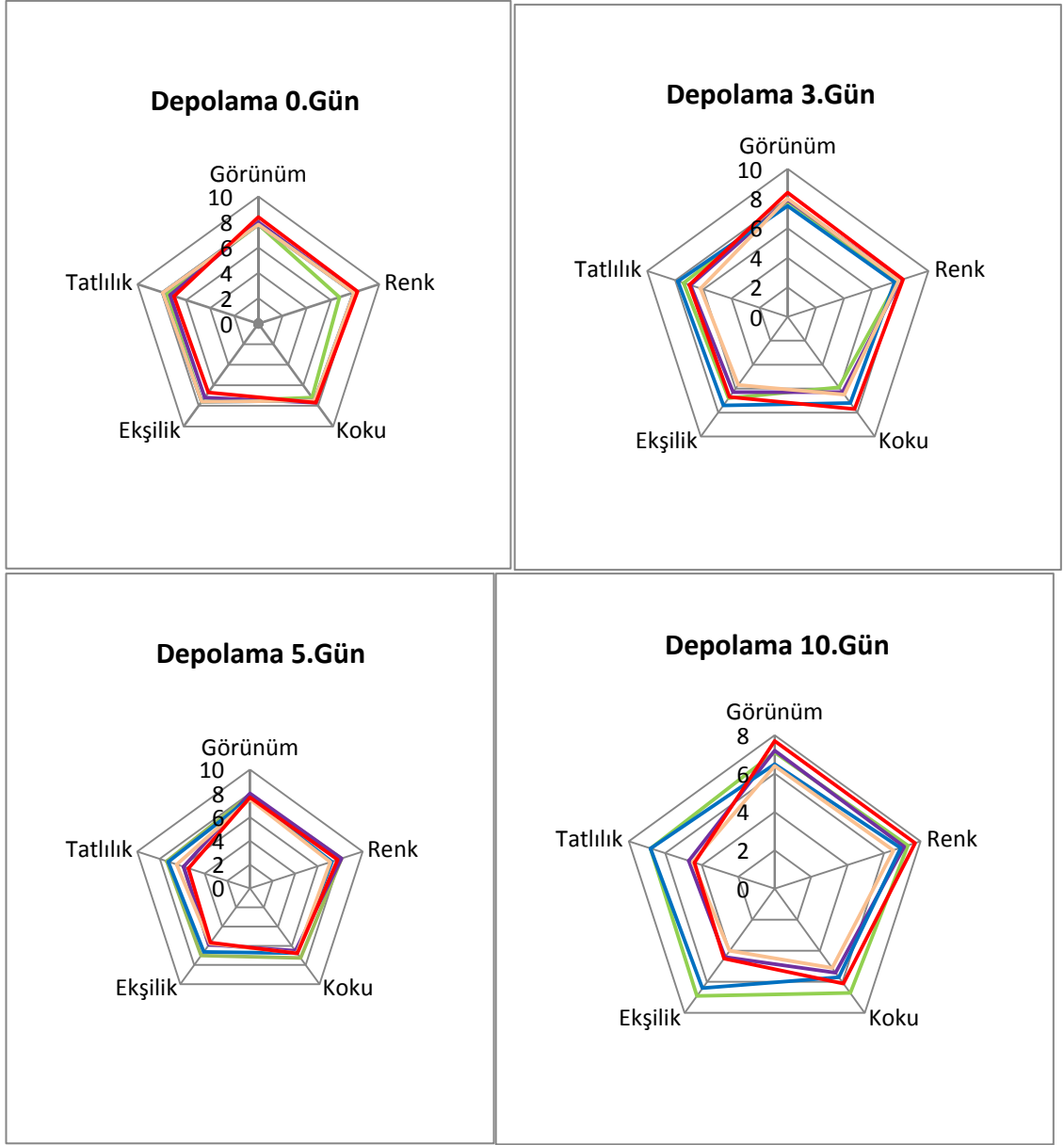
Şekil 4.10. Kombucha içeceklerinin antioksidan aktivite (CUPRAC) değişimi (μmol trolox eşdeğeri/t.s.ç.k)

Fermentasyon sonunda siyah havuç suyu konsantresi içeren kombucha ieinde CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivitede önemli oranda artış (%88.3) gözlenmiştir (şekil 4.10). Cabernet Sauvignon ve Merlot şaraplarının fermentasyonu sırasında CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasitede meydana gelen artış; alkol fermentasyonunun antioksidan kapasite üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Jiang ve Zhen-Wen Zhang 2012).

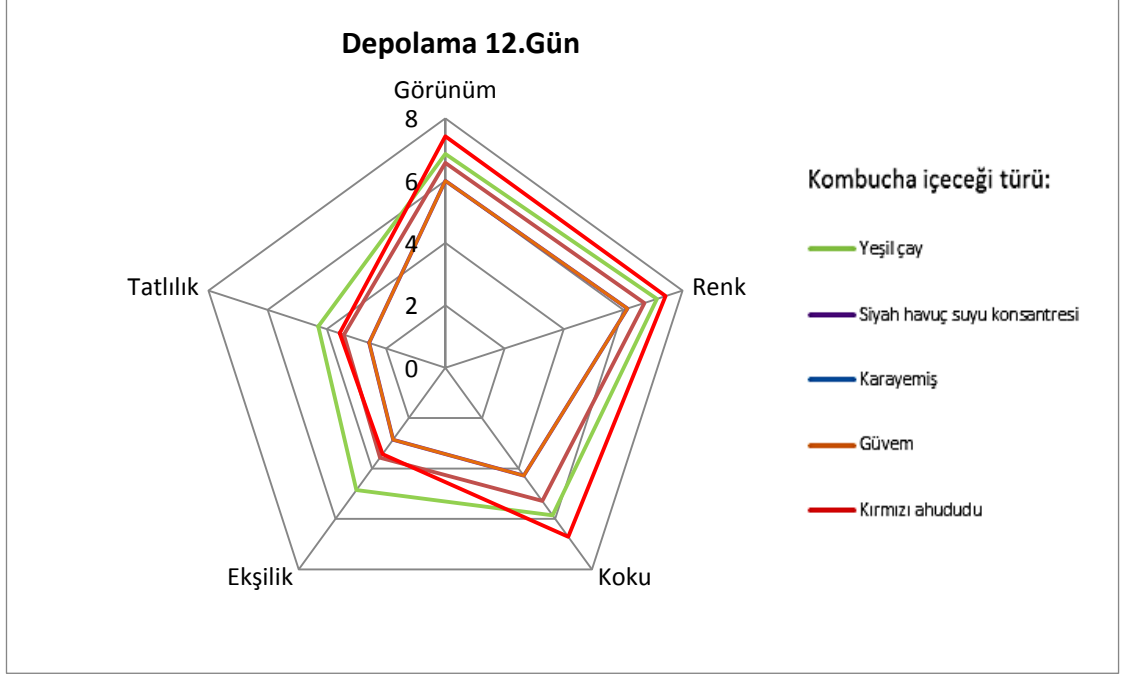
4.4. Duyusal Değerlendirme

Kombucha rnekleri görünüm, renk, koku, ekşilik ve tatlılık özellikleri yönünden depolama boyunca değerlendirilmiştir (şekil 4.11). Örnekler görünüm ve renk açısından yüksek puanlar almıştır. Örneklerin tatlılık bakımından depolama başlangıcında daha yüksek puan alması, kısa süreli fermentasyon sonucunda daha yüksek şeker içeriğine sahip olmaları ile ilişkilidir. Kombucha içecekleri ferahlatıcı ve ekşi tadıyla ayırt edilir. Amarasinghe ve ark. (2018) artan asitliğin tüketicisi beğenilirliğini dşreğini belirtmişlerdir. Ekşiliğin duyusal algısı esas olarak, daha yüksek konsantrasyonlarda hidrojen iyonlarının varlığına bağlanmaktadır (Clarke ve Bakker 2007).

Duyusal analiz sonuçlarına göre, en çok beğenilen içecekler yeşil çay ve karayemiş ile hazırlanan kombucha örnekleri olmuştur. Ahududu ile hazırlanan kombucha ieininin 10 günlük depolama süresi sonunda, siyah havuç suyu konsantresi içeren kombucha örneğinin 11 günlük depolama süresi sonunda ve diğer örneklerin ise 12 günlük depolama süresi sonunda duyusal özellikleri beğenilmemiştir ve duyusal analiz sonlandırılmıştır.



Şekil 4.11. Kombucha örneklerinin duyu analizi sonuçları



Şekil 4.11. Kombucha örneklerinin duyu analiz sonuçları (devam)

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, birçok araştırma sonucunda faydalı özellikleri kanıtlanmış kombucha çayının farklı substratlar kullanılarak fonksiyonel, besleyici ve duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yeşil çayın 28 ± 2 °C' de 14 günlük fermentasyonu sonucu elde edilen kombucha kültürü, inokulasyonlarda kullanılmıştır. Bu kültür %10 (v/v) oranında çalışmada kullanılan meyve sebze ilaveli yeşil çay infüzyonlarına ilave edilmiştir. 28 °C' de 2 günlük fermentasyona tabi tutulmuş ve ardından 4 °C'de depolamaya alınmıştır. Depolama 12 gün sürmüştür. Fermentasyon ve depolama boyunca ürünlerin toplam asitlik, pH, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, toplam monomerik antosiyanin miktarı, renk ölçümü analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ürünler depolamaya alındıktan itibaren 0., 3., 5., 10., ve 12. günlerde duyuşal analizleri gerçekleştirilmiştir. Ürünler görünüm, renk, koku, ekşilik ve tatlılık yönünden değerlendirilmiştir.

Çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre;

Kombucha içecekleri yeşil çay, karayemiş, güvem, siyah havuç suyu konsantresi ve ahududu ile başarıyla üretilmiştir. Fermentasyon sonunda elde edilen kombucha örneklerinin pH değeri azalmıştır. Fermentasyonun pH değeri değişiminde etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ürünlerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri, kültür inoküle edilmemiş örneklerle karşılaştırıldığında artmıştır. Ancak, fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerlerinde zamana bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. Örneklerin toplam monomerik antosiyanin içeriği, depolama sırasında azalmıştır. Renk ölçümü gerçekleştirilen örneklerde; L^* , a^* , b^* değerlerinin fermentasyondan etkilenmediği ve birbirleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Fermentasyon işleminin siyah havuç ve ahududu içeren kombucha içeceklerinin renk değişimi üzerinde genellikle çok fazla bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Yeşilçay, karayemiş ve güvem örneklerinde ise kombucha fermentasyonunun renk değişiminde daha etkili olduğu gerek yapılan ölçümler gerekse de duyuşal olarak belirlenmiştir.

Duyuşal analiz sonuçlarına göre; ahududu ve siyah havuç suyu konsantresi ile üretilen kombucha içecekleri, diğer içeceklerden önce duyuşal olarak kabul edilebilirliklerini yitirmiştir ve karayemiş içeren kombucha en yüksek puanları elde etmiştir.

Bu alışma, yeşil çay ile birleştirilen antosiyanince zengin farklı hammaddelerin substrat olarak kullanımının, içeceklerin antioksidan aktivitelerini arttırdığını göstermiştir. Siyah havuç suyu konsantresi, karayemiş, güvem ve ahudunun fonksiyonel fermente içecekler üretmek için alternatif substratlar olduğu ve kombucha içeceklerinin kabul edilebilirliğini arttırdığını grlmştr. Antosiyanin yönünden zengin yiyeceklerin tüketimi ile ilişkilendirilen sağlık yararları göz önüne alındığında, bu materyaller, besleyici değeri yüksek fonksiyonel içecekler için önemli bir kaynak olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abuduaibifu, A., Tamer C. E. 2019.** Evaluation of physicochemical and bioaccessibility properties of goji berry kombucha. *J Food Process Preserv.* 2019; e14077. DOI: 10.1111/jfpp.14077
- Adriani, L., Mayasari, N., Kartasudjana, R.A. 2011.** The effect of feeding fermented kombucha tea on HLD, LDL and total cholesterol levels in the duck bloods. *Biotechnol. Anim. Husb.* 27, 1749–1755.
- Ağçam, E., Akyıldız, A. 2015.** Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *GIDA*, 40 (3): 149–156. <https://doi.org/10.15237/gida.GD14064>
- Akkurt, M. 2018.** Ahududu. <https://www.foodelphi.com/ahududu-yrd-doc-dr-murat-akkurt/> Erişim tarihi:08.11.2018.
- Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., Waisundara, V. Y. 2018.** Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha “Tea Fungus” during extended periods of fermentation. *Food Science and Nutrition*, 6, 659–665. <https://doi.org/10.1002/fsn3.605>
- Anonim, 2014.** Karayemiş Hakkında Geniş Bilgi. [http://www.blogcu.com/karayemis-hakkinda-genis-bilgi/102826-\(Erişim tarihi: 04.09.2018\)](http://www.blogcu.com/karayemis-hakkinda-genis-bilgi/102826-(Erişim tarihi: 04.09.2018))
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, E.S. 2008.** Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160(4): 413–419. <https://doi.org/10.1007/s00604-007-0777-0>
- Ayed, L., Hamdi, M. 2015.** Manufacture of a beverage from cactus pear juice using “tea fungus” fermentation. *Ann. Microbiol.* 65 (4), 2293–2299.
- Ayed, L., Abid, S.B., Hamdi, M. 2017.** Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, 67(1): 111–121. <https://doi.org/10.1007/s13213-016-1242-2>
- Bauer-petrovska, B., Petrushevska-tozi, L. 2000.** Mineral and water soluble vitamin content in the Kombucha drink. , 201–205.
- Beekwilder, J., Jonker, H., Meesters, P., Hall, R. D., Im, V. D. M., Ch, R. D. V. 2005.** Antioxidants in raspberry: On-line analysis links antioxidant activity to a diversity of individual metabolites. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 53, 3313e3320.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. 1996.** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bhattacharya, S., Gachhui, R., Si, P.C. 2011.** Hepatoprotective properties of kombucha tea against TBHP-induced oxidative stress via suppression of mitochondria dependent apoptosis. *Pathophysiology* 18 (3), 221–234.
- Bhattacharya, D., Bhattacharya, S., Patra, M. M., Chakravorty, S., Sarkar, S., Chakraborty, W., Gachhui, R. 2016.** Antibacterial activity of polyphenolic fraction of Kombucha against enteric bacterial pathogens. *Current Microbiology*, 73(6); 885–896. <https://doi.org/10.1007/s00284-016-1136-3>
- Canbaş, A., Deryaoğlu, A. 1993.** Şalgam Suyunun Üretim Tekniği ve Bileşimi

Üzerinde Bir Araştırma. *Doğa* 17:119-129.

Cavalcanti, R.N., Santos, D.T., and Meireles, M.A.A. 2011. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems - An overview. *Food Research International*, 44(2), 499-509.

Cemeroğlu, B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Cilt 535

Cetojevic-Simin, D. D., Bogdanovic, G.M., Cvetkovic D.D., Velicanski A.S. 2008. Antiproliferative and antimicrobial activity of traditional Kombucha and Satureja montana L. Kombucha. *Journal of B.U.ON.*, (13): 395–401.

Cetojevic-Simin, D. D., Velicanski A.S., Cvetkovic D.D., Markov, S.L., Mrdanovic, J. Z., Bogdanovic, V.V., Solajic, S.V. 2012. Bioactivity of Lemon Balm Kombucha. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5): 1756–1765. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0458-6>

Chen, C., Liu, B. Y. 2000. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89(5):, 834–839. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01188.x>

Choi, J.Y., Ryu, R., Kim Y, J., Cho S.J., Kwon E.Y., Choi, M.S. 2016. Effect of Green Tea Extract on Systemic Metabolic Homeostasis in Diet-Induced Obese Mice Determined via RNA-Seq Transcriptome Profiles *Nutrients* 8(10): 640 DOI: 10.3390/nu8100640

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

Clarke, R.J. Bakker, J. 2007. Wine Flavour Chemistry Bakker *Front Matter in Wine Flavor Chemistry* - Blackwell, Oxford, UK

Çalışır, S., Haciseferoğulları, H., Özcan, M., Arslan, D. 2004. Some nutritional and technological properties of wild plum (*Prunus* spp.) fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 66 (2005): 233–237. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.03.013>

Dipti, P., Yogesh, B., Kain, A.K., Pauline, T., Anju, B., Sairam M. 2003. Lead induced oxidative stress: beneficial effects of Kombucha tea. *Biomed. Environ. Sci.* 16, 276-282

Dufresne, C., Farnworth, E. 2000. Tea, Kombucha, and health: A review. *Food Research International*. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00067-3)

Ebrahimi Pure, A., Ebrahimi Pure, M. 2016. Antioxidant and antibacterial activity of kombucha beverages prepared using banana peel, common nettles and black tea infusions. *Appl. Food Biotechnol.* 3 (2), 125–130.

Eken, A. 2017. Effect of *Laurocerasus officinalis* Roem . (*Cherry Laurel*) Fruit on Dimethoate Induced Hepatotoxicity in Rats [1] Sıçanlarda Dimetotatla Oluşturulan Hepatotoksisite Üzerine Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Meyvesinin Koruyucu Etkisi. , 23(5):, 779–787. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2017.17748>

Ergüney, E., Gülsünoğlu, Z., Durmuş, E.F., Akyılmaz., M.K. 2017. Improvement of Physical Properties of Cherry Laurel Powder. *Akademik Gıda* 13(2): 108-114 .

Erten, H., Bircan, S. 2018. Şalgam Suyundan İzole edilen Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Karakterizasyonu ve Bunların Starter Kültür Olarak Kullanılma Potansiyellerinin Belirlenmesi *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Cilt: 35 -6, (16):, 73–81.

Espin, J. C., Rivas, C.S., Wichers, H.J., Viguera, C.G. 2000. Anthocyanin-based natural colorants: A new source of antiradical activity for foodstuff. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5):1588–1592. <https://doi.org/10.1021/jf9911390>

- 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 coffeeberry® extract. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* 21 (3), 399–409.
- Fournier-Larente, M.P. Morin, D. G. 2016,** Green tea catechins potentiate the effect of antibiotics and modulate adherence and gene expression in *Porphyromonas gingivalis*. *Arch. Oral Biol.* 65, 35-43
- Gamboa-Gómez, C. I., Gonzalez-Laredo, R. F., Gallegos-Infante, J. A., Pérez, M. M. L., Moreno-Jiménez, M. R., Flores-Rueda, A. G., Rocha-Guzmán, N. E. 2016.** Antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of Eucalyptus camaldulensis and Litsea glaucescens infusions fermented with kombucha consortium. *Food Technology and Biotechnology*, 54(3), 367–374. <https://doi.org/10.17113/ftb.54.03.16.4622>
- Gharib, O. A. 2009.** Effects of Kombucha on oxidative stress induced nephrotoxicity in rats. *Chinese Medicine*, 6: 2–7. <https://doi.org/10.1186/1749-8546-4-23>
- Giusti, M. M., Wrolstad, R. E. 2003.** Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3):, 217–225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)
- 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. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.7.976>
- Han, Z. X., Rana, M. M., Lui, G. F., Gao, M. J., Li, D. X., Wu, F. G., Li, X. B., Wan, X. C., Whei, S. 2016.** Green tea flavour determinants and their changes over manufacturing processes. *Food Chemistry*, 212: 739–748. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.049>
- Hartmann, A. M., Burleson, L.E., Holmes, A.K., Geist, C. R. 2000.** Effects of Chronic Kombucha Ingestion on Open- field Behaviors , Longevity , Appetitive Behaviors , and Organs in C57-BL / 6 Mice : A Pilot Study. *Nutrition* 16:755–761
- Haslam, E. 2003.** Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry*, 64(1):, 61–73. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00355-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00355-8)
- Huang, D. Ou, B., Prior, R. L. 2005.** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6): 1841–1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
- İslam, A. 2010.** ‘Kiraz’ cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, (30): 301 – 302. <https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514227>
- İyiçınar, H. 2007.** Kontrollü Şartlarda Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formülasyonların Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Sathishkumar, M., Binupriya, A. R., Swaminathan, K., Yun, S. E. 2008.** Preservation of kombucha tea-Effect of temperature on tea components and free radical scavenging properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19): 9064–9071. <https://doi.org/10.1021/jf8020893>
- Jayabalan, R., Malbasa, R.V., Loncar, E. S., Vitas, J. S., Sathishkumar, M. A. 2014.** Review on Kombucha tea microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13, 538–550.

- Jiang, B., Zhen-Wen Zhang, Z. W. 2012.** Comparison on Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Cabernet Sauvignon and Merlot Wines from Four Wine Grape-Growing Regions in China *Molecules* 17(8): 8804-8821
- Kahkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, T. H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M. 1999.** Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem* , 3954–3962. <https://doi.org/10.1021/jf990146l>
- Kalyoncu, İ. H., Ersoy, N., Elidemir, A. Y., Dolek, C. 2013.** Mineral and Some Physico-Chemical Composition of ‘ Karayemis ’ (*Prunus laurocerasus L.*) Fruits Grown in Northeast. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 7(6): 430–433.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M. 2006.** Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94(4):, 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.004>
- Kırcı H. 2017.** Güvem (*Prunus spinosa*) Meyvesinden Fonksiyonel Sirke Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Kresty, L. A., Morse, M. A., Morgan, C., Charlton, P. S., Lu, J. Gupta, A., Blackwood, M., Stoner, G. D. 2001.** Chemoprevention of Esophageal Tumorigenesis by Dietary Administration of Lyophilized Black Raspberries. *Environmental Health*, (33):, 6112–6119.
- Kubilay, Z. 2014.** Karpuz (*Citrullus Vulgaris*) ve Kavun (*Cucumis Melo*) Meyve Sularının Kombucha Mantarı ile Fermantasyon Ürünlerinin Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Koç, B. E., Türkyılmaz, M., Özkan, M. 2012.** Siyah Havuç Suyu Konsantrinin Akide Şekerlerinde Renklendirici Olarak Kullanılması ve Monomerik Antosiyaninlerin Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda* 10(1) (2012) 30-39
- Kole, A. S., Jones, H. D., Christensen, R., Gladstein, J. 2009.** A case of kombucha tea toxicity. *J. Intensive Care Med.* 24 (3), 205–207.
- Kumar, S. D. Narayan, G., Hassarajani, S. 2008.** Determination of anionic minerals in black and kombucha tea using ion chromatography. 111: 784–788. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.012>
- Khosravi, S., Safari, M., Emam-Djomeh, Z., Golmakani, M. T. 2019.** Development of fermented date syrup using kombucha starter culture. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, e13872. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13872>
- Lui, M., Li, X. Q., Weber, C., Lee, C. Y., Brown, J., Liu, R. H. 2002.** Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *J Agric Food Chem.* 50(10):2926-30.
- Liamkaew, R., Chatrawanit, J., Danvirutai, P. 2016.** Kombucha Production by Combinations of Black Tea and Apple Juice. *Science and technology*, 6(2):, 139–146. Retrieved from <http://www.sci.rmutt.ac.th/stj/index.php/Volume7/article/view/176>
- Lobo, R. O., Shenoy, C. K. 2014.** Myocardial potency of bio-tea against Isoproterenol induced myocardial damage in rats. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7):, 4491–4498. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1492-6>
- Lopez De Las Hazas, M. C. Mosele, J. I., Macia, A., Ludwig, I. A., Motilva, M. J. 2017.** Exploring the Colonic Metabolism of Grape and Strawberry Anthocyanins and Their in Vitro Apoptotic Effects in HT-29 Colon Cancer Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(31):, 6477–6487. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04096>

- Loncar, E., Djuric, M., Malbasa, R., Kolarov, L.J., Klasnja, M. 2006.** Influence of working conditions upon kombucha conducted fermentation of black tea. *Trans I Chem. E, Part C Food Bioprod. Process.* 84 (C3), 186–192.
- Malbasa, R. V., Loncar., E.S., Vitas, J. S., Brunet, J. M. C. 2011.** Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry.* <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.048>
- Mohammadshirazi, A., Kalhor, E. B. 2016.** Energy and cost analyses of kombucha beverage production *Renew. Sust. Energ. Rev.* 55, 668-673
- Moreno-Jiménez, M. R., Rocha-Guzmán, N. E., Rutiaga-Quiñones, J. G., Medrano-Núñez, D., Rojas-Contreras, J. A., Alberto, R. F. G. L. J. 2018.** Polyphenolic profile, sugar consumption and organic acids generation along fermentation of infusions from guava (*Pisidiumguajava*) by the kombucha consortium. *Recent Research in Science and Technology*, 10, 16–22. <https://doi.org/10.25081/rrst.2018.10.3399>
- Murugesan, G.S., Sathishkumar, M., Jayabalan, R., Binupriya A. R., Swaminathan, K., Yun, S. E. 2009.** Hepatoprotective and Curative Properties of Kombucha Tea Against Carbon Tetrachloride-Induced Toxicity. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, (19): 397-402 <https://doi.org/10.4014/jmb.0806.374>
- Namal, S. 2013.** Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications – A review *J. Funct. Foods* 5(4), 1529–1541
- Ou, B., Huang, D., Woodill, M. H., Flanagan, J. A., Deemer, E. 2002.** Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study, (1):, 3122–3128. <https://doi.org/10.1021/jf0116606>
- Özkan, M. 2009.** Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Depolanması Sürecinde Fenolik Maddeler ve Antosiyaninlerdeki Değişimler ve Bu Değişimlerin Antioksidan Aktivite ile İlişkisi Bilimsel Araştırma Raporu, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Pauline, T., Dipti, P., Anju, B., Kavimani, S., Sharma, S. K., Kain, A. K., Sarada, S. K., Sairam, M., Ilavazhagan, G., Devendra, K., Selvamurthy, W. 2001.** Studies on toxicity, anti-stress and hepato-protective properties of kombucha tea. *Biomed. Environ. Sci.* 14, 207–213.
- Pinacho, R., Caverro, R. Y., Astiasaran, I., Ansorena, D., Calvo, M. I. 2015.** Phenolic compounds of blackthorn (*Prunus spinosa* L.) and influence of in vitro digestion on their antioxidant capacity. *Journal of Functional Foods*, 19:, 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.015>
- Sancho, R. A. S., Pastore, G. M. 2012.** Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. *Food Research International*, 46(1):, 378–386. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.021>
- Sezer, D. B., Tokath, K. E., Demirdöven, A. 2016.** Çakal Eriği ve Yonuz Eriği Marmelatları. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 33(1): 125–131. <https://doi.org/10.13002/jafag899>
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., Knol, W. 2000.** Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6):, 2589–2594. <https://doi.org/10.1021/jf991333m>
- Srinivasan, R., Smolinske, S., Greenbaum, D. 1997.** Probable gastrointestinal toxicity of kombucha tea: is this beverage healthy or harmful? *J. Gen. Intern. Med.* 12, 643–644.
- Singleton V. L, Rossi J. A. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158.

- Sinir G. Ö., Tamer C.E. , Suna, S. 2019.** Kombucha Tea: A Promising Fermented Functional Beverage. *Fermented Beverages*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00010-5>
- Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U., Teuber, M. 1995.** Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. *Systematic and Applied Microbiology*, 18, 590–594. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(11\)80420-0](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(11)80420-0)
- Shahbazi, H., Gahruie, H. H., Golmakani, M. T., Eskandari, M. H., Movahedi, M. 2018.** Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Science & Nutrition*, 6, 2568–2577. <https://doi.org/10.1002/fsn3.873>
- Stoner, G. D., Mukhtar, H. 1995.** Polyphenols as Cancer Chemopreventive Agent. *Journal of Biochemistry Supplement*. (22): 169-180
- Şahin, H., Özdemir, F., 2006.** Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi Bolu
- Tatoğlu, Ö. 2014.** Siyah havuç posasının fermente siyah havuç suyu üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Teng, H. Fang, T., Lin, Q., Song, H., Liu, B., Chen, L. 2017.** Red raspberry and its anthocyanins: Bioactivity beyond antioxidant capacity. *Trends in Food Science and Technology*, 66:, 153–165. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.015>
- Teoh, A. L., Heard, G., Cox, J. 2004.** Yeast ecology of Kombucha fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 95(2):, 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.020>
- Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., Dong, M. 2019.** Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.024>
- Torskangerpoll, K., Andersen, Q. M. 2005.** Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. *Food Chemistry* 89(3):427-440 DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.03.002
- Vazquez-Cabral, B. D., Rocha, N., Gallegos-Infante, J.A., Gonzalez-Herrera, S. M. 2014.** Chemical and sensory evaluation of a functional beverage obtained from infusions of oak leaves (*Quercus resinosa*) inoculated with the kombucha consortium under different processing conditions. *Nutrafoods*, 13(4):, 169–178. <https://doi.org/10.1007/s13749-014-0035-0>
- Velicanski, A. S., Cvetkovic, D. D., Markov, S. L., Tumbas, V. T., Savatovic, S. M. 2007.** Antimicrobial and antioxidant activity of lemon balm kombucha. *APTEFF*, 38: 1-190 <https://doi.org/10.2298/APT0738165V>
- Velicanski, A. Cvetkovic, D., Markov, S. 2013.** Characteristics of kombucha fermentation on medicinal herbs from lamiaceae family. *Romanian Biotechnological Letters*, 18(1):, 8034–8042.
- Vitas, J. S., Cvetanović, A. D., Mašković, P. Z., Švarc-Gajić, J. V., Malbaša, R. V. 2018.** Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. *Journal of Functional Foods*, 44, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.019>
- Vijayaraghavan, R., Singh, M., Rao, P.V., Bhattacharya, R., Kumar, P., Sugendran, K., Kumar, O., Pant, S. C., Singh, R. 2000.** Subacute (90 days) oral toxicity studies of kombucha tea. *Biomed. Environ. Sci.* 13 (4), 293–299.

- Vina, I., Semjonovs, P., Linde, R., Denina, I. 2014.** Current evidence on physiological activity and expected health effects of kombucha fermented beverage. *J. Med. Food* 17 (2), 179–188.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C.B., Waisundara, V.Y. 2016.** Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha ‘tea fungus’. *Int. J. Food Sci. Technol.* 51, 490–498.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Waisundara, V. Y. 2018.** Value added tea (*Camellia sinensis*) as a functional food using the kombucha ‘tea fungus’. *Chiang Mai Journal of Science*, 45(1), 136–146.
- Yavari, N., Assadi, M. M., Moghadam, M. B., Larijani, K. 2011.** Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(11), 1788–1794.
- Yen, G. C., Chen, H. Y. 1995.** Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.* 43(1): 27-32
- Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasaria, F. R., Srianta, I., Blanc, P. J. 2018.** Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, 198–203. Retrieved from <http://repository.wima.ac.id/id/eprint/16351>

EKLER

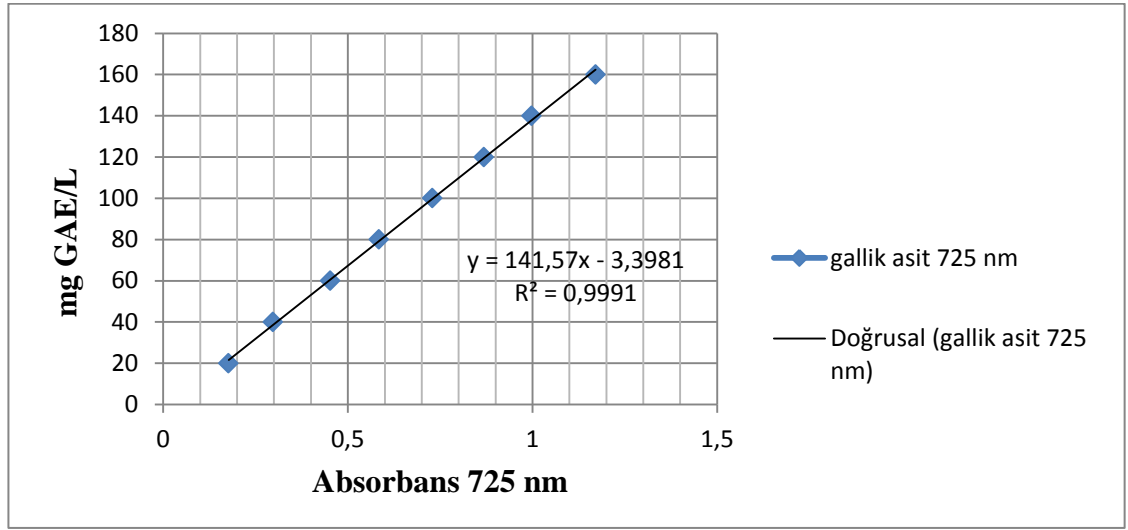
EK.1. Toplam fenolik madde analizinde kullanılan standart kurve

EK.2. DPPH analizinde kullanılan standart kurve

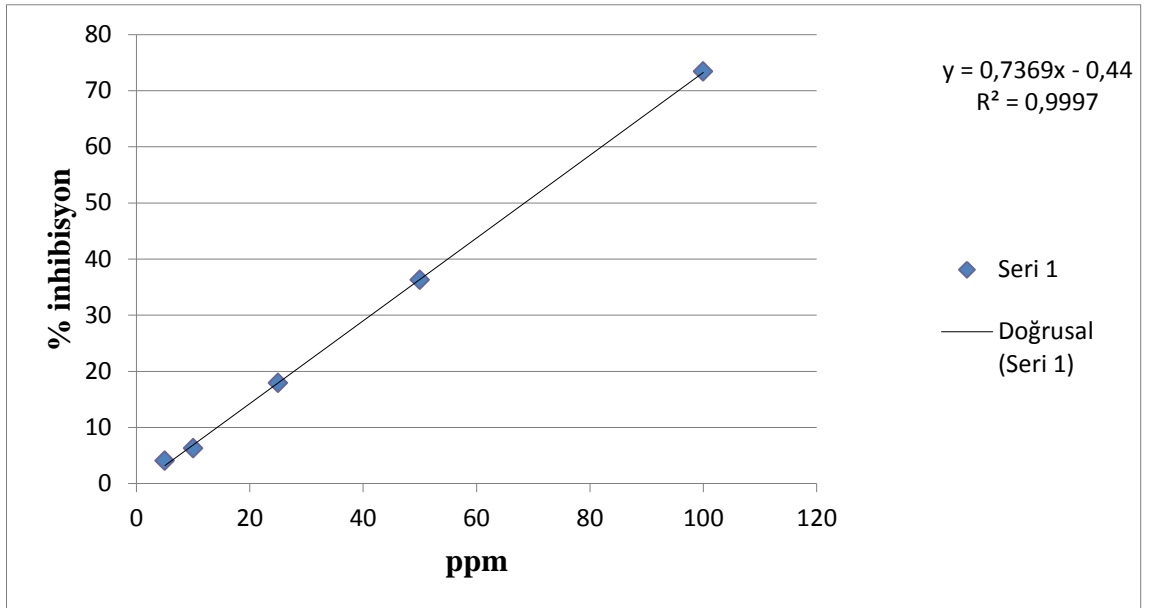
EK.3.FRAP analizinde kullanılan standart kurve

EK.4. CUPRAC analizinde kullanılan standart kurve

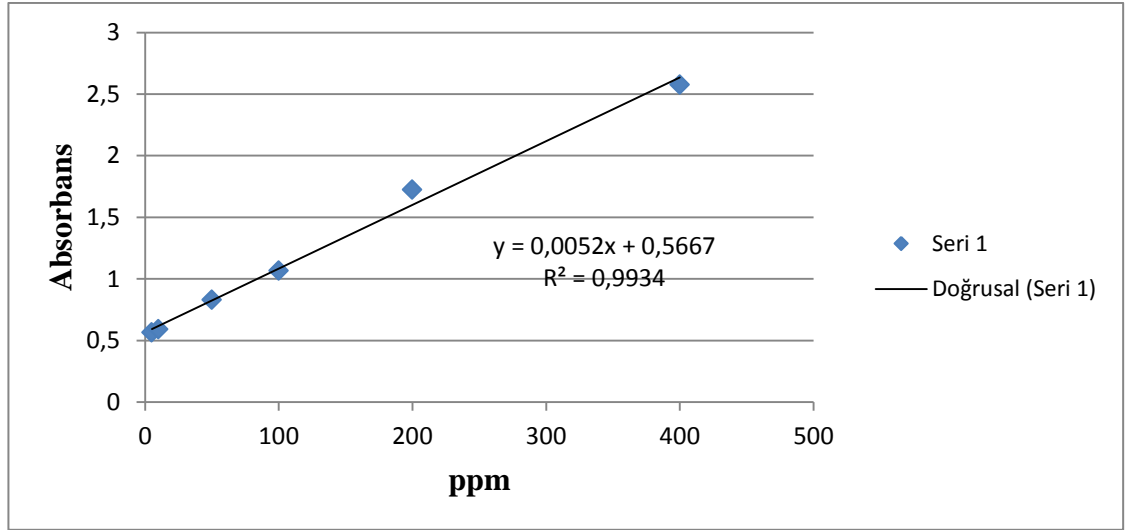
EK.1. Toplam fenolik madde analizinde kullanılan standart kurve



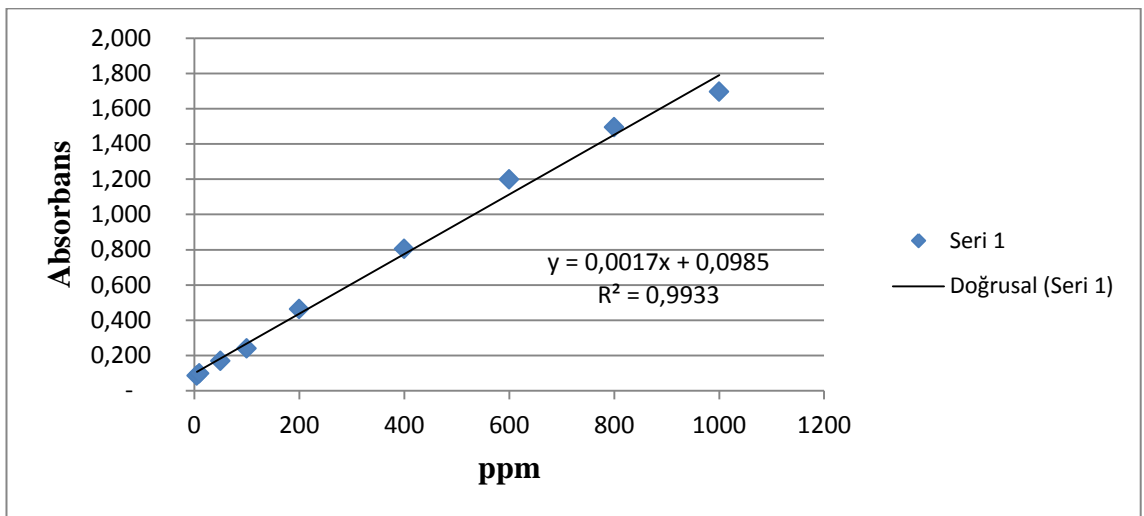
EK.2. DPPH analizinde kullanılan standart kurve



EK.3.FRAP analizinde kullanılan standart kurve



EK.4. CUPRAC analizinde kullanılan standart kurve



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abubekir ULUSOY
Doğum Yeri ve Tarihi : Kars/Kağızman 10.02.1992
Yabancı Dili : İngilizce, Rusça

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : İnegöl Turgutalp Anadolu Lisesi
Lisans : Ege Üniversitesi-Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi-Gıda Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Sofra Grup- 10.2018- devam ediyor.

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

Yayınları :

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

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

| | |
|--------------------------------|---|
| Yazar Adı Soyadı | Abubekir ULUSOY |
| Tez Adı | Karayemiş (<i>Prunus laurocerasus</i>), siyah havuç (<i>Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.</i>), güvem (<i>Prunus spinosa</i>) ve ahududu (<i>Rubus idaeus</i>) kullanılarak üretilen kombucha çaylarının antioksidan aktivitelerinin araştırılması ve antosiyanin miktarının belirlenmesi |
| Enstitü | Fen Bilimleri Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | Gıda Teknolojisi |
| Tez Türü | Deneysel |
| Tez Danışman(lar)ı | Doç. Dr. Canan Ece TAMER |
| Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni | <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum |
| Yayımlama izni | <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum |

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 27.05.2019

İmza : 