

Determination of Some Properties of a Kombucha Beverage Produced with Bitter Orange Peel and Bergamot

Yunus Nail İnce, Çağlar Gökırmaklı, Zeynep B. Güzel Seydim

Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, TÜRKİYE
E-posta: zeynepseydim@sdu.edu.tr

Abstract

In recent years, awareness of the role of diet in maintaining human well-being and health has increased. Consumers expect food products not only to provide essential nutrients but also to serve as sources of biologically active compounds that may benefit health. Kombucha is a fermented beverage produced under aerobic conditions through the addition of a symbiotic culture of bacteria and yeast (SCOBY). In this study, a novel kombucha beverage was developed by fermenting green tea with equal amounts of bitter orange peel and bergamot peel. Green tea was used for kombucha production. Sixty grams of organic brown sugar was added to 1 L of water and boiled. Then, 3.3 g of green tea, 34.3 g of bergamot peel, and 34.3 g of bitter orange peel were added to the boiled water and allowed to steep for 15 min. After cooling to 24–25 °C, 10% kombucha culture was added, and the mixture was allowed to ferment. The pH, titratable acidity (g/L), °Brix, dry matter (%), and color values of the green tea kombucha produced with bitter orange and bergamot peels were 3.27, 0.42 g/L, 6.5, 6.56%, 25.14 (L*), -0.64 (a*), and 0.17 (b*), respectively. In addition, microbiological and antioxidant activity analyses were performed. Sensory evaluation showed that the kombucha containing bitter orange and bergamot peels was generally more highly appreciated in terms of taste than the green tea control group.

Keywords: Kombucha, Bergamot, Bitter Orange Peel, Green Tea, Fermentation

Turunç Kabuğu ve Bergamot ile Yapılan Kombucha İçeceğinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

Özet

Son günlerde, insanların refahı ve sağlığı korumada diyetin rolü hakkındaki farkındalığı artmıştır. İnsanlar, ürünlerin kendilerine yalnızca gerekli besinleri sağlamasını değil, aynı zamanda sağlıkları için yararlı olan biyolojik olarak aktif maddelerin kaynağı olmasını da beklemektedir. Kombu çayı kültürü (SCOBY) ilavesiyle aerobik koşullarda fermentasyon yoluyla üretilen bir içecektir. Bu çalışmada aynı miktarda turunç kabuğu ve bergamot ilave edilerek yeşil çayın fermentasyonu ile yeni bir Kombucha içeceği geliştirilmiştir. Kombucha üretiminde yeşil çay kullanılmıştır. 1 lt. suya 60 gr organik esmer şeker eklenerek kaynatılmıştır. Kaynamış suya 3,3 gr yeşil çay ilave edilmiş ve 34,3 gr bergamot kabuğu ve 34,3 gr turunç kabuğu ilave edilerek 15 dk demlenmeye bırakılmıştır. 24-25 °C soğuduktan sonra (%10) kombucha kültürü ilave edilerek fermentasyona bırakılmıştır. Turunç kabuğu ve bergamot ot ile yapılan yeşil çay kombucha çayının pH, titrasyon asitliği (g/L), briks, kurumadde (%) ve renk değerleri sırasıyla 3.27, 0.42 (g/L), 6.5, 6.56, 25.14 (L*), -0.64 (a*), 0.17 (b*) olarak bulunmuştur. Bunun yanında mikrobiyolojik ve antioksidan aktivite testleri yapılmıştır. Duyusal olarak turunç kabuğu ve bergamot ile yapılan kombuchanın tadı kontrol grubu yeşil çaya göre genel olarak daha çok beğenilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kombucha, Bergamot, Turunç kabuğu

Giriş

Ülkemizde üretilen meyveler içinde turunçgiller (portakal, limon, mandarin, bergamut, greyluft vb.) önemli bir paya sahiptir. *Citrus bergamia* Risso et Poiteau bitkisinin ortak adı olan ve Rutaceae familyasına ait olan bergamot, sarı bir kabuğa sahip portakal büyüklüğünde bit meyvedir (Perna vd., 2019). Esas vatani Batı Hindistan olan bergamot günümüzde İran, Güney Amerika (Arjantin ve Brezilya), Fildişi Sahilleri ve Akdeniz bölgesinde (Fas, Kefalonya ve Güney İtalya) yetişmektedir (Ballistreri vd., 2021). Bergamot ve diğer turunçgillerin sağlık üzerine faydaları çeşitli araştırmaların konusu olmasını sağlamıştır.

Fermente ürünlerden “Kombucha”, maya ve asetik asit bakterilerinin simbiyotik birleşiminin şekerli çayın fermentasyonu ile elde edilen bir içecek olup ve kelime olarak Japonca *Laminaria japonica* adındaki geniş yapraklı bir deniz yosununu tanımlayan ‘Kombu’ ile çay anlamına gelen ‘Cha’ kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır (Giritlioğlu vd., 2020).



Fermente edilmiş çayın ilk tüketimi M.Ö. 220’de Manchuria bölgesinde olmuştur. Daha sonra Rusya ve Almanya’da kullanılmış ve son zamanlarda ABD’de kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu popülerite onun düşük etanol içeriği nedeniyle hayat verici ve canlandırıcı gücüyle ilişkilidir (Şafak vd., 2003).

Kombucha çayı tatlı bir ortamda, genellikle siyah çayda asit bakterileri (AAB; *Komagataeibacter*, *Gluconobacter* ve *Acetobacter* türleri), laktik asit bakterileri (LAB; *Lactobacillus Lactococcus*) ve mayalar (*Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces*) *ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulaspora delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*) simbiyotik bir asetik kültürden elde edilir. Fermantasyon süreci ayrıca belirli AAB suşlarının aktivitesi nedeniyle büyüme ortamının yüzeyinde yüzen bir biyofilm oluşumuna da yol açar. Mevcut ana asitler asetik, glukonik, tartarik, malik ve daha az oranda sitrik asittir. Tüm bu asitler, karakteristik ekşi tadından sorumludur. Tüketici bilinciyle birlikte, minimum işlenmiş, katkı maddesi içermeyen, besin değeri yüksek ve sağlık yararları olan ürünlere yönelik gerçek gıda eğilimleri artmıştır. Bu bağlamda geleneksel Kombucha çayı, probiyotik özelliklerinden dolayı son zamanlarda araştırmacıların ve tüketicilerin dikkatini çekmiştir. Ancak üretim teknolojisi, mikrobiyotası, yan ürünleri ve fizikokimyasal özellikleri endüstriyel üretim için dikkate alınması gereken önemli gerçeklerdir. İzlenen metabolik yola bağlı olarak çeşitli fermantasyon türleri ve elde edilen ürünler vardır. Kombucha fermantasyonu üçünün bir kombinasyonudur: alkollü, laktik ve asetik olan, bunun nedeni besiyerinde bir arada bulunan birkaç maya ve bakterinin varlığıdır. Osmotolerant mikroorganizmalar tarafından başlatılmakta ve sonuçta aside toleranslı türler hâkim olmaktadır. Birkaç yazar, Kombucha çayının faydalarını inceledi; ancak aktif bileşenlerinin karakterizasyonu, fermantasyon sırasındaki evrimleri ve farmakolojik aktiviteleri hakkında çok az bilgi vardır. Ayrıca, fermenterlerin, substratların, metabolitlerin etkisi ve bunların organoleptik nitelikler ve fermantasyon kinetiği üzerindeki gelişmeleri de değerlendirilmelidir (Villarreal-Soto vd., 2022).

Kombucha, Combuchu ya da mantar çayı genellikle Asya’da tüketilen geleneksel bir içecek olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda Rusya ve Almanya’da da tüketilmektedir. Çayın kökeninin Çin olduğu ve M.Ö. 221 yıllarında üretildiği tahmin edilmektedir. Hafif asitli, karbonatlı ve tatlı bir tada sahip olan çay çoğunlukla evde hazırlanıp tüketilmektedir (Akarca ve Tomar, 2018).

Bu çayın kökeninin MÖ 221 yılı Çin’ine dayandığını anlatılır: Ona, ‘Ölümsüzlük İlacı’ adı verilmiştir (Kutluer, 2009). MS 414 yılında Koreli Dr. Kombu, Japon İmparatoru Inkyo’yu tedavi için bu iksiri Japonya’ya getirmiştir. Daha sonra kombu çayın kullanımı, Rusya, Hindistan ve Avrupa’ya yayılmıştır. Bakteri ve maya simbiyotik kültürüyle şekerli çayın fermentasyonunu içeren içecektir (Sirisa-ard vd., 2015).

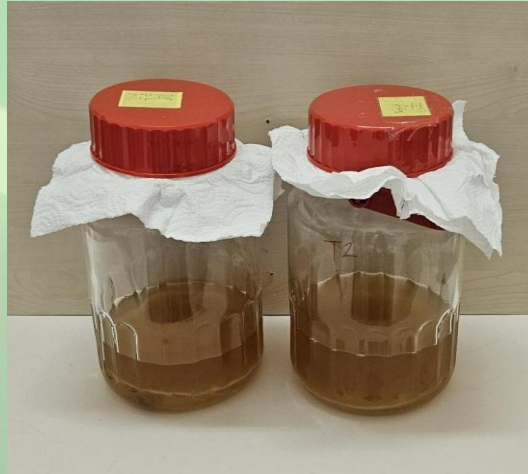
Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada organik esmer kamışı şekeri (Alnatura, Rahrohr Zucker), organik ÇAYKUR zümrüt yeşil çayı (*Camellia sinensis*) kullanılmıştır. Kombuchanın üretimi ve malzemeleri Antalya’dan alınmış ve analizleri ise Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Kombucha Üretimi

Kombucha üretiminde yeşil çay kullanılmıştır. 1000 ml suya 60 gr organik esmer şeker eklenerek kaynatılmıştır. Kaynamış suya 3,3 gr yeşil çay ilave edilmiş ve 34,3 gr bergamot kabuğu ve 34,3 gr turunc kabuğu ilave edilerek 15 dk demlenmeye bırakılmıştır. 24-25 °C soğuduktan sonra (%10) kombucha kültürü ilave edilerek fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 1. Turunc kabuğu ve bergamot ile yapılan kombucha örnekleri



Fizikokimyasal ve Kimyasal Analizler

Briks değeri (Bellingham Stanley Limit 60/70 Refractometer, UK), toplam titre edilebilir asitlik (% laktik asit) ve pH (Schott instruments, pH-meter lab 850, USA) değeri analizleri AOAC (1992)'ye uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerde klasik yayma yöntemi tercih edilmiş ve toplam aerobik mezofilik canlı bakterilerin sayımı için Plate Count Agar besiyeri, toplam maya sayımı için Patato Dextrose Agar ve Lactobacillus türlerinin sayımı için De Man Rogosa and Sharpe agar, Laktik Streptokokların sayımı için M17 agar besiyerleri kullanılmıştır (Leite vd., 2013).

Renk Değerleri

Utoiu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada turunc kabuğu ve bergamot kullanılarak yapılan kombucha örneklerinin rengi Konica Minolta Chroma Meter CR-5 renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmış olup, sonuçlar L*, a* ve b* değerleri olarak verilmiştir. Renk değerleri ölçülecek 3 örneğin cihazın ürüne uygun olan (sıvı ürün) haznesi seçilerek, kolorimetrenin cihazının içerisine yerleştirilip cihazın renk değeri okumaları gerçekleştirilmiştir. L*,a*,b* renk koordinat sisteminde L* değeri renk parlaklığını/aydınlığını göstermekte ve değer aralığı 0-100 arasında değişmektedir. Renk koordinat düzlemindeki a* değeri (+) ise kırmızı, (-) ise yeşil rengi ifade ederken değeri -120 ile 120 arasındadır. b* değeri ise renk koordinat düzleminde bulunmasına rağmen değer aralığı yoktur (+) ise sarı, (-) olduğunda ise mavi rengi göstermektedir. Analizler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir (Pekcan, 2022).

DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi

Kambucha çay örneklerinden 0,025 ml alınarak 4 mL metanolde (0.0625 mg / mL) çözündürüldü. Daha sonra 0.5 mL metanolik bir α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) (1 mM) çözeltisi ile karıştırıldı ve oda sıcaklığında 30 dakika beklemeye bırakıldı. Ardından karışımın optik yoğunluğu spektrofotometre ile (Hitachi U-2000) 517 nm'de ölçüldü (Chu ve Chen, 2006).

Kombucha çaylarının serbest radikal giderme aktivitesi aşağıdaki denklemle hesaplandı.

$$\text{Süpürme Kapasitesi (\%)} = [1 - (\text{As} - \text{Ab}) / (\text{Ac} - \text{Ab})] \cdot 100$$

As: Örneklerin Absorbans değeri

Ab: Kör Numune

Ac: Kontrol Numunesi

Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Kombucha çay örneklerinden 0.05 ml' alınarak üzerine 2 ml % 2'lik sodyum karbonat eklenmiştir. 2 dakika bekledikten sonra sonra, yukarıdaki çözelti ile 0.1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi karıştırıldı, 30 dk bekletildikten sonra spektrofotometre ile (Hitachi U-2000) 750 nm' de absorbans ölçüldü. Toplam fenolik madde içeriği, kalibrasyon eğrisinden gallik asit eşdeğerleri (GAE, mM) olarak ifade edildi (Chu ve Chen, 2006).

Duyusal Analiz

Yapılan duyusal analiz Bodyfelt vd., 1998 göre yapılmış üretilen kombucha örnekleri ferahlık hissi, buruk tat, gazlı yapı, renk, meyvemsi tat, koku, ekşilik, lezzet, tatlılık, görünüş ve genel beğeni özelliklerine göre 1-5 (1: en az, 2: az, 3: orta, 4: iyi, 5: en iyi) arasında değerlendirilmiştir. Panelistler: lisans, lisansüstü öğrenciler ve akademik personelden oluşmaktadır.

Araştırma Sonuçları ve Değerlendirme

Osiripun, ve Apisittiwong (2021) yapmış olduğu çalışmada siyah çay, yeşil çay ve oolong çayından yapılan elma suyu, nar suyu ve ananas suyu ile hazırladığı 10 gün fermentasyon sonucunda oluşan kombucha çaylarının titrasyon asitliğini 3,4-9,2 (g/L) arasında olarak bulmuştur.

Depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde yapılan analizlerde; kombucha örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri birbiri ile ters orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir. Tüm ürünlerde depolama süresi boyunca ve ürünler arasındaki pH ve asitlik değişimleri önemli ($p < 0,05$) bulunmuşken, kontrol grubunda depolama süresi boyunca asitlikteki değişim önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Örneklerin pH'sı 2,61 ile 3,25 arasında, asitlikleri (% asetik asit cinsinden) ise 2,14 ile 4,14 arasında belirlenmiştir. Asitlikteki artış pH'nın düşmesiyle birlikte beklenen bir sonuç olmuşken fermentasyon sırasında meydana gelen organik asitler (asetik asit, glukonik, glukoronik, laktik asit vb.) asitliğin artmasındaki en temel etken olduğu tespit edilmiştir (Açıkel, 2024).



Tablo 1. Kombucha ve çay örneklerinin kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları

Ürün	pH	%KM	Briks	L*	a*	b*	Titrasyon Asitliği (g/L)
Çay	6.19 ±0.01 ^a	6.68±0.75 ^a	6.50±0.00 ^a	25.69± 0.02 ^a	-0.60 ± 0.05 ^a	0.55± 0.03 ^a	0.072±0.00 ^b
Kombucha	3.27±0.04 ^b	6.56±0.11 ^a	6.50± 0.00 ^a	25.14±0.06 ^b	-0.64 ±0.07 ^a	-0.17±0.11 ^b	0.42±0.05 ^a

Örneklerin istatistiksel analizi için Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Aynı sütunda belirtilen farklı harfler, istatistiksel olarak anlamlı (P<0.05) olduğunu belirtir., Çay: Yeşil çay (*Camellia sinensis*); Kombucha: Turunc kabuğu ve bergamot ilaveli kombucha çayını ifade etmektedir.

Tablo 2. Kombucha örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonucu (Log CFU/mL)

Mikroorganizma	Mikrobiyal Sayım Sonucu (Log CFU/mL)
Lactobacilli spp.	4 <
Lactococci spp.	4 <
Mayalar	5.95 ±0.01
Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı	5.45 ± 0.11

Tablo 3. Kombucha örneklerinin antioksidan aktivitesi

Antioksidan Aktivitesi	Kombucha İçeceği
Toplam fenolik içeriği (mg GAE/L)	634.54±12.23
DPPH (% İnhibisyon)	82.04±0.79

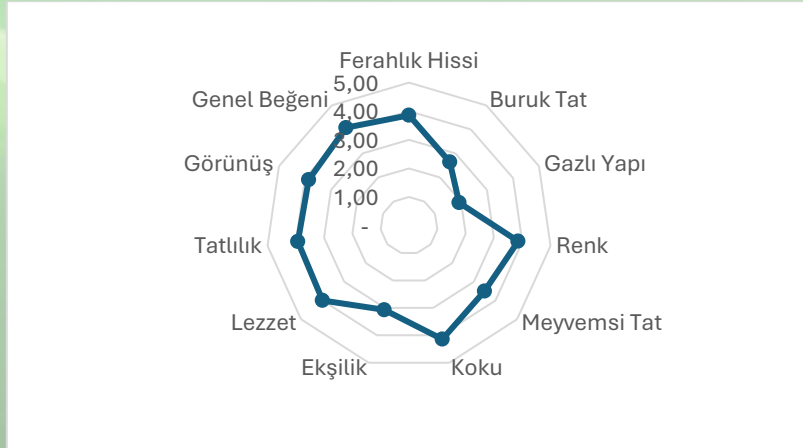
Kombucha içeceklerinin fermentasyon süresince AAB ve maya sayıları, KA örneklerinde sırasıyla 3.08-6.15 ve 3.30-6.21 log KOB/mL aralığında, KI örneklerinde sırasıyla 3.74-6.02 ve 3.85-6.85 log KOB/mL aralığında ve KK örneklerinde sırasıyla 3.63-6.13 ve 3.86-6.70 log KOB/mL aralığında belirlenmiştir. Depolanmanın sonunda (4°C'de 120 gün), örneklerin AAB ve maya sayılarının genellikle başlangıca kıyasla daha düşük olduğu, bununla birlikte KA ve KI örneklerinin AAB sayılarının KK örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kılıç, 2023).

Kombucha, mor fesleğen, %50 ve %75 karışımlarının 1, 10, 20 ve 30 günlük depolanmasından elde edilen DPPH radikal temizleme aktivitesi değerleri 57,96-68,09 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Yıkılmış ve Tuğgüm, 2019).

Çalışmamızda yaygın olarak tüketilmeye başlanan kombucha çayına, sarı halile bitkisi eklenilerek fenolik bileşik içeriği yüksek, antibakteriyel ve antioksidan fonksiyonel yeni bir ürün elde edilerek fizikokimyasal özellikleri tespit edilmiştir (Ulutaş, 2025).

Fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesine bağlı olarak gerçekleştirilen analizler sonucunda, değerlendirmelere göre; fermentasyonun ve zamanın, fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi değişiminde önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir (P<0,01). Örneklerin fenolik madde miktarı değişimi ve antioksidan aktivitesi günlere bağlı düzenli bir değişim göstermemiştir. Buna rağmen sakkaroz şekeri haricinde genellikle fermentasyonu tamamlanan Kombucha örneklerinin antioksidan kapasitesi ve fenolik madde miktarının, 0. günde belirlenen değerlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sakkaroz şekerinde ise fermentasyonu tamamlanan çaylara ait antioksidan aktivitenin, başlangıca oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir (Tarhan, 2017).

Yapılan çalışma, siyah çay, yeşil çay, oolong çayı ile birleştirilen biyoaktif bileşenlerce zengin Trabzon hurmasının substrat olarak kullanımının, içeceklerin antioksidan aktivitelerini arttırdığı tespit edilmiştir. Trabzon hurmasının fonksiyonel fermente içecekler üretmek için alternatif substrat olduğu ve kombucha içeceklerinin kabul edilebilirliğini arttırdığı bulunmuştur (Savan, 2023).



Şekil 2. Duyusal test analiz sonuçları



Bazı meyve suları ile hazırlanan kombu çaylarının özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, kombu çayı örnekleri renk, tat/lezzet, yapı/kıvam, asitlik ve genel izlenim açısından depolamanın 1. ve 7.gününde değerlendirilmiş olup depolamanın 7. gününde ürünlerin asitlik açısından değerlendirme sonuçları önemli ($p<0,05$) bulunurken diğer tüm parametreler depolamanın 1. ve 7. Gününde ve ürünler arası önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur (Açıkel, 2024).

Sonuç

Depolama sırasında pH değerleri düşerken, toplam asitlik değeri arttığı gözlenmiştir. Mor fesleğen, tüm depolama sürelerinde diğer örneklerle göre daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, mor fesleğendeki toplam fenolik bileşik ve flavonoid miktarının diğer örneklerle kıyasla oldukça korunduğu sonucuna varılmıştır. 30. günde belirlenen antioksidan değerleri, mor fesleğenli kombucha içeceğinde en yüksek DPPH (radikal temizleme aktivitesi) (%64,19) değerlerini gösterdiği bulunmuştur. Renk değerleri incelendiğinde, tüm örneklerde genel depolama sürecinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulundu. Depolama süreciyle birlikte kıvam, koku, tat ve genel kabulde önemli bir değişiklik olmadı. Sonuç olarak, 30 günlük depolama süresinin %100 mor fesleğenli kombucha çayı için daha başarılı ve elverişli olduğu tespit edilmiştir (Yıkımsı ve Tuğgüm, 2019).

Turunç kabuğu ve bergamot ile yapılan kombucha yeşil çayın kontrol grubu yeşil çaya göre titrasyon asitliğinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). Aynı şekilde pH, titrasyon asitliğine ters oranlı olduğu bulunmuştur. Turunç kabuğu ve bergamot ile yapılan kombucha ile kontrol grubu yeşil çay arasında briks değerinde ve % kurumadde değerleri arasındaki fark önemli bulunmazken renk değerleri b^* değeri arasındaki fark göze çarpmaktadır ($P<0.05$).

Yapılan mikrobiyolojik ve antioksidan aktivite testleri yoruma açık olduğu gibi diğer yapılan çalışmalara benzer sonuçlar bulunmuştur. Duyusal olarak kombuchanın beğenilmesi endüstriyel olarak alternatiflerinin çok olduğunu akla getirmektedir. Bu çalışma kombucha ile ilgili literatüre katkı sağlayacağı ve yeni fikirlerin oluşması açısından önemlidir.

Kaynaklar

- Açıkel Danışman, G., & Raşit Uysal Sürdürülebilir Tarım Ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı Sürdürülebilir Tarım Ve Gıda Sistemleri Yüksek Lisans Programı İzmir, H. (2024). Bazı Meyve Suları ile Hazırlanan Kombu Çaylarının Özellikleri Üzerine Bir Araştırma.
- Akarca, G., Tomar, O., 2018. Siyah ve Yeşil Çay ile Üretilen Kombucha Çaylarının Antimikrobiyal ve Antioksidatif Özellikleri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 14, S.96-101.
- AOAC. (Association of Analytical Chemists), 1992. Official Methods of Analysis. 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Ballistreri vd., 2021
- Chu S.C. and Chen C. 2006. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of Kombucha. Food Chemistry. 98, 502–507.
- Giritlioğlu, N., Yıldız, E., Gürbüz, O., 2020. Kombu Çayı Üretiminde Kapari Tomurcuklarının (Capparis spp.) Kullanımının Fenolikler, Antioksidant Kapasite ve Biyoerişilebilirliğe Etkisi, Akademik Gıda 18(4) (2020) 390-401.
- Kılıç, G., (2023). Farklı Bitkisel Kaynaklardan Üretilen Kombucha'nın Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Üründe Bulunan Probiyotik Mikroorganizmaların Tanımlanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 310s., İzmir.
- Leite, A.M.O., M.A. Miguel, R.S. Peixoto, A.S. Rosado, J.T. Silva and V.M. Paschoalin, "Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage," *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 44, no. 2, pp. 341–349, 2013.
- Osiripun, V., & Apisittiwong, T. (2021). Polyphenol and antioxidant activities of Kombucha fermented from different teas and fruit juices. *Journal of Current Science and Technology*, 11(2), 188–196. <https://doi.org/10.14456/jcst.2021.20>.
- Pekcan, A., 2022. Farklı Starterle Üretilen Hardaliyelerin Karşılaştırılması: Back-Slopping ve Kombucha, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Perna, s., Spadaccini, D., Botteri, L., Girometta, C., Riva, A., Allegrini, P., Petrangolini, G., Infantino, V. ve Rondanelli, M., 2019. Efficacy of Bergamot: From Anti-inflammatory and Anti-oxidative Mechanisms to Clinical Applications as Preventive Agent for Cardiovascular Morbidity, Skin Diseases and Mood Alterations, *Food Sciences and Nutrition*, 7(2), 369-384, DOI: 10.1002/fsn3.903.
- Savan, H. N. (2022). Trabzon Hurması İle Yapılan Kombucha İçeceğinin Fonksiyonel Özelliklerinin Ve Biyokimyasal Bileşiminin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa.
- Sirisa-ard, P., Bovonsombut, S., Kitipornchai, C., Natakarnkitkul, S., Tragoolpua, Y., Pukumpuang, W., Klawpiyapamornkun, T., Kiatkarun, S., 2015. Development of Kombucha: Fermented Tea Beverage, *International Journal of Tea Science*, Vol., 11, (1&2).
- Şafak, S., Yüksekdağ, Z., N., Aslım, B., Beyatlı, Y., 2003. Kamboçya Çayından İzole Edilen Mayaların Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi, *GIDA*(2003) (1): 105-108.





- Ulutaş, D., (2025). Sarı Halile Kombucha Çayının Fizikokimyasal, Antioksidan Ve Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane.
- Tarhan, K., (2017). Kombucha Çayı Üretiminde Farklı Substrat Kaynaklarının Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 130s.
- Villarreal-Soto, S., A., Beaufort, S., Souchard, J., Taillandier, P., 2022. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review, Virtual Conference, The 5th edition of the Wiley Analytical Science Conference Start November 8.
- Yıkılmış, S., & Tuğgüm, S. (2019). Evaluation of Microbiological, Physicochemical and Sensorial Properties of Purple Basil Kombucha Beverage. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(9), 1321–1327. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1321-1327.2550>

