

**DOĞAL BİTKİ EKSTRAKTLARINDAN ALTERNATİF  
BİTKİ ÇAYI ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Senem SUNA**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL BİTKİ EKSTRAKTLARINDAN ALTERNATİF BİTKİ ÇAYI  
ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Senem SUNA**

Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR  
(Danışman)

DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2014  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Senem SUNA tarafından hazırlanan “Doğal Bitki Ekstraktlarından Alternatif Bitki Çayı Üretimi Üzerine Bir Araştırma” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

**Başkan :** Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU  
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR  
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU  
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye:** Doç. Dr. Oya KAÇAR  
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

**Üye:** Doç. Dr. Canan Ece TAMER  
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali Osman DEMİR**

**Enstitü Müdürü**

**../../....(Tarih)**

**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 yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**15/12/2014**

**Senem SUNA**

## ÖZET

Doktora Tezi

### DOĞAL BİTKİ EKSTRAKTLARINDAN ALTERNATİF BİTKİ ÇAYI ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Senem SUNA

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

Bu araştırmada, limon otu (*Lippia citriodora*), ıhlamur (*Tilia argentea*), ekinezya (*Echinacea purpurea*), adaçayı (*Salvia triloba*) biberiye (*Rosmarinus officinalis*), funda (*Erica arborea*), yeşil çay (*Camellia sinensis*), mate (*Ilex paraguarensis*) bitkileri ile miks olarak adlandırılmış içeriğinde biberiye, funda, yeşil çay, mate çayı ve ıhlamur bitkilerin bulunduğu bitki karışımı materyal olarak kullanılarak, farklı formlarda bitki çayı içeceği üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimde, sakkaroz ilave edilmiş bitki çayı içeceği (1) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2) olmak üzere iki farklı ana uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar içerisinde ise, bitki çayı içeceği (A), gazlı bitki çayı içeceği (B) ve doğal mineral su ilaveli bitki çayı içeceği (C) olarak adlandırılan üç ayrı çeşit içeceğin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bitki çayı içeceği üretiminde kullanılan hammaddelerde; nem, askorbik asit, renk (*L, a, b*), mineral madde (Fe, Ca, Mg, K, Na), toplam antioksidan kapasite (DPPH, FRAP, CUPRAC), toplam fenolik madde ve biyoyararlılık (antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı yönünden) analizleri yapılmıştır. Bununla birlikte hammaddelerin uçucu yağları çıkartılarak, GC-MS ile uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. Bitki çayı içeceklerinde suda çözünür kuru madde miktarının (briks), enerjisi azaltılmış ve sakkarozla tatlandırılmış örneklerde sırasıyla 4,80-5,93 ile 7,43-8,40 g/100g aralığında değiştiği görülmüştür. Toplam asitlik miktarının sitrik asit cinsinden 0,11 ve 0,22 g/100mL, pH'nın 2,93 ve 3,93, askorbik asit miktarının 15,17 ve 31,46 mg/100mL, *L* değerinin 11,47 ve 22,00, *a* değerinin -11,30 ve -0,23, *b* değerinin 0,40 ve 8,93, bulanıklık (NTU) değerinin 0,40 ve 9,60, Fe mineralinin 0,01 ve 2,04 mg/L, Ca'un 37,26 ve 161,35 mg/L, Mg'un 15,20 ve 67,40 mg/L, K'un 14,40 ve 222,28 mg/L, Na mineralinin 6,35 ve 107,56 mg/L sonuçları ile sırasıyla en düşük ve en yüksek değerleri verdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte kimyasal ve fizyolojik ekstraktlara (biyoyararlılık) ait toplam antioksidan kapasite tayini sonuçları sırasıyla DPPH yönteminde, 12,67-27,81 ile 6,53-16,83 µmol troloks/mL, FRAP yönteminde 13,56-51,12 ile 2,78-22,45 µmol troloks/mL ve CUPRAC yönteminde 17,72-123,11 ile 0,02-13,97 µmol troloks/mL aralığında saptanmış, toplam fenolik madde miktarları ise kimyasal ekstraksiyonda 172,57 ve 587,32 mg gallik asit eşdeğeri/100mL, fizyolojik ekstraksiyonda ise 90,78 ve 2255,70 mg gallik asit eş değeri/100mL aralığında değişim göstermiştir. Bitki çayı içeceklerinde ayrıca renk, koku, görünüş ve tat unsurlarını kapsayan duyu analizler yapılarak, sonuçlar "Sıralama Testi" ve "Hedonik Test" olmak üzere iki ayrı duyu analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Seçilen bitkilerin içeceğe işlenebileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** bitki çayı içeceği, uçucu bileşen, biyoyararlılık, antioksidan kapasite, toplam fenolik madde

2014, x + 240 sayfa.

## ABSTRACT

PhD Thesis

### A RESEARCH ON PRODUCING ALTERNATIVE HERBAL TEA WITH NATURAL HERBAL EXTRACTS

**Senem SUNA**

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

**Supervisor:** Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

In this research, melissa (*Lippia citriodora*), linden (*Tilia argentea*), coneflower (*Echinacea purpurea*), sage (*Salvia triloba*) rosemary (*Rosmarinus officinalis*), heather (*Erica arborea*), green tea (*Camellia sinensis*), mate (*Ilex paraguayensis*) herbs and a herbal mix (rosemary, heather, green tea, mate, linden) were used as raw material for herbal tea beverage production. For this aim, two different production methods [sucrose added beverage (1) and energy reduced beverage (2)] were applied. Beyond these two methods, three more subproducts were manufactured which were named as herbal tea beverage (A), carbonated herbal tea beverage (B) and natural mineral water added herbal tea beverage (C). Analysis of moisture, ascorbic acid, color (*L*, *a*, *b*), minerals (Fe, Ca, Mg, K, Na), total antioxidant capacity (DPPH, FRAP, CUPRAC), total phenolic compounds and bioavailability (total antioxidant activity and total phenolic compounds) were carried out for raw material of herbal tea beverages. In addition, volatile oils were extracted from raw material and subjected to volatile compound analysis with GC-MS. Water soluble dry matter content of the beverages were changed between 4,80-5,93 and 7,43-8,40 g/100g for energy reduced and sucrose added beverages respectively. Minimum and maximum values of beverage results were given as follows; total acidity 0,11 and 0,22 g/100mL (sitric acid), pH 2,93 and 3,93, total ascorbic acid content 15,17 and 31,46 mg/100mL, *L* values 11,47 and 22,00, *a* values -11,30 and -0,23, *b* values 0,40 and 8,93, turbidity 0,40 and 9,60 NTU, Fe 0,01 and 2,04 mg/L, Ca 37,26 and 161,35 mg/L, Mg 15,20 and 67,40 mg/L, K 14,40 and 222,28 mg/L, Na 6,35 and 107,56 mg/L. Besides, total antioxidant capacity with chemical and physiological extracts (bioavailability) were determined as in DPPH method 12,67-27,81 and 6,53-16,83 µmol troloks/mL, in FRAP method 13,56-51,12 and 2,78-22,45 µmol troloks/mL and in CUPRAC method 17,72-123,11 and 0,02-13,97 µmol troloks/mL respectively. Total phenolic compounds of chemical and physiological extracts were ranged between 172,57-587,32 and 90,78-2255,70 mg gallic acid equivalent/100mL. Beverages were also analyzed for color, odor, appearance and taste criteria with ranking test and hedonic test for sensory evaluation. It has been shown that, selected herbs were available for herbal tea beverage production.

**Key Words:** herbal tea beverage, volatile compounds, bioavailability, antioxidant capacity, total phenolic compounds

**2014, x + 240 pages.**

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımın her aşamasında yardımlarını ve hoőgörüsünü esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR'a, tez izleme komitemde yer alıp değerli fikirleriyle katkıda bulunan Doç. Dr. Oya KAÇAR ve tez izleme komitesinde bulunmasının yanı sıra tezimin tüm süreçlerinde desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Canan Ece TAMER'e, doktora yeterlilik aşamasında değerli vaktini ayıran Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU'na, tez çalıőmasının yürütülmesi esnasında verdiği desteklerden dolayı Yrd. Doç. Dr. Bige İNCEDAYI'ya ve tezimin düzenleme bölümünde yardımcı olan takım arkadaşım Araő. Gör. Gülőah ÖZCAN SİNİR'e, laboratuvar çalıőmalarımda bana yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Derya ANLAR, Pınar GÜLTEKİN, Ece ÇİTOĞLU, Merve KARAKILIÇ ve Elif YILDIZ'a, her zaman yanımda olan sevgili eőim Safder SUNA ile desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem Ülker YONAK ile babam Saffet YONAK'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Senem SUNA

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	31
3.1. Materyal .....	31
3.2. Yöntem.....	31
3.2.1. Üretim yöntemleri .....	32
3.2.2. Analiz yöntemleri.....	39
3.2.2.1. Nem tayini .....	40
3.2.2.2. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini .....	40
3.2.2.3. Toplam asitlik tayini .....	40
3.2.2.4. pH tayini.....	40
3.2.2.5. Askorbik asit tayini .....	40
3.2.2.6. Renk tayini .....	41
3.2.2.7. Bulanıklık (NTU) tayini.....	41
3.2.2.8. Mineral madde tayini .....	41
3.2.2.9. Fenolik madde ve antioksidan ekstraksiyonu .....	42
3.2.2.10. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	43
3.2.2.11. Antioksidan kapasite tayini .....	43
3.2.2.11.1. DPPH yöntemi .....	43
3.2.2.11.2. FRAP yöntemi.....	45
3.2.2.11.3. CUPRAC yöntemi.....	45
3.2.2.12. Biyoyararlılık .....	46
3.2.2.13. Uçucu yağ bileşen analizi.....	48
3.2.2.14. Duyusal Analiz.....	49
3.2.2.14.1. Sıralama Testi .....	49
3.2.2.14.2. Hedonik Test .....	51
3.2.2.15. İstatistiksel analiz.....	53
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	54
4.1. Fizikokimyasal Analizler .....	54
4.1.1. Limon otu hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma.....	54
4.1.2. Ihlamur hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma.....	71
4.1.3. Ekinezya hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma.....	86
4.1.4. Adaçayı hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma.....	100
4.1.5. Biberiye hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma.....	115



4.1.6. Funda hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma .....	131
4.1.7. Yeşil ay hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma .....	145
4.1.8. Mate hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma .....	159
4.1.9. Bitki ayları karışımı (Miks) ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma .....	172
4.2. GC-MS ile uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartişma .....	184
4.2.1. Limon otu uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartişma .....	184
4.2.2. Ekinezya uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartişma .....	186
4.2.3. Adaçayı uçucu yağ bileşen analizi ve tartişma .....	188
4.2.4. Biberiye uçucu yağ bileşen analizi ve tartişma .....	190
4.2.5. Bitki ayları karışımı (Miks) uçucu yağ bileşen analizi ve tartişma .....	191
4.3. Duyusal Analizler.....	193
4.3.1. Bitki ayı içeceklerine ait sıralama testi duyusal analiz sonuçları.....	193
4.3.2. Bitki ayı içeceklerine ait hedonik test duyusal analiz sonuçları.....	200
5. SONUÇ .....	208
KAYNAKLAR .....	213
EKLER .....	231
ÖZGEçMİş .....	237

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

<i>a</i>	Rengin kırmızılığı (+) ya da yeşilliği (-)
<i>b</i>	Rengin sarılığı (+) ya da maviliği (-)
<i>L</i>	Parlaklık
$\mu\text{mol}$	mikromol
$R^2$	Korelesyon katsayısının karesi

### Açıklamalar

### Kısaltmalar

ABTS	2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit
ADI	Kabul edilebilir günlük alım
ATP	Adenozin trifosfat
CUPRAC	Bakır(II) indirgeme kapasitesi
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP	Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC-MS	Gaz Kromatografisi –kütle spektrometresi
ROS	Reaktif Oksijen türleri
RNS	Reaktif Nitrojen türleri
RT	Alıkonma Zamanı
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi
TPTZ	2,4,6-tris(2-pyridil)-s-triazine
Trolox	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboksilik asit
WHO	Dünya sağlık örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Üretim akış şeması.....	39
Şekil 3.2. DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite tayini akış şeması .....	44
Şekil 3.3. CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite tayini akış şeması .....	46
Şekil 3.4. Biyoyararlılık tayini akış şeması.....	47
Şekil 3.5. Bitki çayı içeceği örneklerine uygulanan sıralama testinde kullanılan değerlendirme formu örneği.....	50
Şekil 3.6. Bitki çayı içeceklerinden 1A örneğine uygulanan hedonik test değerlendirme formu örneği.....	52
Şekil 4.1. Limon otu içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	68
Şekil 4.2. Ihlamur içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	83
Şekil 4.3. Ekinezya içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	98
Şekil 4.4. Adaçayı içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	112
Şekil 4.5. Biberiye içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	128
Şekil 4.6. Funda içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	143
Şekil 4.7. Yeşilçay içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	157
Şekil 4.8. Mate içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	170
Şekil 4.9. Miks içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları .....	182
Şekil 4.10. Limon otu bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları.....	194
Şekil 4.11. Ihlamur bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları.....	194
Şekil 4.12. Ekinezya bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	195
Şekil 4.13. Adaçayı bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	196
Şekil 4.14. Biberiye bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları.....	197
Şekil 4.15. Funda bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	197
Şekil 4.16. Yeşilçay bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	198
Şekil 4.17. Mate bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	199
Şekil 4.18. Miks içeceklerine ait sıralama testi sonuçları .....	200

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Limon otu ( <i>Lippia citriodora</i> ) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler .....	16
Çizelge 2.2. Ihlamur ( <i>Tilia argentea</i> ) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler.....	18
Çizelge 2.3. Ekinezya ( <i>Echinacea purpurea</i> ) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler .....	19
Çizelge 2.4. Adaçayı ( <i>Salvia triloba</i> ) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler .....	22
Çizelge 2.5. Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler .....	24
Çizelge 2.6. Mate bitkisinde ( <i>Ilex paraguarensis</i> ) yer alan başlıca uçucu bileşenler.....	30
Çizelge 3.1. Limon otu sakkarozlu bitki çayı içeceği (1A) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2A) reçeteleri .....	33
Çizelge 3.2. Deneme deseni .....	35
Çizelge 3.2. Deneme deseni devamı .....	36
Çizelge 3.2. Deneme deseni devamı .....	37
Çizelge 3.3. Mikrodalga yakma programları .....	42
Çizelge 3.4. ICP-MS çalışma koşulları .....	42
Çizelge 3.5. GC-MS çalışma koşulları.....	48
Çizelge 4.1. Limon otu bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.2. Limon otu bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.3. Limon otu içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	56
Çizelge 4.4. Limon otu içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	62
Çizelge 4.5. Limon otu içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları.....	67
Çizelge 4.6. Limon otu içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	70
Çizelge 4.7. Ihlamur bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	72
Çizelge 4.8. Ihlamur bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	72
Çizelge 4.9. Ihlamur içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.10. Ihlamur içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	78
Çizelge 4.11. Ihlamur içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları.....	82
Çizelge 4.12. Ihlamur içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	85
Çizelge 4.13. Ekinezya bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.14. Ekinezya bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.15. Ekinezya içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	88
Çizelge 4.16. Ekinezya içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	93
Çizelge 4.17. Ekinezya içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları.....	97
Çizelge 4.18. Ekinezya içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	99
Çizelge 4.19. Adaçayı bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları.....	101

Çizelge 4.20. Adaçayı bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	101
Çizelge 4.21. Adaçayı içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	102
Çizelge 4.22. Adaçayı içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	107
Çizelge 4.23. Adaçayı içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	111
Çizelge 4.24. Adaçayı içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	114
Çizelge 4.25. Biberiye bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	116
Çizelge 4.26. Biberiye bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	116
Çizelge 4.27. Biberiye içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	117
Çizelge 4.28. Biberiye içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	123
Çizelge 4.29. Biberiye içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	127
Çizelge 4.30. Biberiye içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	130
Çizelge 4.31. Funda bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	132
Çizelge 4.32. Funda bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	132
Çizelge 4.33. Funda içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	133
Çizelge 4.34. Funda içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	138
Çizelge 4.35. Funda içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	142
Çizelge 4.36. Funda içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	144
Çizelge 4.37. Yeşilçay bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	146
Çizelge 4.38. Yeşilçay bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	146
Çizelge 4.39. Yeşil çay içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	147
Çizelge 4.40. Yeşilçay içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	152
Çizelge 4.41. Yeşilçay içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	156
Çizelge 4.42. Yeşilçay içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	158
Çizelge 4.43. Mate bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	160
Çizelge 4.44. Mate bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	160
Çizelge 4.45. Mate içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	161
Çizelge 4.46. Mate içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	166
Çizelge 4.47. Mate içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	169
Çizelge 4.48. Mate içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	171
Çizelge 4.49. Bitki çayları karışımına (Miks) ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları .....	173
Çizelge 4.50. Bitki çayları karışımına (Miks) ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	173
Çizelge 4.51. Miks içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları .....	174
Çizelge 4.52. Miks içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları .....	178
Çizelge 4.53. Miks içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları .....	181
Çizelge 4.54. Miks içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları .....	183
Çizelge 4.55. Limon otu ( <i>Lippia citriodora</i> ) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri .....	185

Çizelge 4.56. Ekinezya ( <i>Echinacea purpurea</i> ) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri .....	187
Çizelge 4.57. Adaçayı ( <i>Salvia triloba</i> ) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri .....	189
Çizelge 4.58. Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri .....	190
Çizelge 4.59. Bitki çayları karışımının (Miks) uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri .....	192
Çizelge 4.60. 1A kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	202
Çizelge 4.61. 1B kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	202
Çizelge 4.62. 1C kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	204
Çizelge 4.63. 2A kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	204
Çizelge 4.64. 2B kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	206
Çizelge 4.65. 2C kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları .....	206

## 1. GİRİŞ

Günümüzde toplumun beslenme konusunda bilinçlenmesine bağlı olarak fonksiyonel gıdalara olan ilgi giderek artmaktadır. Fonksiyonel gıda kavramı son yıllarda oldukça önem kazanmış olup, “besleyici etkisinin yanında bir veya daha fazla bileşene dayalı sağlığı koruyucu ve hastalık riskini azaltıcı etki gösteren ve bu etkisi bilimsel ve klinik olarak kanıtlanan” gıdalar fonksiyonel gıda olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel içecek kavramı içinde; zenginleştirilmiş içecekler (vitamin ve mineral katkılı meyve suları), sporcu içecekleri, enerji içecekleri, nutrasötikler (tıbbi ya da sağlığa yararlı ürünler) yer almaktadır (Beck 2007). Nutrasötik içecekler arasında ise tıbbi ve aromatik bitkilerden üretilen bitki çayları ve bunların alternatif içecekleri önemli yer tutmaktadır.

Bitkiler, insanların temel besin kaynakları arasındadır. İnsanlar ilk çağlardan beri deneme yanılma yoluyla hangi bitkilerin tüketilebileceğini, hangilerinin zehirli veya şifa verici (tıbbi) olduğunu öğrenmiştir (Baydar 2005). Doğaya dönüş akımının yaşandığı günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler, dünyada önemini ve güncelliğini gittikçe artıran ürün gruplarının başında gelmektedir. Bu bitkiler ilaç, gıda, kozmetik ve parfüm olmak üzere pek çok endüstriyel alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda tıbbi ve aromatik bitkilerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin sağlık açısından önemli olduğunun vurgulanması, bu bitkilerin tüketimini ve değerini daha da arttırmıştır (Usal ve Özde 2001, Özgüven ve ark 2005).

Dünya nüfusunun yaklaşık %80'i sağlık problemleri için geleneksel tıbbi ve tıbbi bitkileri kullanmaktadır (Toksoy ve ark. 2010). Dünya genelinde 422000 farklı tür bitki bulunmakta olup, bunlardan 52885 kadarı tıbbi bitki kategorisinde yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise günümüzde dünyada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerin sayısının 20000 civarında olduğunu bildirmiştir. Bunlardan 4000 drog yaygın olarak kullanılırken, halen dünyada 2000, batı Avrupa'da ise 500 kadar tıbbi bitkinin ticareti yapılmaktadır (Anonim 2012a).

Son yıllarda dünya bitkisel drog ticaret hacmi yıllık 18-20 milyar dolar civarına ulaşmış olup, ileriki yıllarda bu rakamın daha da artacağı tahmin edilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitki ihracatını karşılayan ülkeler arasında Çin, Endonezya, ABD, Malezya,

Hindistan, Tayland, Vietnam, Türkiye, Filipinler, Nepal, Pakistan, Sri Lanka yer almaktadır (Anonim 2012a).

Türkiye, jeolojik konumu dolayısıyla bitkiler açısından biyolojik çeşitliğe sahip bir ülkedir. Ülkemizde iklim ve topografya yelpazesinin bir göstergesi olarak Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran olmak üzere üç bitki coğrafya bölgesi bulunmaktadır. Bu bölgelerden her biri kendi endemik türlerine ve doğal ekosistemlerine sahiptir (Tan 2010). Ülkemiz ayrıca gelişmiş ülkelerin bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, gıda ve katkı maddeleri, kozmetik ve parfümeri sanayilerinin girdisini oluşturan pek çok bitkisel ürünü florasında barındırmaktadır. Bu bitkisel ürünlerden 8988 bitki türü doğal, 2991 bitki türü de endemik türdür (Bayram ve ark. 2010). Ayrıca ülkemiz Avrupa kıtasında bulunan bitki türlerinin %75'ini barındırmakta olup, bunun yaklaşık üçte biri endemiktir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin doğadan yabani olarak toplanması şimdilik ekonomik bir hammadde temin yolu olarak görülmektedir. Ancak, standart bir üretim yapılamaması ve bitkilerin temini sırasında farklı bitki gruplarının esas ürüne karışması gibi olumsuzluklar, üretimde sürekliliği ve ürün güvenliğini etkilemektedir. Bu yüzden, kalitede sürekliliği sağlamak ve genetik çeşitliliği yok etmemek için talebi fazla olan tıbbi ve aromatik bitkilerin kültüre alınması zorunluluğu doğmuştur. Doğru bitki türlerinin organize biçimde kültüre alınması, ileri teknolojiler yardımıyla hammaddenin uygun şekilde işlenmesi, paketlenmesi, depolanması ve pazarlanması bu alanda önemli unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Baydar ve Baydar 2005).

Bitki çaylarının günümüzde yaygın kullanımı, demlenmeye hazır poşetler halinde tüketimi ya da aktarlarda bitki yaprak, sap, kök, tohum gibi kısımların kurutulmuş halde satın alınıp, beğeniye göre farklı geleneksel metotlarla hazırlanışı şeklinde olmaktadır. Ancak her bitki çeşidinin demleme yöntem ve parametrelerinin farklılık göstermesi ve yapılan bilinçsiz uygulamalar, beklenen faydaların en aza inmesine hatta önemli sağlık risklerine neden olabilmektedir. Bu nedenle geleneksel yöntemlerdeki hataları önlemek, üretimi standardize etmek, bitki çaylarının her dönem ve ortamda sevilerek tüketilebilmelerine olanak tanımak, içecek sektörü için yeni ve üreticiler için ise, katma değeri yüksek, özellikle mikrobiyal açıdan güvenilir son ürün elde etmek temel yaklaşımından hareketle, söz konusu çalışma planlanmıştır.



Bu çalışmada, limon otu (*Lippia citriodora*), ıhlamur (*Tilia argentea*), ekinezya (*Echinacea purpurea*), adaçayı (*Salvia triloba*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), funda (*Erica arborea*), yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve mate çayı (*Ilex paraguarensis*) ile miks olarak adlandırılmış bitki karışımı (biberiye, funda, yeşil çay, mate çayı ve ıhlamur) materyal olarak kullanılmış ve ekstraktları hazırlanmıştır. Bu ekstraktlar, üretilen içeceğin çeşidine göre sakkaroz ve sakkaroz, aspartam, asesülfam-K tatlandırıcıları ile lezzetlendirilerek 2 farklı şekilde bitki çayı içeceğine işlenmiştir. Ayrıca bu ürünlerin her birinin; bitki çayı içeceği, doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği ve gazlı bitki çayı içeceği şeklindeki formları da üretilmiştir.

Genellikle kış aylarında ve sıcak olarak tüketilen bitki çaylarının farklı formlarının üretimi ve içilebilir nitelik kazandırılarak her mevsim tüketiminin sağlanması, yapay tatlandırıcı kullanımıyla şeker oranının düşürülmesi ve enerjisinin azaltılması, gazlama ile ferahlatıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özelliğinin geliştirilmesi, doğal mineralli su ilavesi ile ise fonksiyonel özelliğinin artırılması, bu çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır. Ayrıca piyasada eş değer bir ürünün bulunmaması ve elde edilen ürünün patent alma olasılığının yüksek olması çalışmanın önemini artırarak, özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Antioksidanlar genel olarak, “oksidasyona karşı koyan, oksijen ya da peroksitlerle yürüyen reaksiyonları engelleyen” maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bir birey nefes aldığı anda ciğerlerine yarım litre hava dolmakta olup, oksijen bu oranın %20,7’sini oluşturmaktadır. Alınan oksijen, alyuvarlara bağlanarak kalbe gitmektedir. Daha sonra kalp bu oksijen içerikli kanı tüm hücrelere pompalar. Bu sayede hücrelerdeki şeker yanmakta ve yaşam enerjisi üretilmektedir. Tüm bu işlemler sırasında, oksijen moleküllerinin %1-5’ i değişime uğramakta ve vücut için çok zararlı olan serbest radikaller oluşmaktadır.

Serbest oksijen radikalleri, biyolojik sistemlerde enerji üretimi için karbonhidrat ve yağların oksidasyona uğraması sonucu oluşmakta ve peroksidasyon reaksiyonlarına sebep olmaktadır. Peroksidasyon reaksiyonları da kalp-damar, kanser ve romatizmal kireçlenme gibi hastalıklar üzerinde olumsuz etki göstermektedir. Bununla birlikte, vücutta serbest radikalleri zararsız hale getiren bir enzim sistemi mevcut olup, bu sistemin iyi çalışmaması sonucu çeşitli hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Bu noktada, serbest radikalleri uzaklaştıran dışarıdan alınacak maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Serbest radikalleri zararsız hale getiren bu maddelere antioksidan denilmektedir. Antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik hastalıkları önlemeleri yönüyle büyük önem taşımaktadır (Tekeli ve Sezgin 2007, Torun ve ark. 2013).

Bitki çayları özellikle bağışıklık sistemini güçlendirmeleri yönüyle günlük diyetinde önem taşımaktadır. Bu çayların sağlık üzerine etkileri içeriklerindeki A, E, C vitaminleri ile fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleriyle ilişkilendirilmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri ise onların indirgeyici ajan, hidrojen donörü, singlet oksijen tutucu ve metalleri şelatlayıcı davranışlarını sağlayan redoks özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Ivanova ve ark. 2005). Bu nedenle bitki çaylarının antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi, yararlılıklarını ortaya koymada önem taşımaktadır.

Antioksidan aktivite tayininde en çok tercih edilen metodların başında DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi gelmektedir. Bu yöntemde DPPH antioksidan molekülleriyle etkileşim içinde hidrojen vererek indirgenmekte ve böylece absorbansın

düşmesine neden olmaktadır. Absorbanstaki azalma ne kadar yüksek olursa, radikal yakalama kapasitesi o kadar yüksek kabul edilmektedir (Mathew ve Abraham 2006). Bu radikal hidrojen donörlerle etkileştiğinde hidrazine indirgenmekte ve 517 nm'de maksimum absorpsiyon vermektedir. Etanol veya metanol ile hazırlanan DPPH çözeltisine antioksidan maddenin eklenmesiyle absorbansta düşüş meydana gelmekte ve antioksidanların varlığına bağlı olarak radikalın rengi kırmızı-mor renkten, sarıya doğru açılmaktadır. DPPH yöntemi, antioksidanların radikal süpürme kabiliyetlerini değerlendiren kolay ve geçerli bir yöntemdir. Bununla birlikte DPPH radikalını süpürme gücü, fizyolojik koşullarda etkin olan ROS (reaktif oksijen türleri) ve RNS (reaktif nitrojen türleri) radikallerini süpürme güçleri ile bağdaştırılamamaktadır (Sanchez ve ark. 1998).

Diğer bir antioksidan kapasite tayin yöntemi olan FRAP (demir (III) indirgeme antioksidan gücü), ilk olarak Benzie ve Strain (1996) tarafından plazmanın demir (III)'ü indirgeme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan gücünü ölçmek için kullanılmıştır. Bu yöntemde, demir (III) tripridiltriazin (Fe (III)-TPTZ) (TPTZ: 2,4,6-tris(2-pyridil)-s-triazine) kompleksi antioksidan (indirgen) aracılığıyla, düşük pH ortamında (pH 3,6) demir(II)tripridiltriazin (Fe (II)-TPTZ) kompleksine indirgenmektedir. Oluşan Fe(II)-TPTZ kompleksi maksimum absorbansı 593 nm'de vermektedir (Büyüktuncel 2013). FRAP yönteminin avantajı elektron-transfer reaksiyonu olmasıdır. Maliyetsiz ve kolay uygulanabilir bir yöntem olan FRAP metodu, renkli bir bileşik oluşturmak üzere antioksidanların indirgeyebilme yeteneğini ölçmektedir. Fe (III) bir oksidan olup, prooksidan özellik göstermemektedir. Fe (II) ise H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> etkileşiminden dolayı prooksidan olabilmektedir. Bunun sebebi, etkileşim sonrası vücutta bulunan en zararlı serbest radikallerden olan hidroksil radikallerinin oluşmasıdır. Bu yöntemde bir bileşiğin Fe (III)'ü Fe (II)'ye indirgeme yeteneğinin "antioksidan gücü" ne şekilde ifade ettiği önem taşımaktadır. Bu durum, askorbik asit ve ürik asit gibi bazı antioksidanların hem reaktif türleri hem de Fe (III)'ü indirgeyebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Ancak Fe (III)'ü indirgeyebilen her redüktan antioksidan olmamaktadır. Özetle, prooksidanları kuvvetli bir şekilde indirgeyebilen bir antioksidan Fe (III)'ü de aynı şiddette indirgemeyebilmektedir (Prior ve Cao 1999).

CUPRAC antioksidan kapasite tayin metodunda, FRAP metodunda kullanılan demir yerine, bakır metali kullanılmaktadır. Metod temel olarak antioksidan maddenin Cu (II)'yi Cu (I)'e indirgemesine dayanmaktadır. Temel olarak bahtocuproine ve neocuproine, Cu (I) ile 2:1 oranında birleşerek renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Neocuproine (2,9-dimethyl-1,10 phenanthroline) ve Cu (I) ile 450 nm'de gözlenen bir kromofor absorbans ölçülmektedir. Bu yöntem, Fe (III) iyonu indirgeme kapasitesi açısından sonuç veren FRAP gibi yöntemlerden daha hızlıdır. Bu durumun sebebi, FRAP yönteminin bazı antioksidanları reaksiyon süresince tam yükseltgeyememesi ve glutasyon, tiol tipi antioksidanları ölçememesinden kaynaklanmaktadır (Prior ve ark. 2005).

Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, antioksidan maddelerin etkinliğini bir kimyasal reaksiyonu prensip olarak, güvenilir ve çabuk bir şekilde ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda özellikle in vitro koşullarda mevcut antioksidan kapasiteyi saptayabilmek adına birçok yöntem geliştirilmekte ve bir gıdanın antioksidan kapasitenin belirlenebilmesi için birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer 2000).

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tat ve rengini veren bileşenlerdir. Bazı fenolikler ise acı tat oluşumunda rol almaktadır. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadır (Shahidi ve Naczki 1995). Bitkilerdeki fenolik bileşikler; fenolik asitler (veya fenolkarbonik asitler), flavonoidler ile küçük moleküllü ve çoğunlukla uçucu olan bileşiklerdir. Gıdaların yapısında yer alan fenolik bileşenler genel olarak fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Son yıllarda bitkisel kökenli gıdalarda bulunan fenolik bileşiklerin yoğun bir şekilde incelenmesi, bunların insan sağlığı ile yakından ilişkisi olduğunun saptanmasından ve özellikle de kanser insidansını azalttığı yönündeki epidemiyolojik bilgilerden kaynaklanmaktadır. Buna karşın, bazı çalışmalar flavonoidlerin karsinogen olduğunu savunsa da, diğer birçok çalışmada elde edilen bulgular, flavonoidlerin antimutajen ve antikarsinogen olduğunu desteklemektedir.

Çeşitli enzimatik reaksiyonlardan kaynaklanan reaktif oksijen türleri, iltihabi hastalıklara aracılık etmektedir. Bitki ekstraktları bu gibi reaktif oksijen türlerini süpürücü etki göstermektedir. Flavanlar ve prosiyanidinler, ısı işlem sonucu stabil kalabilen ve biyoyararlılık gösterebilen bileşiklerdir. Yapılan bir çalışmada, *Vitis vinifera* türü üzüm çekirdeği tozuna mide (asidik ortam) ve bağırsak (nötral ortam) ortamlarında in-vitro sindirim modeli uygulanmıştır. Sonuç olarak her iki ekstraksiyonda da flavonoidlerin miktarı, serbest kalmalarına bağlı olarak artış göstermiştir. Ayrıca in-vitro sindirim sırasında serbest kalan polifenollerin hem mide, hem de bağırsak sindiriminde radikaller, hidroksiradikaller ve singlet oksijenlere karşı temizleyici etki gösterdiği ortaya konulmuştur (Janisch ve ark. 2006).

Biyoyararlılık, gıdanın sindirilmesi ise alınan bileşiğin, metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanılan veya depolanan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Özetle biyoyararlılık, gıdada mevcut bileşiğin sindirim sisteminde emilen miktarıdır. Emilim, ince bağırsakta villuslarda gerçekleşmekte ve villusların üzerinde bulunan epitel hücreleri, emilim hücreleri olarak görev yapmaktadır. Emilim süreci, besin ögesinin epitel hücreleri tarafından ince bağırsaktan çekilmesi, besin ögesinin transferi ve diğer doku ve organlara taşınımını içermektedir (House 1999). Biyoyararlılık konusunda yapılan güncel çalışmalar, gıdalarla alınan besin öğelerinin tamamının biyolojik olarak kullanılmadığını ortaya koymuştur. Biyoyararlılık kavramı, hem beslenme modelinden hem de onunla ilişkili faktörlerden etkilenmektedir. Biyoyararlılık terimi genel olarak; gıdanın fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Sandström 2001, Killip ve ark. 2007).

Haro-Vicente ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, gıdanın sindirimini in vitro koşullardaki midedeki enzimler, sıcaklık, süre ve peristaltik hareketlerin modellendiği bir sistem ile izlemiş ve sindirim sonunda ince bağırsağa gelebilen kısımda veya diyalizatta mevcut demir ve çinko mineral içeriklerini saptamıştır. Bununla birlikte, lif içeriği yüksek gıdalardan olan meyvelerde yapılan bir çalışmada, diyet lifinin gıda matriksini sıkıştırarak difüzyonu kısıtladığı ve böylece enzimlerin substrata ulaşmasını engellediği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da yüksek lif içeriğinin bazı bitkisel kaynaklı antioksidanların biyoyararlılığını azalttığı bildirilmiştir (Palafos-Carlos ve ark.

2011). Davidsson ve ark. (1994) yapmış oldukları çalışmada ise demir biyoyararlılığının askorbik asit miktarındaki artış ile doğru orantılı olduğunu bildirmiştir.

Kamiloğlu ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmada ev tipi üretimle elde edilen domates ürünlerinde kimyasal ve fizyolojik ekstraktta (in vitro mide-bağırsak sindirilmiş) toplam antioksidan kapasiteyi belirlemeyi amaçlamıştır. Bu nedenle, bağırsak sindiriminden elde edilen kısmın antioksidan kapasitesi ile taze üründeki antioksidan kapasite miktarını oranlamış ve bulunan geri kazanımı % olarak bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, tarçın içeceğinde sindirim öncesinde elde edilen ekstraktta belirlenen toplam fenolik madde miktarı ile bağırsak sindiriminden sonra elde edilen değer oranlanmış ve biyolojik olarak kullanılabilir bir indeks değeri hesaplanmıştır (Helal ve ark. 2014). Kakao likörü ve kakao tozunda yapılan diğer bir çalışmada, sindirilebilir fenol içeriğinin gıda maddesinin fenolik içeriğine oranlanması ile % sindirilebilirlik indeksi hesaplanmıştır (Ortega ve ark. 2009). Rodriguez-Roque ve ark. (2014) meyve suyu ve süt bazlı içeceklerde yapmış oldukları çalışmada, biyoaktif bileşenlerin sindirimden sonraki değerleri ile önceki değerlerini oranlayarak % biyoyararlılığı ortaya koymuştur.

Yapılan bir çalışmada lavanta (*Lavandula viridis*) ekstraktında, kimyasal ekstrakt ve mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktın rosmarinik asit içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır (Costa ve ark. 2014). Su ve metanolden oluşan kimyasal ekstraktın mide ve bağırsak sindirimi öncesi ve sonrası değerleri sırasıyla, 118,29±0,45 ve 94,67±0,68 µg/ml rosmarinik asit bulunmuş olup, görülen azalma %19,96 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada sadece metanolla elde edilen ekstraktın mide sindirimi öncesi ve sonrası değerleri sırasıyla 252,57±0,64 ve 200,22±24,45 µg/ml rosmarinik asit olarak saptanmış ve görülen kayıp %20,41 olarak hesaplanmıştır.

Pytlakowska ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, papatya (*Matricaria chamomilla* L.), nane (*Mentha x piperita*), melisa (*Melissa officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*), ısırgan otu (*Urtica dioica*), ıhlamur (*Tilia vulgaris*) ve kantaron (*Hypericum calycinum*) bitkileri ile bu bitkilerden elde edilen infüzyonlarda bazı mineral ve iz element (Al, B, Ba, Fe, Zn, Mn, Mg, K, Na, P, Cu, Sr, and Ca) miktarlarını ölçmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, genel olarak bitkilerden elde

edilen sonuçlar, infüzyon sonuçlarından daha yüksek bulunmuş olup, bazı minerallerin infüzyona geçen miktarlarında tersi durumlar da görülmüştür.

Bitkiler temel gelişimleri için ihtiyaç duydukları mineralleri ve Sr, Ba, Na gibi bazı metalleri çevrelerinden alabilmektedir. Bununla birlikte bitkilerin içeriğinde bulunan mineral ve iz elementler, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, doğal veya yapay gübre kullanımı, iklim şartları, bölge, depolama vb. birçok faktörden etkilenmektedir. Bitkilerden elde edilen infüzyonların mineral oranı genel olarak bitkilerin yapraklarında bulunan miktar ile ilgilidir. Infüzyonlara geçen iz element miktarlarının, bileşiğin matrikse sıkıca bağlanmış olma veya solüsyonda çözünebilme özellikleri ile ilgili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, bitki yaprağında bulunan toplam mineral madde miktarı ve infüzyonlara geçen minerallerin, demleme sırasında bileşiklerin gösterdiği ekstraksiyon randımanı ile doğrudan ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Costa ve ark. 2002).

Natesan ve Ranganathan (1990), çay yapraklarından mineral madde ekstraksiyon randımanını araştırdıkları çalışmalarında, elementleri yüksek oranda çözünebilen (>%55) örneğin Ni, orta derecede çözünebilen (%22–55) örneğin Mn, Mg, Al, Zn, Cu, ve düşük oranda çözünebilen (<%20) örneğin Fe ve Ca olmak üzere 3 gruba ayırmıştır. Pytlakowska ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada ayrıca bitkilerde mevcut minerallerin, infüzyon ile belirli oranlarda suya geçmekte olduğunu ve bu geçiş oranlarının bitki çeşidi ile ekstraksiyon metoduna göre değiştiğini ortaya koymuştur. Buna ek olarak, bitki yaprağında bulunan ve analiz ettikleri mineralleri ekstraksiyon randımanlarına göre yüksek oranda çözünebilen (>%55) örneğin K, orta derecede çözünebilen (%20–55) örneğin Mg, Na, P, B, Zn ve Cu ve düşük oranda çözünebilen (%20) örneğin Al, Fe, Mn, Ba, Ca ve Sr olmak üzere üç farklı gruba ayırmıştır. K bitki yapraklarından kolaylıkla ekstrakte edilebilen bir elementtir. Bu durum potasyumun kimyasal özellikleri ve bitki hücrelerinde yüksek oranda bulunması ile açıklanabilmektedir. Diğer bir taraftan Mg (%40) orta derecede ekstrakte olabilir özellik gösterirken, Ca (%6) düşük oranlarda ekstrakte olmaktadır. Bu sonuçlar Ca mineralinin bitki yapraklarında sabit olduğunu, magnezyumun ise istikrarsız bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.

Matsuura ve ark. (2001)'na göre, iklimsel değişimlerin element miktarlarına olan etkisi bitki yapraklarından gözlemlenebilmektedir. Bununla birlikte Ca hücrelerin içinde birikmekte ve demleme sırasında oldukça zor bir şekilde dışarıya çıkmaktadır. Bitki yapraklarında mevcut klorofilin önemli bir bileşeni olan Mg ise K ile benzer şekilde, Ca'a göre daha kolay ekstrakte olmaktadır. Ayrıca ağır metallerden biri olan Fe düşük oranda ekstrakte olabilen grupta yer almaktadır. Ekstraksiyon randımanını değiştiren bu farklılıklar, elementlerin iyonik ve kovalent karakteristikleri ile bitki yaprak ve infüzyonlarında gösterdikleri kimyasal ve biyolojik davranışlarını yansıtmaktadır.

Demir, oksijen depolayan kas miyoglobini ve oksijen taşıyan kan hemoglobini ile redoks reaksiyonlarında yer alan sitokrom ve enzimlerin yapı taşı olarak hayati öneme sahip bir mineraldir. Demir ihtiyacı, bireyin büyüme hızına ve kan kaybına bağlı olarak değişmektedir. Gıda maddelerinde bulunan demirin miktarı ise fizyolojik olarak kullanılabilen miktardan farklılık gösterebilmekte ve genellikle de yanılığlara neden olmaktadır. Gıdalardaki demirin büyük bir kısmı zayıf bir şekilde çözünen demir fitat ve demir fosfat halinde bulunmaktadır. Bu yüzden bazı bitkisel gıdalarda fazla miktarda demir bulunsa dahi, bu miktarın biyolojik önemi düşük olmaktadır. Hayvansal gıdalarla alınan demir ise bitkisel kaynaklara oranla daha kolay absorbe edilebilmektedir (Cemeroğlu 2001). Günlük demir ihtiyacı 19-30 yaş arası yetişkin erkeklerde 8 mg, bayanlarda ise 18 mg olarak belirlenmiş olup bu değerler çeşitli özelliklere göre değişim gösterebilmektedir. Demir içeriğince zengin gıdalara örnek olarak, et, balık, deniz ürünleri, sakatatlar ve yumurta sarısı verilebilmektedir (Anonim 2014a).

Kalsiyum, iskelet ve diş yapısının gelişimi ile nöromusküler sistem ve kalp fonksiyonlarının düzgün çalışmasında oldukça önem taşıyan bir mineraldir. Vücutta en fazla oranda bulunan minerallerden biri olup, %99'u kristal formda bulunmaktadır. Organizmadaki formu iki değerlikli ( $Ca^{+2}$ ) olup, hayvansal ve bitkisel gıdalardan alınabilmektedir. Kalsiyum içeriğince zengin gıdalar arasında süt ve ürünleri, yumurta, baklagiller, kuru yemişler ve yeşil yapraklı sebzeler yer almaktadır. Günlük kalsiyum alımı, 19-30 yaş arasındaki bayan ve erkeklerde yaklaşık 840 mg olmalıdır. Bu rakam 12-18 yaş arası çocuklarda 1050 mg'a, hamile ve emziren bayanlarda ise 1200 mg'a kadar artabilmektedir (Anonim 2014a).



Magnezyum, yaklaşık 300 enzim sisteminde kofaktör olarak görev yapan, glikolizde aerobik ve anaerobik enerji üretiminde enzim aktivatörü ya da Mg-ATP kompleksinin bir parçası olarak bulunan bir mineraldir. Mitokondride oksidatif fosforilasyonun gerçekleştirilebilmesi için, magnezyuma ihtiyaç duyulmaktadır. Magnezyum ayrıca kalsiyum metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Waterlow 1992, Al-Ghamdi ve ark. 1994). Bu mineral, metabolik fonksiyonlarından dolayı organizmadaki bütün hücrelere dağılmış halde bulunduğu için, yetersizliği durumunda önemli biyokimyasal semptomatik değişimler görülebilmektedir. Tüketilen ve sindirilen mineral, serbest  $Mg^{+2}$  veya magnezyumasetat formundadır. Hayvansal ve bitkisel kaynaklı yiyeceklerde yaygın halde bulunmaktadır. Magnezyum içeriğince zengin gıdalar arasında, kuru yemişler, tahıllar, baharatlar, yeşil sebzeler (bezelye ve soya fasülyesi gibi), çikolata, kabuklu deniz ürünleri ve peynir yer almaktadır. Günlük alım miktarı 19-31 yaş arası bayanlarda 235 mg, erkeklerde 330 mg olmalıdır. Sporcuların, antrenman sırasında kasların aktivasyonu gereği magnezyum ihtiyacı diğer bireylere göre daha yüksek olmaktadır (Anonim 2014a).

Potasyum, hücre içi enzimlerin fonksiyonlarında önemli rol oynayan bir mineral olup, sodyumla beraber ozmotik basınç ve pH dengesini düzenleyici etki göstermektedir (Cemeroğlu 2001). Potasyum içeriğince zengin gıdalar portakal ve portakal suyu, diğer narenciye ürünleri, muz, patates, domates, kavun, ıspanak ve baklagillerdir. Genel olarak çoğu meyve (şeftali ve nektarin gibi) ve sebze zengin potasyum kaynağı olup, aynı zamanda düşük miktarda sodyum içermektedir. Yetişkin bir bireyin genel olarak günlük 2000 mg potasyum alması gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada kronik böbrek hastalarında günlük 2,4 g (2400 mg)'ın altında potasyum alımı önerilmektedir (Çalışkan ve Yıldız 2010).

Sodyum, osmotik basınç düzeyini ve vücut sıvısı hacmini ayarlayan, ayrıca normal kas uyarılmasını ve duyarlılığını sağlayan bir mineraldir. Organizmada ekstraselüler sıvının asal katyonu olan sodyumun yaklaşık %95'i vücut ekstraselüler sıvısında yer almaktadır. Sodyum ve klorürün emilimi temel olarak ince bağırsakta başlamakta ve yaklaşık %98 etkinlikle sürmektedir. Sodyum genellikle tüm yiyeceklerde bulunmakla birlikte, çoğunlukla sofraya tuzu (sodyum klorür) olarak alınmaktadır. Ayrıca günlük diyetlerde sodyumbikarbonat ve işlenmiş gıdalarda monosodyum glutamat şeklinde de

yer almaktadır. 1 gram sodyum klorür yaklaşık 390 mg sodyum içermektedir. Yetişkin bayan ve erkeklerde günlük sodyum alım miktarının 460-920 mg aralığında değişmesi tavsiye edilmektedir (Anonim 2014a).

Askorbik asit insan fizyolojisinde önemli bir yere sahiptir. Vücutta kolajen sentezinde ve onarımında, enfeksiyon oluşumunun önlenmesinde, kemik ve kırıkdağların sentezinde, demir absorpsiyonunda, skorbüt hastalığının önlenmesinde, kolesterolün safra asidine dönüştürülmesinde, enzimlerde kofaktör ve antioksidan olarak (Davey ve ark. 2003, Patil ve ark. 2009) rol oynamaktadır.

Günlük diyetle yer alan klasik içeceklerin tatlı lezzeti, sakkarozun tadından ileri gelmektedir. Son yıllarda sağlıklı beslenme kavramının önem kazanması ile sakkaroz ve diğer şekerlerin (glikoz, fruktoz) diyetle alımının düşürülmesi için artan bir talep görülmektedir. Özellikle kilo kontrolü ve diyabet tedavisi için gün içinde sıklıkla tüketilen içeceklerde şeker yerine geçen tatlandırıcı bileşikler tercih edilmektedir (Pesek ve Matyska 1997). Çalışmamızda bitki çayı içeceği üretiminde bu tatlandırıcılardan aspartam ve asesülfam-K kullanılmıştır.

Aspartam ve asesülfam-K, besleyici değeri olmayan tatlandırıcılar (non-nutritive sweeteners) sınıfında yer almakta olup, diyabet hastalarının gıdalarında sakkarozla ikame olarak kullanılabilir. Aspartam, kimyasal ismi “aspartil-fenilalanin-1-metil ester” olan bir tatlandırıcıdır. Tatlılık derecesi sakkarozun 150-200 katı olup, 4 Kcal/g enerji sağlamaktadır. Avrupa Birliği'nde gıda katkı maddesi olarak E 951 kodunu almıştır. Aspartamın kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI değeri) 40 mg/kg'dır (Branen ve ark. 1990). Sakkaroz tüketimi esas alınarak yapılan bir hesaplama göre 150 g/gün sakkaroz tüketen bir kişinin, sakkarozdan aldığı enerji 600 Kcal/gündür. Fakat kişinin aynı lezzeti sağlamak için sadece 0,8 g aspartam tüketmesi yeterlidir. Bu durumda 3,2 Kcal/gün enerji alınmış olmaktadır (Vetsch 1985).

Asesülfam-K, kimyasal ismi “6-metil-1,2,3 okzatiyazin-4(3H)-on-2,2-dioksit” olan ve E 950 kodu ile bilinen organik sentetik bir tuzdur. Asesülfam-K'nın kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI değeri) 9,0 mg/kg'dır (Branen ve ark. 1990). Avrupa Birliği ülkelerinde gazlı ve gazsız içeceklerde maksimum kullanım miktarı 350 mg/L olarak belirlenmiştir (Ashurt 2005). Sakkarozdan 130–200 kat daha tatlıdır. Şekere yakın bir

tatlılığı vardır, ancak yüksek miktarlarda kullanıldığında acı, metalik bir tat verebilmektedir. Sindirim sisteminde değişmeksizin dışarı atılması nedeniyle kalori sağlamamaktadır. Sıcaklığa dayanıklı olduğu için, gıdaların pişirilmesi veya fırınlanmasında kullanılabilir. Diğer tatlandırıcılar ile sinerjistik bir etkiye ve iyi bir raf ömrüne sahiptir (Anonim 1993). Enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz su bazlı aromalandırılmış içecekler kategorisinde en fazla 600 mg/L aspartam ve 350 mg/L asesülfam-K kullanılabilir (Anonim 2012b). Çalışmamızda tatlandırıcı kullanılarak üretilen bitki çayı içeceklerinde bu limitler göz önüne alınmıştır.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre; gazlı içeceklerde CO<sub>2</sub> miktarı en az 2 g/L olmalıdır. İçeceğe sağladığı kolay içme özelliğinin yanı sıra, karbondioksit gazının önemli bir faydası da, içinde bulunduğu içeceklerde mikroorganizma gelişimini sınırlaması böylece tüketiciler açısından güvenli gıda üretimine olanak sağlamasıdır. Ayrıca midede yiyeceklerin hareketini desteklemesi ile sindirimi kolaylaştırmakta ve mide suyunun salgılanmasını desteklediği için rahatlık vermektedir. CO<sub>2</sub>' in diğer bir olumlu etkisi de daha ağızda iken serinletici etki yapmasıdır. Gazlı ve gazsız içeceklerin bu açıdan etkileri oldukça farklıdır. Bu serinlemenin nedeni, gaz kabarcıklarının ağız içi sıcaklığı ile birlikte geçirdiği faz değişimi sırasında ortamdaki ısıyı almasıdır. Diğer yandan CO<sub>2</sub> basıncı kapalı kaplarda mikroorganizma gelişimini durdurucu etki yapmaktadır. Örneğin; 7 atü basınç altında gazlanmış içeceklerde en çok bulunan ve fermentasyona yol açan mikroorganizmaların gelişimi büyük ölçüde durmaktadır.

Gazlı içecek üretiminde kullanılan CO<sub>2</sub> miktarı, ürünün mikrobiyal güvence altına alınması açısından yeterli olmamaktadır. Bu nedenle ürüne antimikrobiyal madde eklemesi yapılmaktadır. Bu yaygın görülen bir uygulama olup, çalışmamızda da gazlı bitki çayı içeceği üretimi için, koruyucu madde olarak sodyum benzoat (E211) ve potasyum sorbat (E202) kullanılmıştır.

Sodyum benzoatın kimyasal formülü C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CO<sub>2</sub>Na (C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>NaO<sub>2</sub>)'dir. Sodyum benzoat, benzoik asidin sodyum bikarbonat, sodyum karbonat veya sodyum hidroksit ile nötralizasyonu sonucunda elde edilmekte olup, doğada saf halde bulunmamaktadır. Morfolojik olarak beyaz renkli granüler halde ve toz olarak bulunan bir maddedir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre sodyum benzoat, alkolsüz aromalı içeceklerde (süt

bazlı içecekler hariç) gerek tek başına, gerekse de potasyum sorbatla birlikte maksimum 150 mg/L oranında kullanılabilir (Anonim, 2012b).

Potasyum sorbatın (E202) kimyasal ismi “potasyum 2,4-hekzadieonat” tır. Günlük kabul edilebilir maksimum alım miktarı 25 mg/kg’dır. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’ne göre potasyum sorbat alkolsüz aromalı içeceklerde (süt bazlı içecekler hariç) tek başına maksimum 300 mg/L, sodyum benzoatla birlikte ise maksimum 250 mg/L olarak kullanılabilir (Anonim 2012b). Gıda ürünleri ve içeceklerin pek çoğunda kullanılan potasyum sorbat, maya, küf ve bakteriler üzerine inhibitör etki göstermektedir. Ayrıca gıdaların ömrünü uzatmasının yanı sıra, gıdanın kendine has aromasının korunmasında da rol oynamaktadır. Antimikrobiyal etkisi daha çok küflerdeki dehidrogenaz enzim sisteminin inhibisyonundan ileri gelmektedir. Bakteriler üzerine etkisi ise katalaz pozitif olanlara karşı daha yüksektir. Sorbat aynı zamanda *Staphylococcus*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerine karşı etki göstermektedir (Nizamliöglu ve ark. 1996).

Bulanıklık kaynakları biyolojik ve kimyasal olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Biyolojik bulanıklık mikroorganizmaların gelişmesi ile, kimyasal bulanıklık ise; nişasta, polifenol, protein, pektin, bakır, demir ve benzeri çok sayıdaki organik ve inorganik unsurun dahil olduğu kompleks oluşturma ve benzeri kimyasal reaksiyonlarla oluşmaktadır (Beveridge 1997, Siebert 1999). Kimyasal bulanıklık meyve suyunda bulunan veya sonradan oluşan partiküllerin kimyasal kararsızlığı sonucunda meydana gelmektedir. Bu tip bulanıklık, polifenol, protein, pektin, bakır ve demirin dahil olduğu kompleks oluşumlar sonucu meydana gelmektedir (Beveridge 1997). Cemeröglu (2009)’na göre bulanıklık düzeyi ve NTU değerleri “parlak berrak, kristal berrak: 0-1,0 NTU, berrak: 1,1-2,0 NTU, opak: 2,1-2,5 NTU, hafif bulanık: 2,6-5,0 NTU, bulanık: 5,1-10 NTU, aşırı bulanık: 20 NTU’dan büyük” olarak sıralanmıştır. Koutchma ve ark. (2004)’nın yapmış oldukları bir çalışmada elma suyunun bulanıklık değerleri analiz edilmiştir. Berrak elma suyunda bulanıklık değeri 0,8 NTU bulunmuş olup, bu değer filtre edilmiş elma sırasında 1,5-2,5 NTU, filtre edilmemiş elma sırasında ise 1000-1500 NTU arasında değişim göstermiştir.

Limon otu bitkisi *Lippia* familyasında yer almakta olup *Lippia citriodora* olarak adlandırılmaktadır. *Lippia* familyası bünyesinde 200 civarında türü barındırmaktadır. Bu türler genel olarak Güney ve Orta Amerika ülkelerinde ve tropik Afrika bölgelerinde dağılmıştır (Terblanche ve Kornelius 1996). Limon otu bitkisi ise Güney Amerika'da kendiliğinden yetişmekte olup Kuzey Afrika ve Güney Avrupa'da ekimi yapılmaktadır (Valentao ve ark. 2002). Limon otu bitkisi 1,2-1,5 m uzunluğa sahip, genel olarak bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilen bir bitki çeşididir (El-Hamidi ve ark. 1983). Limon otu bitkisel çay ve endüstriyel anlamda kullanılan limon kokulu aromatik yapraklara sahip olması nedeniyle limon meyvesinin koku ve aromasının alternatifi olarak kullanılmaktadır (Yıldız 2012). Limon kokusu nedeniyle melisa bitkisiyle oldukça benzerlik göstermektedir. Bazı *Lippia* türleri antimalaryal (Gasquet ve ark. 1993), antiviral (Abad ve ark. 1997) ve sitostatik (Pascual ve ark. 2001) etki göstermektedir.

*Lippia citriodora*'nın infüzyonu ile elde edilen içecek astım, soğuk algınlığı, grip ve sindirim güçlüğü rahatsızlıklarında geleneksel olarak kullanılmaktadır (Newall ve ark. 1996). Bu infüzyon aynı zamanda çeşitli fenolik bileşenleri içermektedir. Bunun dışında bu türdeki bitkiler gıdaların hazırlanmasında lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır (Morton 1981).

Limon otu bitkisinde bulunan uçucu yağların %0,01 konsantrasyonunda ve pH 4,0 ve 5,0 aralığında *Helicobacter pylori*'ye karşı bakterisidal etki gösterdiği saptanmıştır (Toroğlu ve Çenet 2006).

Yapılan bir çalışmada taze limon otu yapraklarından elde edilen yağ miktarının %0,072 ile %0,192 arasında değiştiği bildirilmiştir (El-Hamidi ve ark. 1983).

Kurutulmuş limon otu (*Lippia citriodora*) yapraklarında diklorometan ve su ile ekstrakte edilen uçucu bileşenlerin kompozisyonunu ortaya koymak için yapılan GC-MS analizi sonucunda cital,  $\beta$ -caryophyllene, 1,8-cineole, citronellol, iso-menthone,  $\alpha$ -bergamotene, p-cymene, germacrene ve camphene en önemli bileşenler olarak saptanmıştır (Ali ve ark. 2008). Bazı çalışmalarda *Lippia citriodora* bitkisinde (taze) en önemli monoterenlerin citral-A, citral-B, 1,8-cineole, geraniol, linalool ve limonene, seskiterpenin ise caryophyllene oxide olduğu bildirilmiştir (De Vincenzi ve ark 1994,

Terblanche ve Kornelius 1996). Carnat ve ark. (1998), melisa (*Melissa officinalis L.*) çayı infüzyonunda aroma bileşenlerini saptamak için GC-MS yöntemiyle yaptıkları çalışmada, geranial, neral ve citronellal bileşiklerini toplam uçucu yağ oranla sırasıyla; %43,53, %30,15 ve %16,81 olarak belirlemiştir. Limon otunda bulunan uçucu bileşenlerin listesi Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Limon otu (*Lippia citriodora*) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler (Terblanche ve Kornelius 1996, Ali ve ark. 2008)

Limonene	Geraniol	Terpinene
1,8-Cineole	Linalool	t-Ocimene
$\alpha$ -Pinene	Myrcene	Eugenol
$\beta$ -Pinene	Neral	Octanol
Citronellol	Nerol	Iso-menthone
Citral	Verbenone	Borneol
$\alpha$ -Humulene	Caryophyllene oxide	Menthol
Geranial	Carvacrol	Heptadienal
Camphene	$\beta$ -Bourbone	Geranyl Acetate
$\beta$ -Caryophyllene	p-Cymene	Germacrene
$\alpha$ -Bergamotene	$\beta$ -Himachalane	

Ihlamur bitkisi *Tiliaceae* familyasında yer almakta olup *Tilia argentea* olarak adlandırılmaktadır. Ağaçlarının boyu 20-30m’ye kadar uzanabilmektedir. Yaprakları ve sarımsı sarkık çiçekleri çay olarak tüketilmesinin yanı sıra arıcılıkta önemli bir nektar kaynağıdır.

Ihlamur (*Tilia cordata*), müsilaj içermesinden dolayı üst solunum yollarındaki irritasyonu giderici etki göstermektedir. Ülkemizde *Tilia vulgaris* (linden tea) cinsi bitki çayı olarak tüketilmektedir (Albayrak ve ark. 2012). Yatıştırıcı, idrar ve balgam söktürücü, öksürüğü ve damar tıkanıklığını giderici etkileri bilinmektedir. Ayrıca sindirim sistemini düzenleyici ve uykusuzluğu giderici etkileri de mevcuttur.

Çay olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlendiği bir çalışmada ihlamur bitkisinin nem içeriği,  $7,6 \pm 0,35$  g/100g, DPPH ve FRAP yöntemleri ile yapılan

antioksidan kapasite sonuçları ise sırasıyla 33,37±0,76 ve 145,30 ±2,91 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde olarak saptanmıştır (Akış 2010). Aynı çalışmada ayrıca Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde miktarı analiz edilmiş olup sonuç 51,12 ±4,99 mg GAE/g kuru madde olarak ölçülmüştür. Yıldız (2007), yapmış olduğu çalışmada, *Tilia rubra* türü ıhlamur bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini %70 metanollü ekstrakt ve katı bitki hidrolizatında CUPRAC yöntemiyle sırasıyla 660 ve 680 µmol troloks/g olarak bildirmiştir.

Pytlakowska ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada ticari olarak satılan kuru ıhlamur bitkisinin Fe, Ca, Mg, K ve Na miktarlarını sırasıyla 55,8±0,4 mg/kg, 317±2 mg/kg, 194±1 (mg/kg), 1067±6 mg/kg ve 95,1±1,0 mg/kg olarak bildirmiştir. Karakaya ve El (2006) yapmış oldukları çalışmada ıhlamur çiçeğinin toplam antioksidan kapasitesini ABTS yöntemiyle %96,70±0,50, toplam fenolik madde miktarını ise 32,22 mg/L kateşin eşdeğeri olarak belirlemiştir.

Albayrak ve ark. (2012) ıhlamur bitkisinde metanol ekstraktı, infüzyon ve dekoksasyon uygulamaları sonucu elde edilen ekstraktlarda toplam antioksidan kapasite miktarını sırasıyla, 229,98±0,6, 85,42±0,3 ve 36,78 mg askorbik asit eş değeri/g olarak belirlemiştir. Aynı uygulamalarda DPPH IC<sub>50</sub> yöntemiyle serbest radikalleri uzaklaştırıcı aktivite sırasıyla 12,08, 18,66 ve 17,71 µg/mL olarak saptanmıştır. ıhlamurda bulunan uçucu bileşenlerin listesi Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Ekinezya bitkisi *Echinacea* familyasında yer almakta olup *Echinacea purpurea* olarak adlandırılmaktadır. Bitkinin boyu 1-1,5 m'ye kadar uzayabilmektedir. Bitkinin çiçeği, yaprakları ve sapları kurutularak çay olarak tüketilmektedir.

Çizelge 2.2. Ihlamur (*Tilia argentea*) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler (Toker ve ark. 1999)

Limonene	Camphor	Citronellol
1,8-Cineole	Linalool	δ-Cadinene
γ-Terpinene	Hexadecane	Tricosane
p-Cymene	β-Cyclocitral	Dodecanol
Hexanol	Menthol	Nonadecane
Nonanal	Heptadecane	Carvone
Citronellol	Methyl Salicylate	Geraniol
İsoamyl benzoate	Benzene acetonitrile	Hexadecanoic acid
Pentadecanoic acid	β-İonone	α-Terpinyl acetate
Linoleic acid	Hexacosane	α-Muurolene
α-Terpineol	Nonanol	

Ekinezya (*Echinaceae spp*), Kuzey Amerika'nın florasına ait bir bitkidir. Faydalarının anlaşılması ile tüketimi Amerika'dan Avrupa'ya, Afrika'dan Pasifiklere kadar yayılmış olup, endüstride çeşitli ürünlerde kullanılır hale gelmiştir. Tıbbi bitki olarak bilinen ve ekonomik öneme sahip ekinezya türleri *E. purpurea*, *E. angustifolia* ve *E. pallida*'dır. Bu türler günümüzde bağışıklık sistemini düzenleyici, antiviral, antibakteriyal, antiparazitik ve antiinflamatuar özellikleri sebebiyle çeşitli hastalıkların iyileştirilmesinde kullanılmıştır. Ekinezya, grip, bronşit, romatizma, kireçlenme gibi rahatsızlıkların tedavisini desteklemektedir. Ayrıca jinekoloji ve dermatoloji gibi alanlarda kullanımı yaygındır (Çalışkan ve Odabaş 2011).

Phelan ve Rees (2003) yapmış oldukları çalışmada, ekinezyalı ve frambuazlı içeceğin pH değerini 3,49 olarak bildirmiştir.

Gallaher ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada ticari olarak 2 gramlık poşetler şeklinde satışı bulunan *Echinacea purpurea* çayının Fe, Ca, Mg, K ve Na miktarlarını sırasıyla 0,46 mg/kg, 19,98±1,46 mg/kg, 8,92±0,54 mg/kg, 53,46±2,80 mg/kg ve 6,72±1,40 mg/kg olarak bildirmiştir. Miliauskas ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada *Echinacea purpurea*'nın toplam fenolik madde miktarını metanolle hazırlanan ekstraktta 410±1,2 mg GAE/100g olarak bildirmiştir.



Thappa ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada ekinezyada bulunan uçucu bileşenleri;  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, myrcene, limonene,  $\alpha$ -cubebene,  $\beta$ -caryophyllene, 1,8-pentadecadiene olarak belirlemiştir. Ekinezyada bulunan uçucu bileşenlerin listesi Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Ekinezya (*Echinacea purpurea*) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler (Thappa ve ark. 2004)

Hexenal	Camphene	Limonene
Thujene	Sabinene	1,8-Cineole
$\alpha$ -Pinene	Myrcene	$\gamma$ -Terpinene
$\beta$ -Pinene	p-Cymene	Terpinolene
Calarene	Germacrene D	Bicyclogermacrene
$\delta$ -Cadinene	$\alpha$ -Cadinene	Calamenene
$\beta$ -Caryophyllene oxide	Spathulenol	Cubenol
$\alpha$ -Cubebene	$\delta$ -Elemene	$\alpha$ -Muurolene
$\beta$ -Elemene	$\beta$ -Caryophyllene	Nerolidol

Adaçayı bitkisi *Lamiaceae* familyasında yer almakta olup *Salvia triloba* (*Salvia fruticosa*) olarak adlandırılmaktadır. Bitki 30-70 cm boyunda olup çiçekleri menekşe rengidir. Bitkinin yaprakları ve çiçeklerinden yararlanılmaktadır.

Adaçayı, içeriğinde bulunan uçucu yağlar nedeniyle, antiseptik ve antiviral etki göstermektedir. Üst solunum yolları enfeksiyonunda, larenjit, boğaz ağrıları, ağız ve diş eti iltihabında tedaviyi destekleyici olarak kullanılmaktadır. Antihidratik özelliği bulunmaktadır. Fitoöstrojen içerdiğinden adet dönemi ve menopoz sıkıntılarında destek olarak kullanılmaktadır. İçeriğinde bulunan etken maddeler; fenolkarbonikasitler ve flavonoidlerdir. Flavonoid bileşikleri aynı zamanda diüretik etkiye sahiptir (Ötleş ve Akçiçek 2010).

Şensoy (2007), kurutulmuş adaçayında (*Salvia officinalis*) nem miktarını 6,62 g/100g, Özdemir ve ark. (2009) ise *Salvia fruticosa* adaçayının nem miktarını 7,06±0,56 g/100g olarak bildirmiştir. Özdemir ve ark. (2009) kurutulmuş adaçayının (*Salvia fruticosa*) L, a ve b değerlerini sırasıyla 19,72±0,02, 0,028±0,018 ve 0,653±0,025 olarak bildirmiştir.

Bununla birlikte, Özdemir ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada instant çay olarak tüketilmek üzere hazırlanan, sprey kurutma ile toz haline getirilmiş ve rekonstitute edilmiş *Salvia fruticosa* çayının NTU değerini  $4,40\pm 0,00$  olarak bildirmiştir.

Özcan ve ark. (2008) yapmış olduğu araştırmada adaçayında (*Salvia fruticosa*) Fe, Ca, Mg, K ve Na miktarlarını sırasıyla  $352,2\pm 95,24$  mg/kg,  $7159,8\pm 2148,61$  mg/kg,  $2391,0\pm 417,77$  mg/kg,  $10967,3$  mg/kg ve  $886,02\pm 247,53$  mg/kg olarak bildirmiştir. Pytalkowska ve ark. (2012) *Salvia officinalis*'in Fe, Ca, Mg, K ve Na miktarlarını sırasıyla  $67,1\pm 0,4$  mg/kg,  $276\pm 2$  mg/kg,  $331\pm 2$  mg/kg,  $1233\pm 3$  mg/kg ve  $133\pm 2$  mg/kg olarak belirlemiştir.

Kümbet (2010) yapmış olduğu çalışmada, *Salvia fruticosa* ile hazırlanan infüzyonda, bitkinin toplam antioksidan kapasitesini  $5,15\pm 0,00$  mmol/g troloks eşdeğeri olarak saptamıştır. Toplam antioksidan kapasiteyi ayrıca DPPH EC<sub>50</sub> yöntemiyle  $0,07\pm 0,02$  mg/mL olarak belirlemiştir. Miliauskas ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada *Salvia officinalis*'in toplam antioksidan kapasitesini DPPH yöntemi ile  $92,3\pm 0,5$  olarak bildirmiştir.

Karakaya ve El (2006) yapmış oldukları çalışmada adaçayının toplam antioksidan kapasitesini ABTS yöntemiyle  $39,61\pm 1,60$ , toplam fenolik madde miktarını ise  $151,88\pm 11,2$  µM ve  $44,96$  mg/L kateşin eşdeğeri olarak belirlemiştir. Barut (2011) yapmış olduğu çalışmada adaçayının yaklaşık %8'lik infüzyonunda toplam antioksidan kapasitesini TEAC yöntemiyle  $715,73\pm 4,26$  µmol troloks /g ekstrakt olarak saptamıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş adaçayı örneğinin toplam antioksidan kapasitesini FRAP yöntemiyle  $443$  µmol troloks/g olarak saptamıştır.

Yıldız (2007), adaçayında (*Salvia triloba*) toplam antioksidan kapasiteyi %70 metanollü ekstrakt ve katı bitki hidrolizatında CUPRAC yöntemiyle sırasıyla  $504$  ve  $726$  µmol troloks/g olarak bildirmiştir. Chohan ve ark. (2008) pişirme ve depolama işlemlerinin bazı yenilebilir bitkilerin antioksidan kapasitelerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, adaçayı (*Salvia fruticosa*) bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini  $625,0\pm 0,5$  µmol troloks/g olarak saptamıştır. Miliauskas ve ark. (2004) adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkisinde yapmış olduğu çalışmada, toplam fenolik madde miktarını  $22,6$  mg GAE/g ( $2260$  mg GAE/100g) olarak belirlemiştir. Özdemir ve ark.

(2009) yapmış oldukları çalışmada instant çay olarak tüketilmek üzere hazırlanan, sprey kurutma ile toz haline getirilmiş ve rekonstitute edilmiş *Salvia fruticosa* çayının toplam fenolik madde miktarını  $339\pm 0,07$  mg GAE/100g olarak bildirmiştir. Kumbet (2010), yaptığı çalışmada adaçayı bitkisini (%8,8) kaynar su ile infüze etmiş ve ekstraktta toplam fenolik madde miktarını  $0,41\pm 0,00$  mg GAE/mg (41100 mg GAE/100g) ekstrakt olarak saptamıştır. Ayrıca Pizzale ve ark. (2002) *Salvia fruticosa* adaçayı ekstraktında toplam fenolik madde miktarını 113400 mg GAE/100g, *Salvia officinalis* adaçayında ise 46400 mg GAE/100g olarak bildirmiştir.

Santos-Gomes ve ark. (2001), adaçayının uçucu bileşenlerini belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmada en fazla 1,8-cineole,  $\alpha$ -thujone camphor,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene bileşenlerini tespit etmiştir.

Delamare ve ark. (2007), kurutulmuş adaçayı yapraklarından clevenger düzeneği yardımıyla uçucu yağ elde etmiş ve adaçayının uçucu bileşenlerini  $\alpha$ -pinene, camphene,  $\beta$ -pinene, myrcene, 1,8-cineole,  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -thujone, camphor, borneol,  $\beta$ -caryophyllene,  $\alpha$ -humulene, viridifloral ve  $\delta$ -gurjunene olarak saptamıştır.

Adam ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada, uçucu yağın baskın bileşenlerini 1,8 cineole, camphor,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene, sabinene, myrcene,  $\beta$ -caryophelene,  $\alpha$ -humulene, limonene ve terpinen-4-ol olarak bildirmiştir.

Müller-Riebau ve ark. (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada taze adaçayı yapraklarından clevenger düzeneği ile uçucu yağ elde edilmiş ve farklı mevsimlerin aroma kompozisyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Adaçayının başlıca uçucu bileşeni olan 1,8 cineole'un miktarı 297,3 mg/mL ile en yüksek temmuz ayında tespit edilirken, ağustos ayında (193,3 mg/mL) azalma görülmüştür. Camphor bileşenin en yüksek konsantrasyonu da 75,8 mg/mL değeri ile temmuz ayında saptanmıştır. Buna ek olarak  $\beta$ -pinene (28,3 mg/mL) ve  $\beta$ -caryophelene (25,8 mg/mL) bileşikleri mayıs ayında en yüksek konsantrasyonda bildirilmiştir. Adaçayında bulunan uçucu bileşenlerin listesi Çizelge 2.4.'te verilmiştir.

Çizelge 2.4. Adaçayı (*Salvia triloba*) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler (Kosar ve ark. 2004, Delamare ve ark 2007)

$\alpha$ -Pinene	$\alpha$ -Thujone	$\beta$ -Caryophyllene
Camphene	$\beta$ -Thujone	$\alpha$ -Humulene
$\beta$ -Pinene	Camphor	Viridifloral
Myrcene	Borneol	$\delta$ -Gurjunene
1,8-Cineole	$\alpha$ -Terpinene	Linalool
$\alpha$ -Terpineol	Carvone	Bornyl Acetate
p-Cymene	$\delta$ -Terpineol	Linalyl Acetate

Biberiye bitkisi *Lamiaceae* familyasında yer almakta olup *Rosmarinus officinalis* olarak adlandırılmaktadır. Bitki iğneye benzeyen ince yapraklara sahip olup, mor çiçekli ve çalı görünümündedir. Bitkinin yaprakları ve çiçeklerinden yararlanılmaktadır.

Anavatanı Akdeniz kıyıları olan bu bitkinin ülkemizde en fazla üretiminin yapıldığı bölge Mersin ve Adana yöresidir. En verimli dönemi haziran ve eylül ayları arası olup, biberiye yaprakları çay üretimi için bu dönemde toplanıp kurutulmaktadır. Çayı, özellikle sindirim sistemine faydalıdır (Baytop 1984).

Biberiye antioksidan, antimikrobiyal ve antitumör etki göstermektedir. Fonksiyonel etkisi, polifenol bileşikleri örneğin; yağda çözünebilir diterpen bileşiği olan karnosik asit ve suda çözünebilir fenolik asit türevi olan rosmarinik asit ile ilişkilendirilmektedir (Liu ve ark. 2011). Diğer fenolik diterpenler (rosmanol, epirosmanol ve meoksirosmanol) oran olarak daha az bulunmaktadır. Biberiye ekstraktları gıda sanayinde doğal antioksidan olarak yer bulmakta ve ürünün karnosik asit içeriği ile doğru orantılı olarak fiyat dengesi değişmektedir (Thorsen ve Hildebrandt 2003). Toronsoco ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada biberiye bitkisindeki antioksidan fenoliklerden olan rosmarinik ve karnosik asit içeriğini Hızlı-HPLC cihazı ile tayin etmiş ve sırasıyla %0-%2 rosmarinik asit ve %2-%8 karnosik asit miktarı saptamıştır.

Okonkwo ve Ogu (2014), yapmış oldukları çalışmada Nijerya'nın güneydoğu bölgesinden elde edilen kuru ve öğütülmüş biberiyenin kimyasal kompozisyonu, vitamin ve mineral içeriğini ortaya koymuştur. Biberiyenin nem miktarı %10,83±0,02,

kül miktarı %11,78±0,02, ham lif içeriği %14,26±0,04, ham yağ miktarı %3,48±0,04, ham protein miktarı %14,30±0,08 ve karbonhidrat miktarı %45,84±0,71 olarak bildirilmiştir. Biberiyede A vitamini 14,87±0,10 mg/100g, B<sub>1</sub> vitamini 0,045±0,00mg/100g, B<sub>2</sub> vitamini 0,025±0,00mg/100g, B<sub>3</sub> vitamini 0,019±0,00mg/100g ve C vitamini ise 378,62±0,03mg/100g olarak saptanmıştır. Biberiyenin mineral içeriğinin de araştırıldığı bu çalışmada kalsiyum miktarı 192,31±0,01 mg/100g, magnezyum miktarı 85,66±0,08 mg/100g, potasyum miktarı 343,82±0,02 mg/100g, sodyum miktarı 41,46±0,22 mg/100g, fosfor miktarı 274,62±0,02 mg/100g ve demir miktarı 3,76±0,05 mg/100g olarak bildirilmiştir. Akrou ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, %5'lik biberiye ekstraktında 7,0 ± 0,3mg/L sodyum saptamıştır.

Biberiye bitkisinin antioksidan kapasitesinin ve toplam fenolik madde miktarının incelendiği farklı çalışmalar mevcuttur. Erkan ve ark. (2008) kurutulmuş biberiye yaprağının antioksidan kapasitesini DPPH yöntemi ile IC<sub>50</sub> değeri bazında 54,0±1,4 µg/mL olarak bildirmiştir. Aynı çalışmada, biberiyenin antioksidan kapasitesi ABTS yöntemi ile 15,5±1,1µM troluks olarak belirlenmiştir. Ayrıca, biberiyenin toplam fenolik madde miktarı Folin–Ciocalteu yöntemiyle 162 mg GAE /g olarak ölçülmüştür (Erkan ve ark. 2008). Bir diğer çalışmada biberiye bitkisinin toplam fenolik madde içeriği 2157 mg kateşol/100g olarak bildirilmiştir (Diken 2009).

Chan ve ark. (2012) farklı kurutma sıcaklıkları ve yöntemleri uygulanmış biberiye bitkisinde toplam fenolik madde miktarını, 50°C'de fırında kurutulan örneklerde 2490±80 mg GAE/100g, 80°C'de fırında kurutulan örneklerde 2080±426 mg GAE/100g, ön işlem olarak mikrodalga uygulanan ve 50°C'de fırında kurutulan örneklerde 2530±174 mg GAE/100g ve piyasadan temin edilen örneklerde ise 3700±245 mg GAE/100g olarak bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, biberiye bitkisinin su ve etanol ile hazırlanan ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı 3084 mg GAE/100g ve 3944 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir (Oh ve ark 2013).

Biberiye bitkisinin dar ve uzun yapraklarında, bitkiye aromasını veren uçucu yağ %1-2,5 oranında bulunmaktadır. Biberiyeye özgü olan bu esansiyel yağ, et ürünleri ile yağ içeren gıdalarda oksidasyona ve ransiditeye karşı kullanılmaktadır (Çoban ve Patır 2010, Ötleş ve Akçiçek 2010). Biberiyeye karakteristik aromasını veren en önemli

uçucu bileşikler 1,8-cineole,  $\alpha$ -pinene, camphor ve borneoldür (Figueredo ve ark. 2010). Biberiyede bulunan uçucu bileşenlerin listesi Çizelge 2.5'te verilmiştir. Ayrıca bitkinin yapısında flavonoidler ve tanen bulunmaktadır.

Çizelge 2.5. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkisinde yer alan başlıca uçucu bileşenler (Figueredo ve ark. 2010)

$\alpha$ -Pinene	<i>p</i> -Cymene	Borneol
Champhene	1,8-Cineole	Terpinene-4-ol
Thuja-2,4(10)-diene	Terpinolene	<i>p</i> -Cymen-8-ol
Sabinene	<i>p</i> -Cymenene	$\alpha$ -Terpineol
Oct-1-en-3-ol	2,6-Dimethylphenol	Verbenone
Myrcene	Chyrsanthenone	Carvone
$\alpha$ -Phellandrene	$\alpha$ -Campholenal	Bornyleacetate
$\delta$ -3-Carene	Camphere	Thymol
$\alpha$ -Terpinene	Camphenhydrate	Carvacrol
<i>o</i> -Cymene	Trans-pinocamphone	Piperitenone
Spathulenol	$\beta$ -Bisabolene	$\beta$ -Caryophyllene
Caryophylleneoxide	$\gamma$ -Cadinene	$\alpha$ -Humulene
Methyleugenol	$\delta$ -Cadinene	$\gamma$ -Muuroolene

Funda bitkisi *Ericaceae* familyasında yer almakta olup *Erica arborea* olarak adlandırılmaktadır. Bitki ağaç fundası olarak bilinmekte olup boyu 6-7 m'ye kadar uzamaktadır. Bitkinin kurutulmuş dikensi yaprakları çay olarak tüketilebildiği gibi yemeklerde aroma verici olarak da kullanılmaktadır.

Halk arasında süpürge otu olarak da bilinmektedir. Ülkemizde Karadeniz, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yetişmekte olan fundanın Avrupa, Orta Doğu ve Afrika'ya yayılmış yüz adet farklı çeşidi bulunmaktadır (McGuire and Kron 2005, Demirkıran ve ark. 2010). Avrupa'da *Erica vagans*, *Erica cinerea*, *Erica carnea* ve *Calluna vulgaris* türleri arılar tarafından polen ve nektar için tercih edilmektedir. Bu bitkilerden elde edilen balların kendine özgü aromatik tadları bulunmaktadır (Yang ve ark. 2012). Fundanın bileşiminde tanen, arbutin, saponin, çeşitli enzimler ve mineraller yer almaktadır. Funda ayrıca antiinflamatuvar, kolesterol düşürücü, ağrı kesici, diüretik ve

kabızlığı giderici etki göstermektedir. Bununla birlikte funda, obezite hastalığının tedavisine yardımcı olarak kullanılmaktadır.

Penuelas ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmada, kurutulmuş fundada 6,5 mg/g Ca, 2,1 mg/g Mg, 0,1 mg/g Fe, 5 mg/g K ve 740±65 mg/g Na belirlemiştir. Monaci ve ark. (2011)'nin *Erica andevalensis* bitkisiyle yapmış oldukları çalışmada, 5140±1507 µg/g Ca, 237±96 µg/g Fe, 2962±528 µg/g K, 2806±766 µg/g Mg ve 481±333 µg/g Na saptanmıştır.

Amezouar ve ark. (2013)'nin yapmış oldukları çalışmada, Fas'ta yetişen funda bitkisinin (*Erica arborea*) antioksidan ve antienflamatuvar aktivitesi araştırılmıştır. Etanol ile ekstrakte edilmiş örneklerde, FRAP yöntemine göre 9,48±0,05 mg Vitamin E eşdeğeri/g ve DPPH yöntemine göre %86,5±0,01 antioksidan aktivite saptanmıştır. Ay ve ark. (2007)'nin *Erica arborea* yaprak ve çiçeklerinde yaptıkları çalışma sonucunda metanolla hazırlanan ekstraktta fenolik madde miktarı 144,85±1,35 µg pirokateşol/mg ekstrakt olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite miktarı (IC<sub>50</sub>) 23,06±0,36 µg/mL olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, fundanın toplam fenolik madde miktarı sulu ekstraktta 119,88±0,50 mg GAE/g örnek, etanollü ekstraktta 39,26±0,94 mg GAE/g örnek olarak analiz edilmiştir (Vucic ve ark. 2013).

Yeşil çay bitkisi *Theaceae* familyasında yer almakta olup *Camellia sinensis* olarak adlandırılmaktadır. Bitkinin boyu serbest bırakıldığında 9 m'ye kadar uzayabilmektedir. Bununla birlikte tarım amaçlı yetiştirmede bitki boyunun 2 m'nin altında olması tercih edilmektedir. Fermente edilmemiş kuru yaprakların çay olarak tüketimi dünya çapında yaygındır.

Çay bitkisi (*Camellia sinensis*), farklı yöntemlerle işlenerek yeşil, siyah ve oolong çayı olarak üretilmektedir. Yeşil çay fermente edilmemiş, siyah çay tam fermente edilmiş ve oolong çayı ise, yarı fermente edilmiş özelliktedir. Dünyada üretilen ve tüketilen çayın %20'sini yeşil çay oluşturmaktadır. Yeşil çay, polifenol bileşenleri oksidasyona uğratılmadan *C. sinensis* yapraklarının dehidrasyonu ile elde edilmektedir. Bu nedenle kateşin grubundan monomerik polifenoller yüksek düzeyde içermektedir. Fakat yeşil çaya herhangi bir fermentasyon işlemi uygulanmadığı için, siyah çayın içerdiği uçucu

yağ bileşenleri oluşmamaktadır. Bu nedenle yeşil çayın aromatik özelliği diğer çaylara göre daha az olmaktadır (Çelik 2006, Türkmen ve ark. 2007).

Taze yeşil çay yaprakları; kateşin, epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epigallokateşin gallat (EGCG) flavonoidleri ve ayrıca flavanol bakımından zengindir. Oolong ve yeşil çayda yüksek miktarlarda EGCG ve EGC bulunmaktadır. Yeşil çay yaklaşık %70 oranında kateşin (monomerik flavonoidler), %10 minör flavanoller (çoğunlukla kuersetin, kamferol, mirisetin ve bunların gliko yapıları) ve %20 oranında polimerik flavonoidleri içermektedir. Çay bitkisinde en çok bulunan aminoasit L-teanin olup toplam aminoasit düzeyinin yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Buna ilave olarak çay; karbonhidrat, kafein, adenin, gallik asit, tanen, gallotanen, kuersetin glikozidaz, karotenoid, tokoferol ve bazı vitaminleri (A, K, B, C) içermektedir (Jayabalan ve ark. 2008).

Reto ve ark. (2007)'nin demleme yöntemiyle elde edilen yeşil çay ekstraktında mineral madde miktarını araştırdıkları çalışmada, Ca  $1,9\pm 0,2-3,5\pm 0,2$  mg/L, K  $92\pm 0,3-151\pm 3$  mg/L, Na  $35\pm 1-69\pm 1$  mg/L ve Fe  $0,020\pm 0,001-0,128\pm 0,007$  mg/L olarak bildirilmiştir. Salkic ve Eljkovic (2015) yapmış oldukları çalışmada, demlenmiş yeşil çayda 0,171 mg/g Fe, 0,011 mg/g Cu, 0,021 mg/g Zn ve 1,950 mg/g Mn analiz etmiştir. Aynı çalışmada toplam fenolik madde miktarı  $1,603\pm 0,244$  mg GAE/mL olarak belirlenmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada magnezyum miktarı, demleme ile elde edilen yeşil çay infüzyonunda 9-10 mg/L, yeşil çay örneğinde 0,056-0,09 mg/L, soğuk içecek formunda hazırlanan yeşil çay içeceğinde ise 0,1 mg/L olarak bildirilmiştir (Fernandez ve ark. 2002). Reto ve ark. (2007) ayrıca demleme ile elde edilen yeşil çayda potasyum miktarını 92-151 mg/L aralığında belirlemiştir.

Apak ve ark. (2006) *Camellia sinensis* bitkisinden demleme yöntemiyle elde ettiği yeşilçay örneklerinde antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarını saptamayı amaçlamıştır. Buna göre yapılan çalışmada antioksidan kapasite miktarı CUPRAC yöntemiyle 1,07 mmol troluks/g, ABTS yöntemiyle ise 0,86 mmol troluks/g olarak bildirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ise 1,06 mmol troluks eşdeğeri/g olarak bulunmuştur.



Çay, farklı molekül yapısında 600'den fazla uçucu bileşen içermektedir. Yapılan bir çalışmada, yeşil çayın uçucu bileşenleri geraniol, *cis*-jasmone, linalool, indol ve *cis*-2-penten-1-ol olarak belirlenmiştir (Yamaguchi ve Shibamoto 1981). Diğer bir çalışmada, hexanal, 1-penten-3-ol, heptanal, 1-pentenal, (*Z*)-2-penten-1-ol, (*Z*)-3-hexen-1-ol, linalool oxide (*trans*-furanoid), linalool oxide (*cis*-furanoid), linalool, linalyl propanoate ve geraniol Vietnam ve Myanmar bölgesinde yetiştirilen yeşil çayın en önemli uçucu bileşenleri olarak bildirilmiştir (Kato ve Shibamoto 2001). Guth ve Grosch (1993)'un yapmış olduğu çalışmada ise (*Z*)-1,5-octadien-3-one, 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone ve 3-methylnonane- 2,4-dione Çin'de yetiştirilen yeşil çayın önemli aroma bileşenleri arasında gösterilmiştir. Japonya'da yetiştirilen yeşil çayın aroma profilinin belirlendiği diğer bir çalışmada ise 4-methoxy-2-methyl-2-butanethiol, (*Z*)-1,5-octadien-3-one, 4-mercapto-4-methyl-2-pentanone, (*E,E*)-2,4-decadienal,  $\beta$ -damascone,  $\beta$ -damascenone, (*Z*)-methyl jasmonate ve indole en önemli aroma bileşenleri olarak bildirilmiştir (Kumazawa ve Nasuda 1999).

Mate bitkisi *Aquifoliaceae* familyasında yer almakta olup *Ilex paraguarensis* olarak adlandırılmaktadır. Bitkinin boyu 10-15 m'ye kadar uzayabilmektedir. Bitkinin kurutulmuş yaprakları öğütülerek içecek üretiminde kullanılmaktadır.

Mate yüzyıllardır Güney Amerika yerlileri tarafından kullanılmakta olan bir bitkidir (Velioğlu 2005). Paraguay ve Brezilya'da yetiştirilmekte olan mate, günümüzde Güney Amerika'da yaygın olarak tüketilen alkolsüz bir içeceğin hammaddesidir. Tek başına çay olarak tüketilmesinin yanı sıra, farklı gıda formülasyonlarında ve besin takviyelerinde katkı maddesi olarak da kullanımı bulunmaktadır (Heck and Mejia 2007). Demleme yöntemiyle elde edilen mate çayının uyarıcı etkisi bulunmakta olup bu etki bileşimindeki, kafein, teofilin ve tebrominden kaynaklanmaktadır (Velioğlu 2005).

Matenin sağlık üzerine olan etkileri konusunda çeşitli çalışmalar mevcuttur. Mate çayının kan kolesterol seviyesini azaltıcı, karaciğeri koruyucu (Filip and Ferraro 2003), merkezi sinir sistemini uyarıcı, idrar söktürücü (Gonzalez ve ark. 1993) ve antioksidan etkileri yapılan birçok çalışma ile belirlenmiştir (Van der Jagt ve ark. 2002, Filip ve ark. 2000). Bunlara ek olarak kardiyovasküler sistem üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır (Schinella ve ark. 2005). Mate çayı özellikle bedensel aktivitede bulunan ve spor yapan

kişiler tarafından tüketilmektedir. Vücutta yağ emilimini engelleyen ve yağların hızlı yakılmasını sağlayan etkileri mevcuttur. Bu özelliği nedeniyle obezite hastalığına karşı kullanılmaktadır. İştahı ve açlık hissini azaltmaktadır. Mate çayının doğal bir antioksidan kaynağı ve bazı patojen bakterilere karşı doğal bir engelleyici olarak tüketilmesi önerilmektedir (Velioğlu 2005).

Mate çayının sağlık üzerindeki olumlu etkileri sahip olduğu birçok aktif fitokimyasal bileşikten ileri gelmektedir. Bu bileşiklerden en yüksek miktarda bulunanlar polifenoller (klorojenik asit) ve ksantinlerdir (kafein ve teobromin). Bunları takiben pürin alkaloidler (kafeik asit, 3,4-dikafeolkuinik asit, 3,5- dikafeolkuinik asit), flavonoidler (kuersetin, kamferol, rutin), amino asitler, mineraller (P, Fe, Ca) ve vitaminler (C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) gelmektedir (Zaporozhets ve ark. 2004, Pomilio ve ark. 2002).

Mate, yüksek konsantrasyonlu biyoaktif içeriğinin yanısıra insan karaciğer kanser hücreleri (HepG2) için toksik özellik göstermektedir (Ramirez-Mares ve ark. 2004). Bununla birlikte bazı epidemiyolojik çalışmalarda, günde 1 litreden fazla mate çayı tüketimi ile ağız, yutak, yemek borusu, gırtlak ve mesane kanser türlerinin görülme sıklığının iki katına kadar çıkabileceği bildirilmiştir (Goldenberg ve ark. 2003, Sewram ve ark. 2003, Bates ve ark. 2007).

Bastos ve ark. (2006) mate bitkisinin nem miktarını yaş yapraklarda %58,28±7,16, yarı kurutulmuş yapraklarda %20,99±9,17, kurutulmuş/öğütülmüş yapraklarda ise %6,02±1,54 olarak bildirmiştir. Diğer bir çalışmada ise mate yapraklarının nem içeriği %10'un altında belirlenmiştir (Nabechima ve ark. 2014). Söz konusu literatürde ayrıca farklı sürelerde (255°C'de 20, 22, 24 saniye) kurutulmuş mate yapraklarının 21 günlük depolama süresi boyunca *L* değerinin 50,8-51,2, *a* değerinin -5,7 ile -11,5 ve *b* değerinin 22,1-27,2 arasında değiştiği bildirilmiştir (Nabechima ve ark. 2014).

Mate bitkisinde bulunan biyoaktif bileşenlerden 5-kafeolkuinik asit, kafein ve kafeik asit konsantrasyonunun yetiştirilen yöre, ekim alanı ve nem miktarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Bastos ve ark. 2006). Yapılan bir çalışmada, 5-kafeolkuinik asit miktarının taze yapraklarda 59,4±10,4-139,2±13,1 µg/mL, yarı kuru yapraklarda 69,1±28,1 ile 231,21±40,5 µg/mL, kuru yapraklarda ise 243,7±38,7 ile 447,1±31 µg/mL arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Bastos ve ark. 2006). Pagliosa ve ark.

(2010)'nın yapmış olduğu bir çalışmada metanol ile ekstrakte edilen kuru mate yapraklarında  $5,21\pm 0,31$  g GAE/100g fenolik madde miktarı ve  $233\pm 3,73$   $\mu$ mol troloks/g antioksidan kapasite saptanmıştır. Aynı çalışmada su ile yapılan ekstraksiyon sonucu fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite sırasıyla  $7,01\pm 0,25$  g GAE/100g ve  $251\pm 2,44$   $\mu$ mol troloks/g olarak bildirilmiştir.

Salkı ve Eljkovic (2015) yapmış oldukları çalışmada, demlenmiş mate ayının mineral içeriğini 0,131 mg/g Fe, 0,11 mg/g Cu, 0,04 mg/g Zn ve 1,276 mg/g Mn olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada toplam fenolik madde miktarı  $1,362\pm 0,092$  mg GAE/mL olarak bildirilmiştir.

Erol Türkmen ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş ve ğtlm yeşil mate ve kavrulmuş mate bitkisinde toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 237,20-423,88 ve 256-473 mg GAE/ g kuru ekstrakt olarak saptamıştır. Fenolik madde veriminin ise yaprakta 21-102 mg GAE/ g kuru madde aralığında değiştiği belirlenmiştir. İlgili literatürde her iki mate yaprağının benzer fenolik içeriğe sahip olmasına rağmen, kurutulmuş matenin yeşil mateye göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, mate çayında en fazla bulunan uçucu bileşenler; geranyl acetone, limonene ve furfural olarak belirlenmiştir (Bastos ve ark. 2006). Mate bitkisinde yer alan bazı uçucu bileşenlerin listesi izelge 2.6'da gösterilmiştir.

Bitki ayı içeceği üretiminde ayrıca funda (%50), yeşil çay (%20), ihlamur (%13), mate (%10) ve biberiyenin (%7) kullanılmasıyla "miks" adı verilen bir içecek çeşidi üretilmiştir. Miks, söz konusu bitkilerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla yapılan duyusal değerlendirmeler sonrasında en beğenilen karışım oranı kullanılarak üretilmiştir. Miks formülasyonunda yer alan bu bitkilerin birlikte kullanımlarının yağ yakıcı özellik üzerine sinerjistik etkisi olduğu bilinmektedir. Uğurluer ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarına başvuran hastaların %90,6'sının bitkisel karışımlar ve bitki çaylarını tercih ettiğini bildirmiştir. Benzer bir çalışmada ise kronik göğüs hastalıklarına sahip olan hastaların %56,7'sinin bitkisel kökenli ilaçları ve %65,6'sının ise bitki ayı tüketimini tercih ettikleri saptanmıştır (şahin ve şahin 2013).

Çizelge 2.6. Mate bitkisinde (*Ilex paraguarensis*) yer alan başlıca uçucu bileşenler (Lozano ve ark. 2007)

(E)-2-Decenal	1-Penten-3-one	Geranial
(E)-2-Nonenal	2,3-Butanedione	Geraniol
(E)-2-Octenal	2,3-Methylbutanal	Guaiacol
(E,E)-2,4-Hexadienal	2,3-Pentanedione	Hexanal
(E,Z)-2,6-Nonadienal	2-Acetyl-1-pyrroline	Hexanoic acid
(Z)-1,5-Octadien-3-one	2-Acetyl-2-thiazoline	Linalool
(Z)-2-Nonenal	2-Acetylthiazole	Maltol
(Z)-3-Hexenal	Butanoic acid	Methional
(Z)-4-Heptenal	Citronellol	$\beta$ -Damascenone
1-Hexen-3-one	Eugenol	Nonalactone
1-Oten-3-ol	Furaneol	o-Cresol
Octalactone	p-Cresol	p-Vinyl guaiacol
Octanal	Pentanoic acid	Skatole
$\beta$ -Ionone	$\beta$ -Damascenone	Wine lactone

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak, limon otu (*Lippia citriodora*), ıhlamur (*Tilia argentea*), ekinezya (*Echinacea purpurea*), adaçayı (*Salvia triloba*) biberiye (*Rosmarinus officinalis*), funda (*Erica arborea*), yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve mate çayı (*Ilex paraguayensis*) ile içeriğinde biberiye, funda, yeşil çay, mate çayı ve ıhlamur bulunan bitki karışımı (miks) kullanılmıştır. Karışımdaki bitkilerin oranları, duyuşal olarak yapılan ön denemelerde, %50 funda, %20 yeşil çay, %13 ıhlamur, %10 mate çayı ve %7 biberiye, olarak belirlenmiştir.

Bu bitkilerin materyal olarak seçilmesinin başlıca sebepleri, yapılan ön denemeler sonucunda bitki çayı içeceği üretimine uygun bulunmalarının yanı sıra, ülkemizde ve dünyada bitki çayı olarak en yaygın tüketilen bitkilerden olmaları ve çok çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip olmalarıdır.

Materyal olarak kullanılan bitkiler, Bursa'da bitki çayları üreten bir firmadan kurutulmuş şekilde temin edilmiştir. Firmada bitkiler ayıklandıktan sonra toz, toprak, kum vb. yabancı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemine tabi tutulmuş ve sonrasında da kurutulmuştur. Bu firmada çalışan uzmanlar tarafından bitkilerde tür tanısı yapılmış ve sonuçlar Uludağ Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümünde görevli konunun uzmanı bir öğretim üyesi tarafından doğrulanmıştır. Ele alınan bitkilerde, bitki çayı üretimi için belirlenen optimum koşullarda ekstraksiyon gerçekleştirilmiş ve bitki çayı içeceği üretimi yapılmıştır.

#### 3.2. Yöntem

Bitkilerin en iyi ekstrakte olduğu şartlar ve hazırlama metodları, farklı bitkilere göre değişmektedir. Genel olarak infüzyon (demleme) ve dekoksasyon (kaynatma) yöntemleri uygulanmaktadır. Günlük tüketimde kullanılan poşet çaylarda ise, poşet içerisinde yer alan bitki/bitki karışımları kaynar su ile demlenmektedir. Bu yaygın uygulama örneğinden hareketle çalışmada bitkilerin ekstraksiyonunda tüketiciler tarafından genelde tercih edilen bu yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla bitkiler, sentetik bez torbalar

içerisine konarak, 98°C'deki su içerisinde 5-7 dk. boyunca demlenmiştir. Demlemede kullanılan bitki miktarı, ticari poşet çayların net ağırlıkları (2 gram/200 mL) göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Bitki ekstraktlarının eldesini takiben, her bitki için (8 örnek) ve yukarıda belirtilen bitkilerin yer aldığı karışımdan (1 örnek), 2 farklı üretim [sakkaroz ilaveli bitki çayı içeceği (1) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2)] yapılmıştır. Bu ürünlerin her birinden de; 3 farklı çeşit içecek [bitki çayı içeceği (A), gazlı bitki çayı içeceği (B) ve doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği (C)] üretilmiştir (Çizelge 3.2).

### 3.2.1. Üretim yöntemleri

1. Sakkarozlu Bitki Çayı İçeceği Üretimi: Bitki çayı ekstraktları sakkaroz ile istenilen brikse (8°) getirilmiş, sitrik asit (%0,20) ve askorbik asit (%0,05) ilavesiyle lezzet dengesi sağlanmıştır. Bu oranlar, hammaddelerle yapılan ön denemeler sonucunda duyuusal beğeniye bağlı olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu üründen, aşağıdaki uygulamalarla alternatif bitki çayı içecekleri üretilmiştir. Tüm içecek çeşitlerine %0,15 oranında doğal limon aroması eklenmiştir. Ayrıca içecekler dolumdan önce plakalı filtreden geçirilerek filtre edilmiştir.

1.A. *Bitki çayı içeceği:* 1. Maddede belirtilen üretim aşaması sonrası elde edilen ürünün 200 mL'lik cam şişelere doldurulması, taç kapak ile kapatılması ve 98°C'de 15 dakika süreyle pastörizasyonu sonrası, kademeli olarak soğutularak analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanan üründür.

1.B. *Gazlı bitki çayı içeceği:* 1. maddede belirtilen üretim aşaması sonrası elde edilen ürüne antimikrobiyal madde olarak, sodyum benzoat (100 mg/L) ve potasyum sorbat (190 mg/L) ilave edilerek, hacimsel olarak 4,5 birim CO<sub>2</sub> (son üründe ortalama 5-6 g/L CO<sub>2</sub>) verilmesi sonucu üretilen ve analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanan üründür. Gazlama işlemi Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Araştırma ve Uygulama Birimi'nde gerçekleştirilmiştir.

1.C. *Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği*: 1. Maddede belirtilen üretim sırasında kullanılan su miktarının %50 oranında azaltılması ile ekstraksiyon yapılmıştır. Elde edilen ekstrakta, azaltılan su miktarı kadar (%50 oranında) doğal mineralli su ilave edilerek son ürünün briksi 8, asitliği ise %0,25 (%0,20 sitrik asit + %0,05 askorbik asit) olacak şekilde ayarlanmıştır. İçecek, 200 mL' lik cam şişelere doldurulup kapatılarak, 98°C'de 15 dakika süreyle pastörize edilmiş, sonrasında kademeli olarak soğutulup, analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanmıştır.

2. Enerjisi Azaltılmış Bitki Çayı İçeceği Üretimi: Bitki çayı ekstraktları, aspartam ve asesülfam-K ile sakkarozla eşdeğer tatlılık derecesine ayarlanmış, sitrik asit (%0,20) ve askorbik asit (%0,05) ilavesiyle de lezzet dengesi sağlanmıştır. Elde edilen bu üründen aşağıdaki uygulamalarla bitki çayı içecekleri üretilmiştir. Tüm içecek çeşitlerine %0,15 oranında doğal limon aroması eklenmiştir. Ayrıca içecekler dolumdan önce plakalı filtreden geçirilerek filtre edilmiştir.

Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği üretiminde, son üründe enerji miktarının %40 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Çizelge 3.1'de Limon otu sakkarozlu bitki çayı içeceği (1A) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2A) üretim reçeteleri örnek olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Limon otu sakkarozlu bitki çayı içeceği (1A) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2A) reçeteleri

Üretim girdileri (L)	İçecek çeşidi	
	1A	2A
Sakkaroz (g)	73,50	44,10
Ekstrakt (mL)	924	953,34
Sitrik asit (g)	2,00	2,00
Askorbik asit (g)	0,50	0,50
Aspartam (mg)	-	30,00
Asesülfam-K (mg)	-	30,00

Bu hesaplamada sakkaroz, aspartam ve asesülfam-K'nın tatlılık dereceleri sırasıyla 1, 200 ve 200 olarak alınmıştır. Buna göre 73,50 g sakkaroz içeren 1A örneğinin tatlılık değeri;  $73,50 \times 1 = 73,50$  olarak hesaplanmıştır. 2A örneğinde bu değer %40 düşürülmesi hedeflendiğinden, tatlılık değeri  $[(73,50) - (73,50 \times 0,40)] = 44,10$  olarak

hesaplanmıştır. Aynı tatlılık değerinin verilebilmesi için  $(73,50 - 44,10) / 200 = 0,147$  gram tatlandırıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Aspartam ve asesülfam-K 1:1 oranında kullanılacağından reçeteye 73,5 mg aspartam ve 73,5 mg asesülfam-K eklenmelidir. Tatlılık derecesinin belirlenmesine yönelik yapılan duyuusal ön denemeler sonucunda bu değerler 30 mg aspartame ve 30 mg asesülfam-K değerlerine düşürülmüştür. Bundan dolayı enerjisi azaltılmış ürünlerin briks değerleri  $5 \pm 0,5^\circ$  olarak saptanmıştır.

2.A. *Bitki çayı içeceği*: 2. Maddede belirtilen üretim aşaması sonrası elde edilen ürünün, 200 mL' lik cam şişelere doldurulması, taç kapakla kapatılması ve  $98^\circ\text{C}$ 'de 15 dakika süreyle pastörizasyonu sonrası, kademeli olarak soğutulurak analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanan üründür.

2.B. *Gazlı bitki çayı içeceği*: 2. Maddede belirtilen üretim aşaması sonrası elde edilen ürüne antimikrobiyal madde olarak sodyum benzoat (100 mg/L) ve potasyum sorbat (190 mg/L) ilave edilerek, hacimsel olarak 4,5 birim  $\text{CO}_2$  (son üründe ortalama 5-6 g/L  $\text{CO}_2$  bulunacaktır) verilmesi sonucu üretilen ve analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanan üründür.

2.C. *Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği*: 2. Maddede belirtilen üretim sırasında kullanılan su miktarı %50 oranında azaltılarak ekstraksiyon yapılmıştır. Elde edilen ekstrakta azaltılan su miktarı kadar (%50 oranında) mineralli su ilave edilerek son ürünün briksi 5, asitliği ise %0,25 (%0,20 sitrik asit + %0,05 askorbik asit) olacak şekilde ayarlanmıştır. İçecek, 200 mL' lik cam şişelere doldurulup kapatılarak,  $98^\circ\text{C}$ 'de 15 dakika süreyle pastörize edilmiştir. Daha sonra kademeli olarak soğutulup, analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanmıştır. Çalışmaya ait deneme deseni Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Çizelge 3.2. Deneme deseni

HAMMADDE	İÇECEK ÇEŞİTLERİ	
Limon otu ( <i>Lippia citriodora</i> )	<i>1. Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
Ihlamur ( <i>Tilia argentea</i> )	<i>1. Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
Ekinezya ( <i>Echinacea purpurea</i> )	<i>1. Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

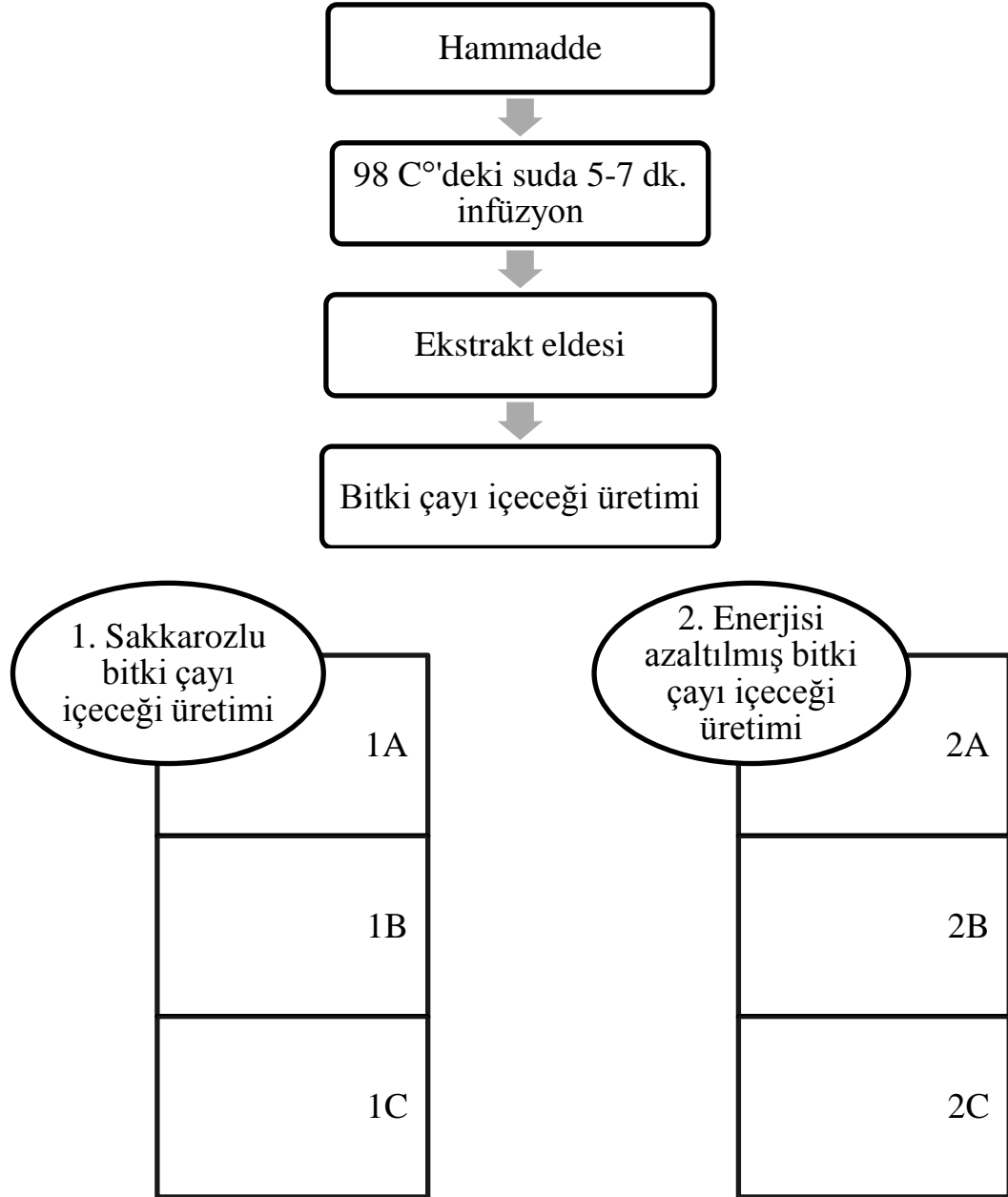
Çizelge 3.2. Deneme deseni devamı

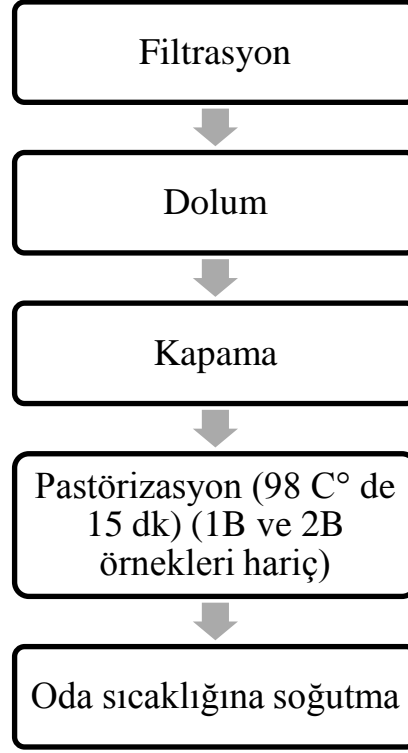
HAMMADDE	İÇECEK ÇEŞİTLERİ	
Adaçayı ( <i>Salvia triloba</i> )	<i>1.Sakkarozlu bitki çayı ieeği</i>	1A. Bitki çayı ieeği
		1B. Gazlı bitki çayı ieeği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı ieeği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı ieeği</i>	2A. Bitki çayı ieeği
		2B. Gazlı bitki çayı ieeği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı ieeği
Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	<i>1.Sakkarozlu bitki çayı ieeği</i>	1A. Bitki ayı ieeği
		1B. Gazlı bitki ayı ieeği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki ayı ieeği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki ayı ieeği</i>	2A. Bitki ayı ieeği
		2B. Gazlı bitki ayı ieeği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki ayı ieeği
Funda ( <i>Erica arborea</i> )	<i>1.Sakkarozlu bitki ayı ieeği</i>	1A. Bitki ayı ieeği
		1B. Gazlı bitki ayı ieeği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki ayı ieeği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki ayı ieeği</i>	2A. Bitki ayı ieeği
		2B. Gazlı bitki ayı ieeği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki ayı ieeği

Çizelge 3.2. Deneme deseni devamı

HAMMADDE	İÇECEK ÇEŞİTLERİ	
Yeşil Çay ( <i>Camellia sinensis</i> )	<i>1.Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
Mate çayı ( <i>Ilex paraguarensis</i> )	<i>1.Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
Bitki çayları karışımı (Miks)	<i>1.Sakkarozlu bitki çayı içeceği</i>	1A. Bitki çayı içeceği
		1B. Gazlı bitki çayı içeceği
		1C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği
	<i>2. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği</i>	2A. Bitki çayı içeceği
		2B. Gazlı bitki çayı içeceği
		2C. Doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Üretim akış diyagramı Şekil 3.1’de gösterilmiştir.





Şekil 3.1. Üretim akış şeması

### 3.2.2. Analiz yöntemleri

Bitki çayı içeceklerinde suda çözünür kuru madde (briks), toplam asitlik, pH, askorbik asit, renk ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ), bulanıklık, mineral madde (Fe, Ca, Mg, K, Na), antioksidan kapasite (DPPH, FRAP, CUPRAC), toplam fenolik madde, biyoyararlılık (DPPH, FRAP, CUPRAC yöntemleri kullanılarak antioksidan kapasite yönünden ve toplam fenolik madde miktarı yönünden) analizleri yapılmıştır. Bitki çayı içeceklerinde ayrıca renk, koku, görünüş ve tat unsurlarını kapsayan duyuusal analizler yapılmış ve sonuçlar “Sıralama Testi” ve “Hedonik Test” olmak üzere iki ayrı duyuusal analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Hammaddelerde ise, nem, askorbik asit, renk ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ), mineral madde (Fe, Ca, Mg, K, Na), antioksidan kapasite (DPPH, FRAP, CUPRAC), toplam fenolik madde ve biyoyararlılık (DPPH, FRAP, CUPRAC yöntemleri kullanılarak antioksidan kapasite yönünden ve toplam fenolik madde miktarı yönünden) analizleri yapılmıştır. Bununla birlikte hammaddelerin uçucu yağları çıkarılarak, GC-MS ile uçucu yağ bileşen analizi yapılmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.2.1. Nem tayini**

Hammaddelerden, homojenize edildikten sonra hassas terazide (Mettler Toledo, İsviçre) 5'er g tartılmış, ağırlık 105 °C' de 0,01 g hassasiyette sabitleninceye kadar (ortalama 4 saat) etüvde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tartımlar arasındaki farka dayanarak toplam kurumadde miktarı ve toplam kuru madde miktarının 100'den çıkarılması ile de nem miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

### **3.2.2.2. Suda çözüner kuru madde (briks) tayini**

Bitki çayı içeceklerinin suda çözüner kuru madde miktarı (briks), 20° C'de refraktometrik yöntemle (RA-500 model KEM marka dijital refraktometre) "g/100g" olarak saptanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2004).

### **3.2.2.3. Toplam asitlik tayini**

Bitki çayı içeceklerinde toplam asitlik tayini, potansiyometrik yöntemle yapılmıştır. Örneklerin pH değeri 0,1 N NaOH ile titre edilerek pH= 8,1'e getirilmiş ve elde edilen sarfiyata göre toplam asitlik miktarı sitrik asit cinsinden g/100 mL olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

### **3.2.2.4. pH tayini**

Bitki çayı içeceklerinin pH değerleri, Sevencompact pH/Ion Mettler Toledo marka pH metre ile oda sıcaklığında ölçüm yapılarak saptanmıştır (Hortwitz 1980).

### **3.2.2.5. Askorbik asit tayini**

10 mL bitki çayı içeceği üzerine, %1 konsantrasyonundaki 70 ml okzalik asit çözeltisi eklenerek askorbik asidin stabilize edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen ekstrakt 2-6 diklorofenolindofenol boya çözeltisiyle karıştırılmıştır. Örneğin boya çözeltisini indirgemesi sonrasında, geriye kalan boya çözeltisinin geçirgenliğinin spektrofotometrik olarak saptanması yolu ile ortamda bulunan askorbik asit miktarı mg/100 mL cinsinden hesaplanmıştır. Bitkilerde ise içeceklerden farklı olarak,

filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve filtratlar boya çözeltisi ile karıştırılarak sonuçlar mg/ 100 g olarak saptanmıştır (Cemeroğlu 2007).

### **3.2.2.6. Renk tayini**

Bitki çayı hammadde ve içeceklerinde renk tayini, D 25 A - PC2Δ model Hunterlab kolorimetresinde yapılmıştır. Örnekler 6,3 cm çapında, 4,3 cm yüksekliğinde kristal kuvarz cam tüplere, hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş ve  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri okunmuştur. Bu yöntem “CIELAB üç nokta ölçüm yöntemi” olarak da bilinmektedir (Mac Dougall 1984). Bu üç nokta ölçüm yönteminde  $L^*$ : ışık aydınlık değerini; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen);  $a^*$ : kırmızılık (-a, yeşillik);  $b^*$ : sarılık (-b, mavilik) değerlerini belirtmektedir (Bakker ve ark. 1986).

### **3.2.2.7. Bulanıklık (NTU) tayini**

Bitki çayı içeceği örneklerinde bulanıklık tayini, Tajchakavit ve ark. (2001)'na göre yapılmıştır. Turbidimetrenin (Hach, 2100Q) örnekleme hücreesine yaklaşık 30 ml örnek konularak ölçümler yapılmış ve analiz sonuçları Nephelometric Turbidity Unit (NTU) olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.2.8. Mineral madde tayini**

Bitki çayı hammadde ve içeceklerinde Fe, Ca, Mg, K ve Na minerallerinin saptanabilmesi için Anonim 2007 metodu kullanılmış ve okumalar 7500CX (Agilent, Santa Clara, ABD) model ICP-MS (indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi) cihazında yapılmıştır. Bu metoda göre, 0,5 g homojenize edilmiş örnek üzerine 4 mL HNO<sub>3</sub> (%65) ve 1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (%35) ilave edilerek örnekler mikrodalga yakma sistemine (Berghof-MWS-3) konmuştur. Yanmış örnekler 50 mL hacimli tüplere aktarılmış ve saf su ile seyreltilmiştir. Analizde kullanılan ultra saf su, New Human Power I (Scholar-UV-PF, 15L/Hr) model su arıtma cihazı ile elde edilmiş olup, tüm örneklerin filtrasyonu esnasında 0,45 µm'lik filtreler (hidrofilik PVDF millipore millex-HV) kullanılmıştır. Sonuçlar bitki çayı içeceklerinde mg/L (ppm) hammaddelerinde ise mg/kg (ppm) olarak hesaplanmıştır. Mikrodalga yakma sisteminin basamakları ve ICP-MS cihazının çalışma koşulları Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Mikrodalga yakma programları

<b>Program</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Basınç (bar)</b>	30	30	30	30	30
<b>Sıcaklık (C°)</b>	150	180	200	100	300
<b>Güç (%)</b>	60	75	80	10	10
<b>Çıkış süresi (dk)</b>	5	5	5	1	1
<b>Bekleme süresi (dk)</b>	5	15	15	1	1

Çizelge 3.4. ICP-MS çalışma koşulları

<b>Plazma parametreleri</b>	RF-Gücü (W)	1550
	Örnek derinliği (mm)	8
	Taşıyıcı gaz akış hızı (L/min)	0,95
	Nebulizer pompa (rps)	0,1
	Püskürtme odası sıcaklığı (C°)	2
<b>Dedektör parametreleri</b>	Diskriminatör (mV)	8,0
	Analog HV (V)	1710
	Darbe HV (V)	1490

### 3.2.2.9. Fenolik madde ve antioksidan ekstraksiyonu

Bitki çayı hammaddesi ve içeceklerinden 2 g alınarak fenolik madde ve antioksidan ekstraksiyonu yapılmıştır (Beta ve ark. 2005, Vitali ve ark. 2009). Öncelikle 2 g örnek tartılıp, üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi eklenmiştir. Çözeltinin içeriğinde HCL, metanol ve su sırasıyla hacimsel olarak 1:80:10 oranlarında yer almaktadır. Örnekler 20°C'de 2 saat çalkalama (Memmert WNB 22 çalkalamalı su banyosu) işlemine tabi tutulmuştur. Süre sonunda 3500 rpm'de 10 dk süre ile santrifüjleme (Sigma 3K30) yapılmıştır. Santrifüjden alınan supernatant kaba filtre kağıdından süzölmüş ve ekstrakte edilebilir polifenollerin ayrımı gerçekleştirilmiştir.



### **3.2.2.10. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi**

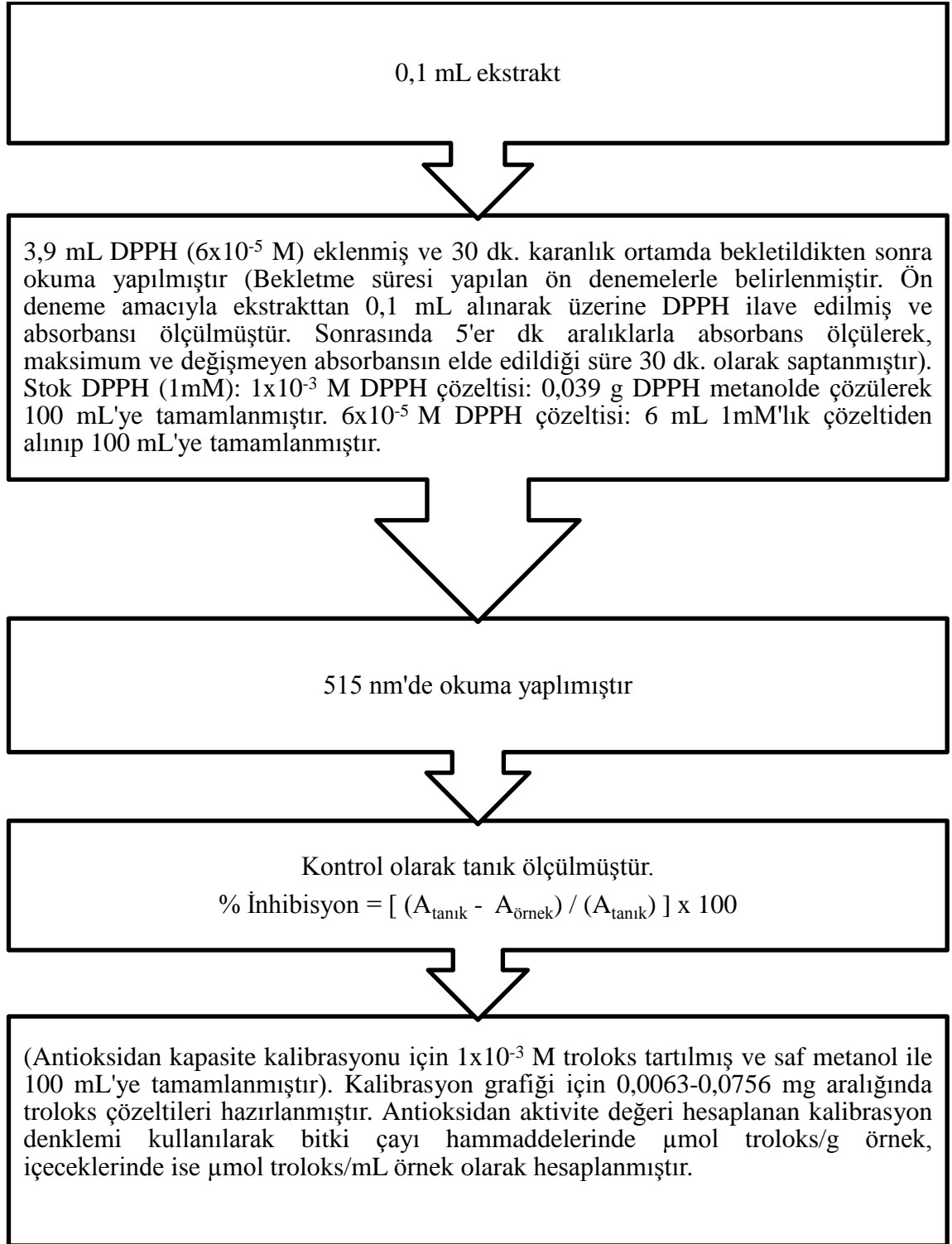
0,25 mL ekstrakt kapaklı cam tüpe alınmış, üzerine 2,3 mL damıtık su ve 0,15 mL Folin-Ciocalteu (FC) ayırıcı (1 birim FC:5 birim saf su kullanılarak hazırlanmıştır) eklenmiş ve karışım 15 saniye süreyle vortekslenmiştir. 5 dakika sonra üzerine 0,3 mL doymuş Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%35) çözeltisinden eklenmiş ve tüp içeriği çalkalanarak karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda tüpten alınan örneğin absorbansı, ekstrakt yerine damıtık suyla hazırlanan tanık örneğe karşı 725 nm’ de okunmuş ve sonuç hazırlanan gallik asit kurvesi ( $R^2=0,9835$ ) yardımıyla elde edilen formülden “mg gallik asit eşdeğeri / 100 g” olarak hesaplanmıştır (Zhang ve Hamauzu 2004).

### **3.2.2.11. Antioksidan kapasite tayini**

Bitki çayı hammaddelerinin ve içeceklerinin antioksidan kapasitenin belirlenmesinde DPPH, FRAP ve CUPRAC metodları kullanılmış ve ölçümler spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir (Benzie ve Strain 1996, Apak ve ark. 2005, Katalinic ve ark. 2006).

#### **3.2.2.11.1. DPPH yöntemi**

DPPH yönteminde, 3.2.2.9.’da verilen yönteme göre elde edilen ekstraktlar Şekil 3.2’ye göre analiz edilmiştir.



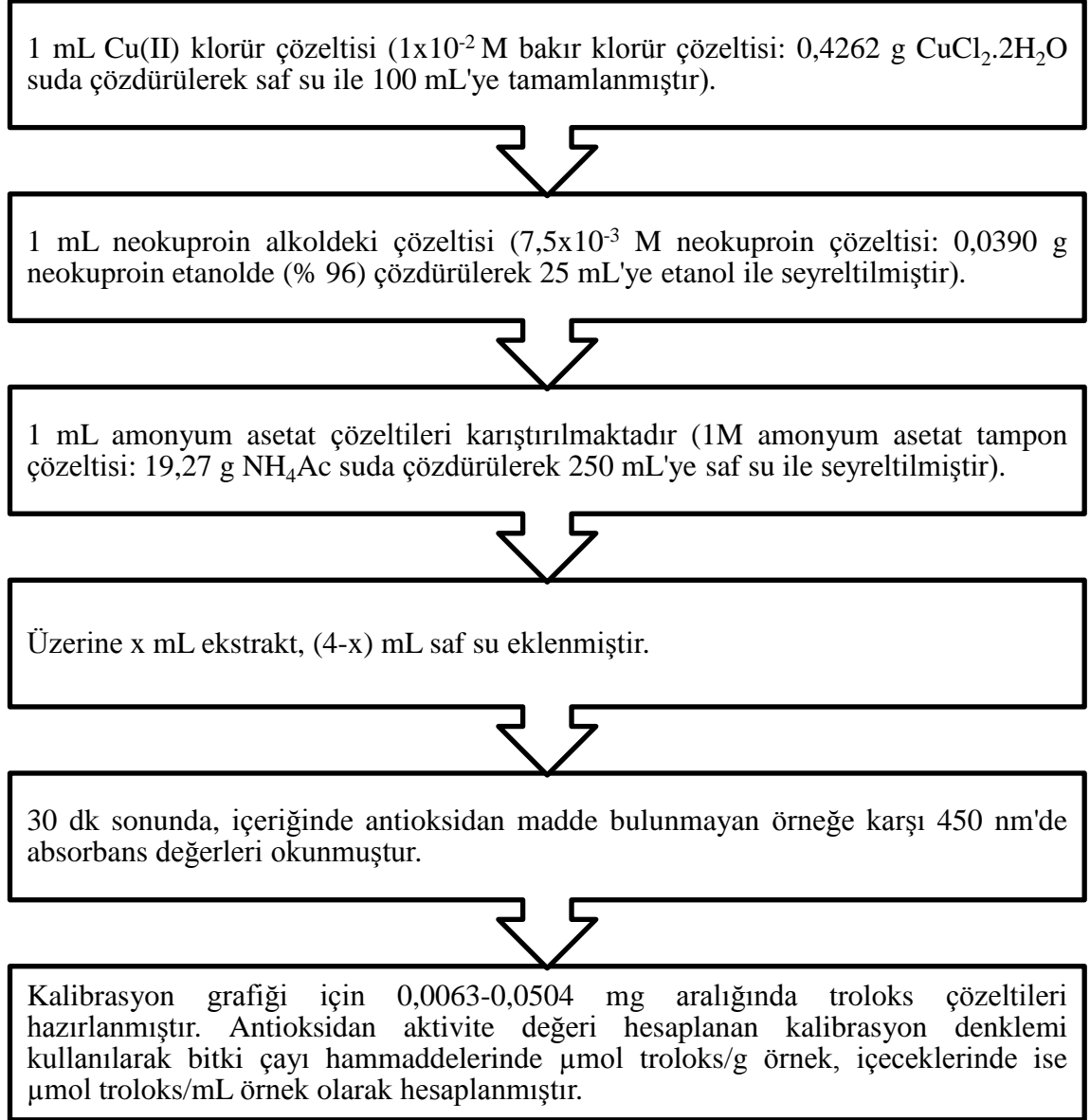
Şekil 3.2. DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite tayini akış şeması

### **3.2.2.11.2. FRAP yöntemi**

FRAP yönteminde, 3.2.2.9.'da verilen yöntemle göre elde edilen ekstraktlar Benzie ve Strain (1996) metodunda yapılan minör modifikasyonlar ile analiz edilmiştir. Bunun için öncelikle, günlük 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 karıştırılmıştır. Analiz edilecek örnekler ve tanık örnek 37°C'de 60 dk. inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi yapılan ön denemelerle belirlenmiş olup, maksimum ve değişmeyen absorbansın elde edildiği süre 60 dk. olarak saptanmıştır. İnkübasyon sonunda hemen 595 nm'de okuma yapılmıştır. FRAP çözeltisi: 25 mL 0,3 mol/L asetat tampon çözeltisi (pH 3,6), 2,5 mL 20 mmol/L Fe<sub>3</sub>Cl x 6H<sub>2</sub>O ve 2,5 mL 10 mmol/L TPTZ çözeltisi (40 mmol/L HCl ile hazırlanan) karıştırılarak hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiği için 0,0063-0,0252 mg aralığında troloks çözeltisi kullanılmıştır. Antioksidan aktivite değeri kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklem kullanılarak bitki çayı hammaddelerinde µmol troloks/g örnek, içeceklerinde ise µmol troloks/mL örnek cinsinden hesaplanmıştır.

### **3.2.2.11.3. CUPRAC yöntemi**

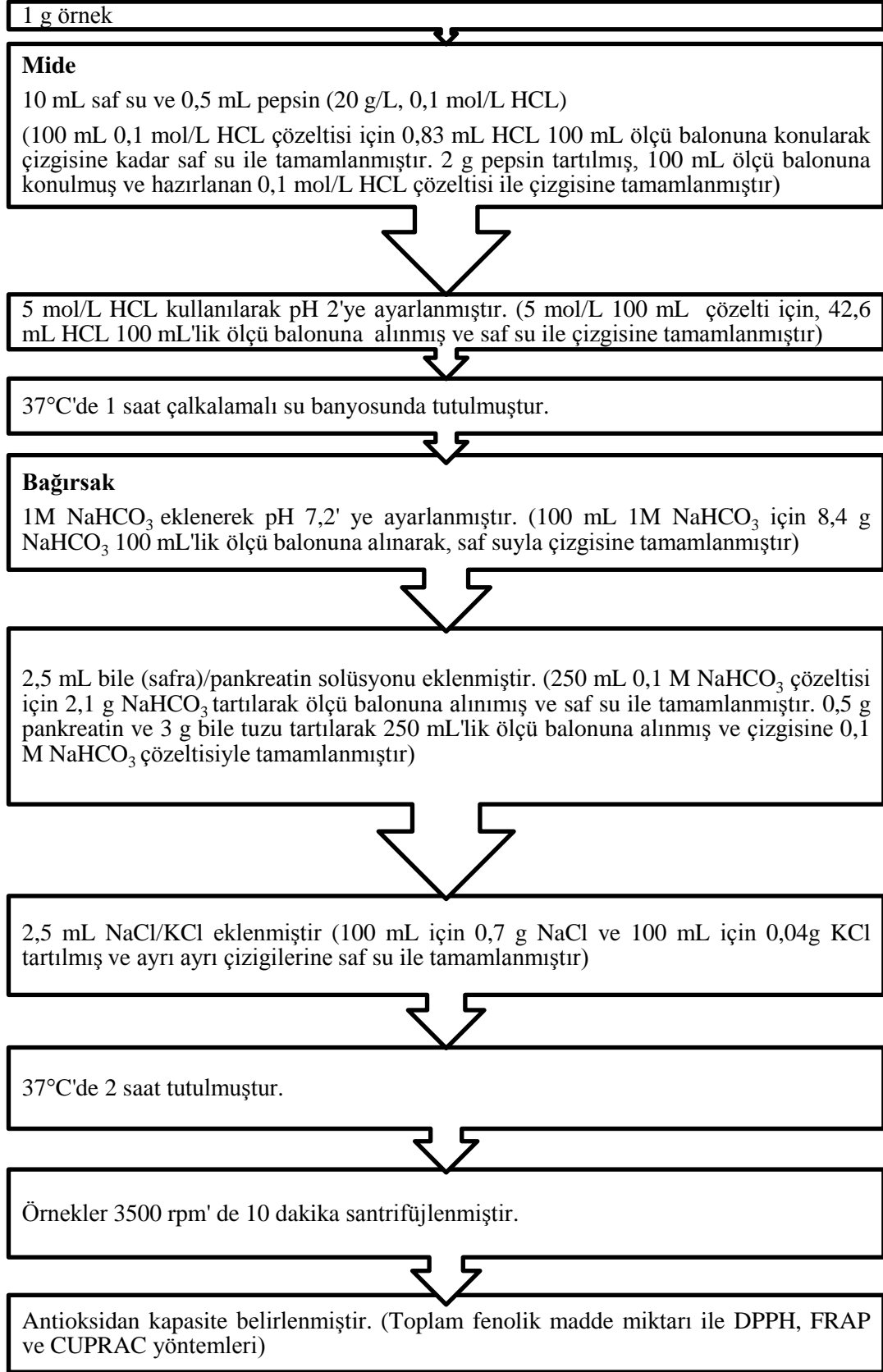
Antioksidan kapasite miktarının CUPRAC yöntemi ile belirlenmesi için 3.2.2.9. 'da verilen yöntemle göre elde edilen ekstraktlarda Şekil 3.3'te belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 3.3. CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite tayini akış şeması

### 3.2.2.12. Biyoyararlılık

Bitki çayı hammaddeleri ve içeceklerinin biyoyararlılığı Naczk ve Shahidi (2004) ile Vitali ve ark. (2009)'na göre yapılmıştır. 0,5 g örnek tartılarak laboratuvar koşullarında hazırlanmış yapay mide ve bağırsak ortamlarına konulmuştur. Elde edilen ekstraktlara toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanmıştır. Ayrıca toplam antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılıkları hesaplanmıştır. Analiz Şekil 3.4'te belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Biyoyararlılık tayini akış şeması

### 3.2.2.13. Uçucu yağ bileşen analizi

Bitki çayı içeceği üretiminde kullanılan kurutulmuş haldeki hammaddelerin uçucu yağları, su distilasyonu yöntemi ile, Neo-Clevenger (sudan hafif esans tayin cihazı) düzeneği kullanılarak volumetrik olarak saptanmıştır. Uçucu yağ oranı hava kurusu üzerinden % (mL/g) olarak hesaplanmıştır (Wichtl 1971). Bu amaçla; 50 g örnek 500 mL suyla şilifli balon içerisinde, kısa bir süre maserasyona bırakıldıktan sonra, balon distilasyon düzeneğine (Neo-Clevenger) yerleştirilmiş ve 4 saat süre ile distilasyon işlemine devam edilmiştir. Düzeneğin büret kısmından okunan değer ile % uçucu yağ miktarı belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağlar susuz sodyum sülfatla kurutulmuş ve koyu renkli, ağzı sıkıca kapatılmış bir şişede analiz edileceği zamana kadar buzdolabı koşullarında saklanmıştır. Analiz için, elde edilen uçucu yağdan 50µL alınmış ve üzerine 0,5 mL diklormetan (DCM) ilave edilmiştir. Susuz sodyum sülfat ile kurutulan numune vialle alınarak (ortalama 400-500 µL) analiz edilmiştir. Uçucu yağ kompozisyonu aşağıda özellikleri belirtilen GC-MS (Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi) cihazı ile analiz edilmiştir (Çizelge 3.5) (Venskutonis 1997).

Çizelge 3.5. GC-MS çalışma koşulları

<b>GC-MS Şartları</b>	
<b>Kolon</b>	30m x 0,25mm DB-17
<b>Film kalınlığı</b>	0,25 µm
<b>Fırın başlangıç sıcaklığı (T<sub>0</sub>)</b>	50°C
<b>Fırın sıcaklık programı</b>	3°C/dk artışla 250°C'ye yükselme
<b>Fırın son sıcaklığı (T<sub>2</sub>)</b>	250 °C
<b>Dedektör sıcaklığı</b>	250 °C
<b>Taşıyıcı gaz</b>	Helyum, 1,5 mL/min, sürekli akış
<b>Enjeksiyon modu</b>	split
<b>Split oranı</b>	25:1

### **3.2.2.14. Duyusal Analiz**

#### **3.2.2.14.1. Sıralama Testi**

Farklı hammaddelerden üretilmiş bitki çayı içeceklerinde, çeşitler arasında hangi örneğin daha çok beğenildiğini saptamak üzere bir “çoklu kıyaslama testi” örneği olan “sıralama testi” uygulanmıştır (Altuğ 1993). Bu test daha çok ürün geliştirmede kullanıldığından tercih edilmiştir. Panelistlerden bitki çayı içeceklerini (limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, funda, biberiye, yeşil çay, mate, miks) renk, koku, görünüş ve tat özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir. Panelistler, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve öğrencilerinden oluşturulmuş, kendilerine analiz öncesi bilgilendirme yapılmıştır. Her bir panelist için oda sıcaklığındaki 100 mL bitki çayı içeceği şeffaf plastik bardaklara konmuş, tadımlar arasında ağız ve damağı temizlemek için su ve kraker servis edilmiştir.

Analiz sonuçları 6 işlemle (6 örnek), 10 tekrara (10 panelist) karşılık verilen üst değerlere (22-48) göre %5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir (Kramer 1973). İlgili tabloya göre, 22-48 değerleri arasında puan alan örnekler %95 olasılıkla farklılık göstermeyip; 22'nin altında puan alan örnekler %95 olasılıkla tercih edilmiş; 48'in üzerinde puan alan örnekler ise %95 olasılıkla reddedilmiştir. Şekil 3.5'te bitki çayı içeceklerinden limon otu örneklerine uygulanan sıralama testi formu örneği görülmektedir.

## SIRALAMA TESTİ-Limon otu

### İSİM ve TARİH:

#### Kriterler

**Renk:** Bitki çayına özgü renge göre değerlendirilecektir.

**Koku:** Ürüne özgü bitkisel koku yönünden değerlendirilecektir.

**Görünüş:** Berrak görünüşte olması ve partikül içermemesine göre değerlendirilecektir.

**Tat:** Ürüne özgü tat yönünden değerlendirilecektir.

**NOT:** Bitki çayı örnekleri, içecek çeşidine özgü olarak kendi içinde sıralanarak puanlanmalıdır.

**Örneğin;** Limon otu bitki çaylarında, içecek türüne göre renk kriteri açısından

- EN ÇOK beğenilen örnek 1. SIRAYA,
- EN AZ beğenilen örnek 6. SIRAYA yazılacaktır.

Örnek	Duyusal Analiz Kriterleri								
	LİMON OTU	SIRA	RENK	SIRA	KOKU	SIRA	GÖRÜNÜŞ	SIRA	TAT
1A	1		1			1		1	
1B	2		2			2		2	
1C	3		3			3		3	
2A	4		4			4		4	
2B	5		5			5		5	
2C	6		6			6		6	

#### Düşünceler:

Şekil 3.5. Bitki çayı içeceği örneklerine uygulanan sıralama testinde kullanılan değerlendirme formu örneği



### 3.2.2.14.2. Hedonik Test

Üretilen içecek eşitleri arasında (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C) hangi hammaddenin daha çok tercih edildiğini belirlemek üzere, bitki ayı içeceği örneklerinde ayrıca “hedonik test” yapılmıştır. Sıralama testi yönteminde belirtilen panelist grubu ile yapılan hedonik değerlendirmede, renk, koku, görünüş ve tat kriterleri ele alınmıştır. Buna göre panelistler örneklerle 9 puanlı hedonik skalaya göre; “9: Çok fazla beğerdim, 8: Çok beğerdim, 7: orta derecede beğerdim, 6: az beğerdim, 5: ne beğerdim, ne beğermedim, 4: biraz beğermedim, 3: orta derecede beğermedim, 2: Çok beğermedim, 1: hiç beğermedim” olmak üzere puan vermiştir (Bailey-Shaw ve ark. 2012). Her bir panelist için oda sıcaklığındaki 100 mL bitki ayı içeceği şeffaf plastik bardaklara konmuş, tadımlar arasında ağız ve damağı temizlemek için su ve kraker servis edilmiştir. Örnekler tesadüfen belirlenen 3 basamaklı bir sayı ile kodlanmış ve herhangi bir önyargı oluşmaması için panelistlere tesadüfi olarak servis edilmiştir. şekil 3.6’da bitki ayı içeceklerinden 1A örneğine uygulanan hedonik test formu rneği görülmektedir.

## HEDONİK TEST-1A

**İSİM:**

**TARİH:**

**DİREKTİFLER:** Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

- **RENK:** Bitki çayına özgü renge göre değerlendirilecektir.
- **KOKU:** Ürüne özgü bitkisel koku yönünden değerlendirilecektir.
- **GÖRÜNÜŞ:** Berrak görünüşte olması ve partikül içermemesine göre değerlendirilecektir.
- **TAT:** Ürüne özgü tat yönünden değerlendirilecektir.

ÖRNEK KODU	RENK	KOKU	GÖRÜNÜŞ	TAT	DÜŞÜNCELER
915					
859					
732					
673					
568					
489					
346					
251					
124					

**9:** çok fazla beğendim

**8:** çok beğendim

**7:** orta derecede beğendim

**6:** az beğendim

**5:** ne beğendim, ne beğenmedim

**4:** biraz beğenmedim

**3:** orta derecede beğenmedim

**2:** çok beğenmedim

**1:** hiç beğenmedim

Şekil 3.6. Bitki çayı içeceklerinden 1A örneğine uygulanan hedonik test değerlendirme formu örneği

### **3.2.2.15. İstatistiksel analiz**

Araştırmada saptanan veriler ‘‘Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’’ ne göre üç tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan 1998). Ortalamalar arasındaki farklılığın hesaplanmasında ise %5 olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır. Hesaplamalar ‘‘JMP 6’’ istatistik programı ile yapılmıştır (Anonim 2005).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Fizikokimyasal Analizler

#### 4.1.1. Limon otu hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma

Limon otu bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Limon otu içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kuru Limon otu yaprağının nem içeriği  $7,24\pm 0,04$  g/100g olarak saptanmış olup, bu sonuç Akış (2010) tarafından elde edilen değer ( $6,8\pm 0,14$  g/100g) ile benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.1).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) 12933 nolu Bitkisel Çaylar Standardı’na göre, nane, ıhlamur, tarçın, kuşburnu, adaçayı, papatya vb. kurutulmuş çeşitli bitkiler ile tekniğine uygun olarak hazırlanan ve sağlığa zararlı olmayan kağıt poşetler içerisinde veya poşetsiz olarak piyasaya arz edilen mamulde nem (rutubet) miktarı en çok %10 olmalıdır. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan tüm bitkilerin % nem miktarları bu limit dahilinde yer almaktadır (Anonim 2014b).

Çalışmamızda bitki çayı içeceği üretiminden önce piyasada bulunan birçok farklı çeşit içecekten (soğuk çay, doğal ve aromalı maden suları, limonata, gazoz, meyve suyu) numune alınmış ve bu numunelerin suda çözünür kuru madde ( $^{\circ}$  briks) değerleri ölçülmüş ayrıca, toplam asitlik ve pH analizleri yapılmıştır. Üretimi yapılacak olan bitki çayı içeceklerinin toplam asitlik ve briks değerleri bu verilerden yola çıkılarak optimize edilmiştir. Limon otu içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $8,10\pm 0,00$  (1A) ile  $4,90\pm 0,00$  g/100g (2C) değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). İçeceklerin suda çözünür kuru madde miktarları, üretim reçetelerinde de bahsedildiği üzere, ortalama olarak sakkarozla tatlandırılan örneklerde 8, enerjisi azaltılmış içecek çeşitlerinde ise 5 g/100g olacak şekilde ayarlanmıştır.

Çizelge 4.1. Limon otu bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
7,24±0,04	5,73±0,27	43,07±0,05	-9,40±0,08	22,23±0,05	-0,42±0,00	82,61±1,30	24800±0,02	2814,78±20,00	15600±0,00	12,40±0,29

Çizelge 4.2. Limon otu bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g )	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
79,18±3,30	3,20±0,32	487,45±5,17	239,16±15,21	498,17±13,82	139,19±24,62	7653,46±36,62	1527,15±8,13

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.3. Limon otu içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,10±0,00a	7,43±0,06c	7,80±0,00b	5,20±0,00e	5,93±0,11d	4,90±0,00f
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,18±0,00b	0,17±0,01c	0,15±0,00d	0,18±0,00b	0,19±0,01a	0,14±0,00e
pH	3,32±0,01d	3,62±0,00b	3,79±0,01a	3,33±0,00d	3,54±0,00c	3,79±0,02a
Askorbik asit (mg/100mL)	20,48±0,27bc	20,31±1,61bc	28,16±0,31a	19,36±2,07c	29,58±0,47a	22,20±0,37b
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	11,63±0,15cd	12,20±0,26ab	12,53±0,31ab	12,03±0,49bc	11,47±0,31d	12,70±0,17a
<i>a</i>	-1,63±1,00a	-3,73±0,49d	-3,07±0,38bcd	-2,37±0,46ab	-2,60±0,20abc	-3,37±0,49cd
<i>b</i>	5,33±0,21bc	6,07±0,11a	4,90±0,40c	5,70±0,20ab	5,70±0,26ab	5,40±0,17b
<i>a/b</i>	-0,43±0,04a	-0,61±0,07b	-0,62±0,04b	-0,41±0,07a	-0,45±0,02a	-0,62±0,09b
<b>Bulanıklık (NTU)</b>						
	5,14±0,22b	2,40±0,04f	4,02±0,20c	6,00±0,10a	2,86±0,14e	3,38±0,19d

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği, 2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

İçeceklerin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden 0,14-0,19 g/100 mL aralığında ölçülmüştür. Bu değerlerin, üretim metodunda belirtildiği üzere, ilave edilen 0,20g sitrik asit ve 0,05g askorbik asit miktarının toplamından (0,25g/100 mL) daha düşük bulunması, üretim sırasında kullanılan sudaki sertlik unsurlarının asitliği nötrlemesi veya ekstraktlardan gelen tampon tuzlarla açıklanabilmektedir.

Limon otu içeceklerinin pH değerleri incelendiğinde,  $3,32\pm 0,01$  ve  $3,79\pm 0,01$  değerleri ile 1A ve 1C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada çeşitli bitki çaylarının pH değerleri araştırılmış olup, limonlu soğuk çay içeceğinin pH değeri 3,26 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen veriler literatür ile benzerlik göstermiştir (Phelan ve Rees 2003).

Askorbik asit, sitrik asit, çeşitli polifosfatlar ve tartarik asit gibi maddeler, fenollü antioksidanların etkilerini artırıcı özellik göstermektedir (Keskin ve Erkmen 1987). Limon otu hammaddesinin askorbik asit miktarı  $5,73\pm 0,27$  mg/100g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1). Dias ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada melisanın tek kullanımlık poşet çay ve granül kuru çay formlarında askorbik asit miktarını sırasıyla  $35,96 \pm 0,29$  ve  $52,84\pm 1,29$  mg/100g olarak bildirmiştir.

Limon otu içeceklerinin askorbik asit miktarları  $20,31\pm 1,61$  mg/100 mL ile 1B örneğinde en düşük olarak saptanırken,  $29,58\pm 0,47$  mg/100 mL ile 2B örneğinde en yüksek değeri vermiştir. Üretim reçetesinde belirtildiği üzere eklenen askorbik asit miktarı %0,05 olup, 50 mg/100 mL olarak ifade edilebilmektedir. Askorbik asit miktarındaki azalma, ısı işleme sırasında meydana gelen kayıp ile açıklanabilir.

Hammadde olarak kullanılan limon otu yaprağının *L* değeri  $43,07\pm 0,05$  olarak saptanmıştır. İçecekler *L* değerine göre incelendiğinde, ise örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmüş olup,  $12,70\pm 0,17$  değeri ile 2C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Limon otu hammaddesinin *a* değeri  $-9,40\pm 0,08$  olarak ölçülmüştür. Bu hammaddeden elde edilen ekstrakt kullanılarak üretilen içeceklerde ise *a* değeri  $-1,63\pm 1,00$  (1A) ve  $-3,73\pm 0,49$  (1B) aralığında değişmiştir.

Hammaddenin  $b$  değeri  $22,23 \pm 0,05$  olarak ölçülmüştür. İçecekler  $b$  değerine göre incelendiğinde  $4,90 \pm 0,40$  ile 1C,  $6,07 \pm 0,11$  değeri ile 2B örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada sebze suyu örneklerinin sarılık-mavilik değeri ( $b$ )  $-0,32 \pm 0,00 - 0,97 \pm 0,01$  arasında bildirilmiştir (Suna ve ark. 2013). Çalışmamızda üretimi yapılan limon otu çayı içeceklerinin renkleri açık sarı olduğundan, literatür verisinden farklılık göstermiştir.

Bulanıklık değeri, filtre edilmiş örnek içerisinde bulunan parçacıkların kendisine düşen ışığı ne kadar yaydığına bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır. NTU (Nephelometric turbidity unit) birimi ile ifade edilen bulanıklık analizi sonucunun yüksek olması, ürünün gözle algılanan bulanıklığı ile arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Cemeroğlu 2009). Limon otu içeceklerinin bulanıklık değerleri  $2,40 \pm 0,04$  (1B) ve  $6,00 \pm 0,10$  (1C) arasında değişmiş olup örnekler sırasıyla opak ve bulanık kategorilerinde yer almıştır. Üretim sırasında plakalı filtrasyon işlemi uygulanmış olmasına rağmen, sonuçlardaki bu farklılığın proses koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kurutulmuş limon otu yapraklarının Fe içeriği  $82,61 \pm 1,30$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) yapmış olduğu araştırmada melisa bitkisinde Fe miktarını  $1295,7 \pm 583,46$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012) ise  $38,7 \pm 0,4$  µg/g (mg/kg) olarak belirlemiştir. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan kurutulmuş limon otu yaprağının demir miktarı, literatür verileri ile benzerlik göstermiştir.

Limon otu içecekleri Fe içeriğince değerlendirildiğinde, hammaddeden içecek üretiminde kullanılan ekstrakta geçebilecek maksimum Fe miktarının 0,82 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında ise en yüksek Fe miktarı  $0,37 \pm 0,00$  mg/L ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Özcan ve ark. (2008)'nin çay olarak tüketilen bazı bitkilerin farklı demleme sürelerine (5, 10 ve 15 dk) ait mineral madde içeriklerini araştırdığı çalışmada, hammaddeden ekstrakta geçen Fe miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%2) yola çıkılarak 25,91 mg/L olarak öngörülmüştür. Aynı literatürde ayrıca melisa



infüzyonunun Fe içeriği 10,04 mg/L olarak saptanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda, hammaddenin Fe miktarı içeceklerde belirlenen değerlerden yüksek bulunmuş ve literatür verileri ile uyum göstermiştir. Bu durum ayrıca Fe mineralinin, Natesan ve Ranganathan (1990)'ın çalışmasında bahsedildiği üzere, mineraller arasında düşük oranda çözünebilir (<%20) grupta yer alması ve dolayısıyla hammaddede bulunan miktarın tamamen ekstrakta geçememesi ile açıklanabilmektedir.

Ca, kemik ve dişlerin yapısını oluşturan en önemli elementtir (Brody 1998). Limon otu hammaddesinin kalsiyum miktarı  $24800 \pm 0,02$  mg/kg olarak analiz edilmiş olup, bu değer Özcan ve ark. (2008)'nin belirlediği değer olan  $10155 \pm 1855,76$  mg/kg ve Pytalkowska ve ark. (2012)'nin saptadığı  $359 \pm 2$  mg/kg sonucundan yüksek bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların literatür verisinden farklı bulunmuş olması bitkinin doğal yapısındaki mineral farklılığı ile açıklanabilmektedir. Bitkiler temel gelişimleri için ihtiyaç duydukları mineralleri çevrelerinden alabilmektedir. Bununla birlikte bitkilerin içeriğinde bulunan mineral ve iz elementler, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, doğal veya yapay gübre kullanımı, iklim şartları, bölge, depolama vb. birçok faktörden etkilenmektedir (Pytalkowska ve ark. 2012).

Limon otu içecekleri Ca içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Ca miktarının 248 mg/L olacağı öngörülmüş, 2C ve 1C örneklerinin sırasıyla  $129,85 \pm 1,85$  ve  $122,48 \pm 5,17$  mg/L değerleri ile doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. İçeceklerdeki Ca miktarının hammaddeye göre daha düşük bulunmuş olması, Natesan ve Ranganathan (1990)'ın çalışmasında belirtildiği gibi kalsiyumun bitki yaprağından düşük oranda (<%20) ekstrakte olabilen mineraller grubunda yer alması ile açıklanabilmektedir.

Limon otu hammaddesinde magnezyum miktarı  $2814,78 \pm 20,00$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Özcan ve ark. (2008) melisa bitkisinde Mg miktarını  $3178 \pm 227,40$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012)  $270 \pm 2$  mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen değer literatür verileri arasında yer almakta olup, Özcan ve ark. (2008)'nin verileri ile uyum göstermiştir.

Limon otu içecekleri magnezyum miktarına göre değerlendirildiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Mg miktarının 28,14 mg/L olacağı ngrlmş, 2C ve 1C rneklerinin de doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek değerlere sahip olduğu grlmştir (46,21±0,75 ve 43,47±1,29 mg/kg). zcan ve ark. (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen magnezyum miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%2) yola çıkılarak 63,57 mg/L olarak n grlmştir. zcan ve ark. (2008) ayrıca melisa infüzyonunda Mg miktarını 118,7±0,5 mg/L olarak analiz etmiştir. Çalışmamızda saptanan değerlerde de içeceklerde bulunan Mg miktarı hammaddeye göre daha yüksek bulunmuş ve literatür verilerini desteklemiştir. Ieceklerde yüksek bulunan magnezyum miktarı, infüzyon sırasında kullanılan sudan gelebilecek miktar ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Potasyum, hücre içi enzimlerin fonksiyonlarında önemli rol oynayan bir mineral olup, sodyumla beraber ozmotik basınc ve pH dengesini düzenleyici etki göstermektedir (Cemeroğlu 2001). Limon otu hammaddesinde potasyum miktarı 15600±0,00 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu değer, zcan ve ark (2008) ile Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmalarda sırasıyla 20704,7 mg/kg ve 2022±32 mg/kg olarak bildirilmiş olup, literatür verileri arasında yer amıştır. Bu durumun bitkilerin yetiştiği toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Pytalkowska ve ark. 2012).

Ayrıca limon otu içecekleri K içeriği yönünden incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum potasyum miktarının 156 mg/L olacağı ngrlmş ve 2B örneğinin (222,28±1,71 mg/L) en yüksek değeri aldığı grlmştir. Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen potasyum miktarı, 20,22 mg/L olarak ngrlmştir. Ayrıca söz konusu literatürde limon otuna oldukça benzer diğer bir bitki olan melisa infüzyonunda K miktarı 1449±2 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda saptanan değerlerde de içeceklerde bulunan K miktarı hammaddeye göre daha yüksek bulunmuş olup literatür verisi ile uyum göstermiştir. K mineralinin içeceklerde hammaddeye göre daha yüksek llmesi, Pytalkowska ve ark. (2012)'nin çalışmasında belirtildiği gibi, potasyumun kimyasal özellikleri ve bitki hücrelerinde yüksek oranda bulunmasına ilaveten, bitki yaprağından yüksek oranda

(>%55) ekstrakte olabilen mineraller grubunda yer alması ve infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan gelebilecek miktar ile açıklanabilmektedir.

Na, organizmada osmotik basınç düzeyini ve vücut sıvısı hacmini ayarlayan, normal kas uyarılmasını ve duyarlılığını sağlayan bir mineraldir. Limon otu hammaddesinin Na içeriği  $12,40 \pm 0,29$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) melisa bitkisinde Na miktarını  $1270,17 \pm 42,66$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012) ise  $293 \pm 1$  mg/kg olarak belirlemiştir.

Limon otu içecekleri Na miktarı yönünden karşılaştırıldığında, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarı 0,12 mg/L olarak öngörülmüş ve 2C ve 1C örneklerinin doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak  $79,84 \pm 0,74$  ve  $75,85 \pm 2,06$  mg/L ile en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen sodyum miktarı 2,93 mg/L olarak öngörülmüştür. Pytalkowska ve ark. (2012) ayrıca melisa infüzyonunda Na miktarını  $93,7 \pm 2,3$  mg/L olarak belirlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen verilerde de, içeceklerde bulunan sodyum miktarı hammaddeden daha yüksek bulunmuş olup, literatür verileri ile benzerlik göstermiştir. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan geçebilecek Na miktarı ile açıklanabilmektedir. Anonim (2012) verileri bu durumu destekler nitelikte olup, çeşme suyunda 4,11 mg/L Na miktarı analiz edilmiştir.

Limon otu içecekleri, mineral içeriğine bağlı olarak besleyici değerleri yönüyle ele alındığında ise, 2C ve 1C örneklerinin Ca, Mg ve Na, 2B ve 1B kodlu içeceklerin ise Fe ve K minerallerince en zengin örnekler olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.4. Limon otu içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,11±0,00c	0,26±0,00b	0,01±0,00d	0,12±0,05c	0,37±0,00a	0,01±0,00d
Ca (mg/L)	89,72±2,93d	103,58±1,16c	122,48±5,17b	88,98±0,74d	87,51±0,7d	129,85±1,85a
Mg (mg/L)	28,87±0,56d	30,26±0,37c	43,47±1,29b	28,57±0,25d	27,98±0,22d	46,21±0,75a
K (mg/L)	184,35±4,58c	193,48±2,81b	121,38±3,37e	197,38±1,10b	222,28±1,71a	130,78±1,160d
Na (mg/L)	12,96±0,25e	45,74±0,47c	75,85±2,06±b	12,44±0,04e	27,62±0,19d	79,84±0,74a

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu engelleyerek ya da oluşan aktif oksijenleri tutarak, oksidasyonun tetiklediği zararı hücre sel bazda engellemekte ve dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (Baublis ve ark. 2000). Doğal antioksidanların büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklı olup bunlar askorbik asit (C vitamini),  $\alpha$ -tokoferol (E vitamini), karotenoidler (A vitamini), çeşitli fenolik yapıya sahip polifenoller ve flavonoidler halinde bitkiler tarafından sentezlenmektedir (Moure ve ark. 2001).

Çalışmada hammadde olarak kullanılan limon otu bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $79,18 \pm 3,30$  ve  $3,20 \pm 0,32$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri de %4,04 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.1). Çalışmamızda biyoyararlılık değeri, fizyolojik ekstraksiyonda elde edilen sonuçların, kimyasal ekstraksiyonda saptanan değerlere oranlanması ile % biyoyararlılık olarak ortaya konulmuştur (Rodriguez-Roque ve ark. 2014).

Yapılan bir çalışmada, melisa bitkisinde tek kullanımlık poşet çay ve granül kuru çay örneklerinde DPPH ( $EC_{50}$ ) yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayini sonuçları sırasıyla  $0,08 \pm 0,00$  ve  $0,09 \pm 0,00$  mg/mL olarak bildirilmiştir. Sonuçlar birim farklılığı nedeniyle karşılaştırılamasa da, granül formun toz çay örneğine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir.

Limon otu içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda en yüksek değerleri 1A ve 2C örneklerinin aldığı görülmüştür (Çizelge 4.5). Bu sonuçlara paralel olarak, 1A ve 2C örneklerinin biyoyararlılık değerleri de yüksek bulunmuştur (Şekil 4.1). Costa ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada bazı çay ve gıda takviyelerinin antioksidan etkilerini araştırmış olup, yeşil çayın tek kullanımlık poşet formunun ve konsantre sıvı şeklinde satışı bulunan %100 ekstraktının toplam antioksidan kapasitesini DPPH metoduyla  $61,6 \pm 9,7$  ve  $25,7 \pm 2,0$  mg troloks/100 mL ( $53,92$  ve  $22,1$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) olarak saptamıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar farklı bir hammaddede çalışılmış olsa da literatür verisinin saptamış olduğu aralıkta yer almıştır.

Limon otu hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $487,45 \pm 5,17$  ve  $239,16 \pm 15,21$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Ayrıca FRAP yöntemiyle biyoyararlılık değeri %49,06 olarak hesaplanmıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş biberiye örneğinin toplam antioksidan kapasitesini FRAP yöntemiyle  $448$   $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak saptamıştır. Literatür verisi limon otu hammaddesinden elde sonuçla benzerlik göstermiştir.

Limon otu içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $32,00 \pm 0,78a$  ile 1A, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $9,89 \pm 0,72a$  ile 2A örneğinin en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. İçecekler biyoyararlılık açısından incelendiğinde ise 2B ve 2C örneklerinin en yüksek değerleri aldığı ve fizyolojik ekstraksiyonda en iyi sonuç veren 2A içeceğinin onları takip ettiği görülmektedir (Şekil 4.1).

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde limon otu hammaddesinin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları  $498,17 \pm 13,82$  ve  $139,19 \pm 24,62$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %27,94 olarak ölçülmüştür.

İçecekler CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $81,72 \pm 2,11$  değeri ile 2A ve fizyolojik ekstraksiyonda  $6,81 \pm 0,40$  ile 1B örneğinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise, sırasıyla 1C ve 1B örneklerinden diğer örneklere göre daha yüksek oranda fayda sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, antioksidan maddelerin etkinliğini bir kimyasal reaksiyonu prensip alarak, güvenilir ve çabuk bir şekilde ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda özellikle in vitro koşullarda mevcut antioksidan kapasiteyi saptayabilmek adına birçok yöntem geliştirilmekte ve bir gıdanın antioksidan kapasitenin belirlenebilmesi için birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer 2000).

Limon otu hammaddesi antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %49,06, %27,94 ve %4,04 değerleri ile FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Limon otu içeceklerinde tüm antioksidan kapasite yöntemleri birlikte değerlendirildiğinde, kullanılan yöntemlerin farklı bileşiklere duyarlı olmasından dolayı, içecek çeşitlerinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Limon otu içeceklerinin biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise DPPH ve FRAP yöntemlerinde enerjisi azaltılmış ve mineralli su ilavesi yapılmış 2C örneğinin en yüksek biyoyararlılık oranlarına sahip olduğu saptanmıştır.

Pellegrini ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada çeşitli bitki çayları ve içeceklerin toplam antioksidan kapasitelerini troloks eşdeğeri olarak analiz etmiştir. Bu çalışmada limonlu soğuk çay, siyah çay, yeşil çay ve kahve (espresso) içeceklerinde toplam antioksidan kapasite miktarı sırasıyla, 2,28, 3,60, 6,01 ve 36,54 mmol troloks/L ( $\mu\text{mol}$  troloks/ mL) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda limon otu içeceklerinde kimyasal ekstraktlarda belirlenen değerler üç farklı antioksidan kapasite yönteminde genel olarak 17,55 ile 81,72  $\mu\text{mol}$  troloks/mL aralığında yer almış ve genel olarak literatür verisinden daha yüksek olarak ölçülmüştür.

Limon otu içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde fizyolojik ekstraktların, kimyasal ekstraktlara göre daha düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Biyoyararlılık, gıdanın sindirilmesi ise alınan bileşiğin, metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanılan veya depolanan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Özetle biyoyararlılık, gıdada mevcut bileşiğin sindirim sisteminde emilen miktarıdır. Emilim, ince bağırsakta villuslarda gerçekleşmekte ve villusların üzerinde bulunan epitel hücreleri, emilim hücreleri olarak görev yapmaktadır. Emilim süreci, besin ögesinin epitel hücreleri tarafından ince bağırsaktan çekilmesi, besin ögesinin transferi ve diğer doku ve organlara taşınımını içermektedir (House 1999). Biyoyararlılık konusunda yapılan güncel çalışmalar, gıdalarla alınan besin öğelerinin tamamının biyolojik olarak

kullanılmadığını ortaya koymuştur. Biyoyararlılık kavramı, hem beslenme modelinden hem de onunla ilişkili faktörlerden etkilenmektedir. Biyoyararlılık terimi genel olarak; gıdanın fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Sandström 2001).

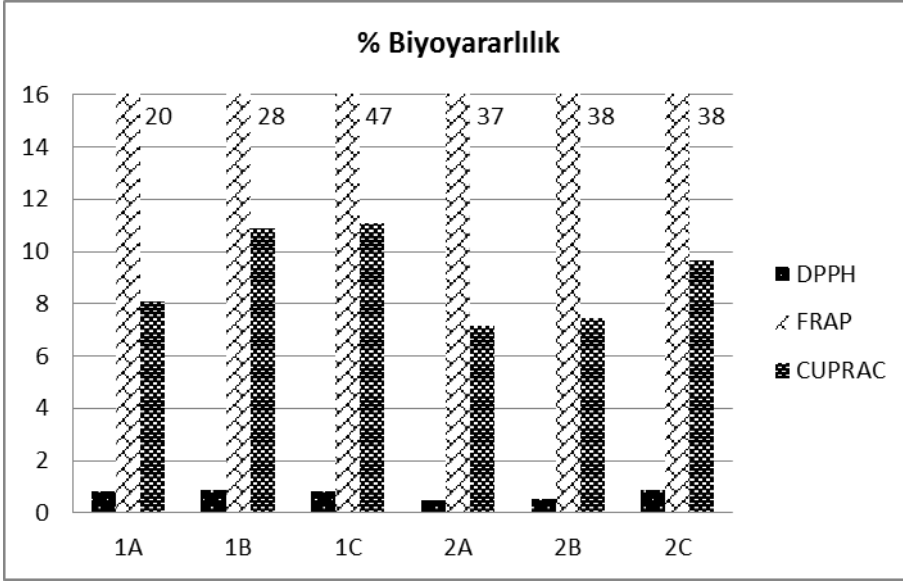
Yeşil çay ekstraktında yapılan bir çalışmada, demlenmiş ekstraktta bulunan epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epigallokateşingallat (EGCG) ve epikateşingallat (ECG) kateşinlerinin baskın polifenollerden olduğu ve demlenmiş çayda bulunan flavonoidlerin yaklaşık %80'ini oluşturduğu belirtilmiştir (Green ve ark. 2007). Aynı çalışmada polifenollerin biyoyararlığı üzerinde durulmuş ve kateşin miktarında mide-bağırsak sindirimi sonucunda %80'den fazla kayıp meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisini desteklemekte olup, limon otu içeceklerinin antioksidan kapasitelerinde %62-80 kayıp görülmüştür. Buna ilaveten içeceklerin biyoyararlılık sonuçlarının genel olarak %20-38 arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Şekil 4.1).



Çizelge 4.5. Limon otu içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,17 $\pm$ 0,09a	0,23 $\pm$ 0,05a	32,00 $\pm$ 0,78a	6,28 $\pm$ 0,68cd	73,35 $\pm$ 1,27b	5,95 $\pm$ 0,07b
1B	23,75 $\pm$ 0,70b	0,21 $\pm$ 0,03a	19,97 $\pm$ 0,25cd	5,56 $\pm$ 0,34d	62,65 $\pm$ 6,89c	6,81 $\pm$ 0,40a
1C	24,85 $\pm$ 2,64b	0,21 $\pm$ 0,01a	17,55 $\pm$ 2,35d	8,25 $\pm$ 1,16b	30,46 $\pm$ 6,53e	3,37 $\pm$ 0,18c
2A	27,78 $\pm$ 0,30a	0,14 $\pm$ 0,01b	26,60 $\pm$ 1,82b	9,89 $\pm$ 0,72a	81,72 $\pm$ 2,11a	5,84 $\pm$ 0,34b
2B	27,64 $\pm$ 0,08a	0,15 $\pm$ 0,03b	22,61 $\pm$ 1,51c	8,53 $\pm$ 0,95ab	69,24 $\pm$ 0,84bc	5,17 $\pm$ 0,86b
2C	27,03 $\pm$ 0,27a	0,24 $\pm$ 0,01a	19,19 $\pm$ 1,72d	7,29 $\pm$ 2,02bc	40,83 $\pm$ 1,97d	3,94 $\pm$ 0,33c

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ )



Şekil 4.1. Limon otu içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Ayyıldız (2008), taze *Melissa officinalis* bitkisinin toplam fenolik madde miktarını Folin Ciocalteu yöntemiyle 280 mg/100 g olarak belirlemiştir. Çalışmamızda, limon otu hammaddesinde toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla 7653,46±36,62 ve 1527,15±8,13 mg GAE/100g, biyoyararlılık değeri ise %19,95 olarak saptanmıştır. Akış (2010), melisa bitkisinde toplam fenolik madde miktarını 27,0±2,0 mg GAE/g kuru madde (2700 mg GAE/100 g) olarak belirlemiştir. Bu sonucun, çalışmada elde edilen değerler arasında yer aldığı görülmüştür.

Limon otu içeceklerine ait toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelendiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla 360,78±14,11 ve 1378,11±12,68 ile enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceğinin (2A) en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6). Ayrıca hammaddenin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları, içeceklerin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu durum içecek üretiminde, hammaddelerden elde edilen ekstraktların belirli bir oranda (%1) kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Dias ve ark. (2012), yapmış oldukları çalışmada melisa bitkisinde tek kullanımlık poşet çay ve granül kuru çay örneklerinde %0,5'lik infüzyon hazırlamış ve ardından

infüzyonu liyofilize etmiştir. Liyofilize örneklerde toplam fenolik madde miktarları sırasıyla, 95954±10,02 mg GAE/100 mL ve 65706±0,8 mg GAE/100 mL olarak bildirilmiştir.

Çalışmamızda örneklere ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı analizlerinin biyoyararlılıkların hesaplanmasında Vitali ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu araştırma kaynak olarak alınmış ve bazı minör modifikasyonlar yapılarak yöntem numunelere uyarlanmıştır. Söz konusu yöntemle göre limon otu içeceklerinin toplam fenolik madde miktarı sonuçlarında, fizyolojik ekstraktlara ait değerler, kimyasal ekstraktlara ait değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Vitali ve ark. (2009) yapmış oldukları bu çalışmada, toplam fenol miktarının ekstrakte edilebilir (serbest) ve hidrolize edilebilir (bağlı) polifenollerin toplamından oluştuğunu ve fizyolojik ekstraksiyon (biyoyararlılık prosedürü uygulaması) değerlerinin, toplam fenol miktarından oldukça düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada öncelikli olarak, lifli ürünlerin sindirilebilen ve sindirilemeyen tüm kısımları ile biyoyararlılıkları araştırılmıştır. Dolayısıyla toplam fenollerin miktarının saptanmasında, ekstrakte edilebilir polifenoller kadar, hidrolize edilebilir polifenollerin de önem taşıdığı açıklanmıştır. Çalışmamızda ise, genel olarak üretilen içecek çeşitlerinin ve hammaddelerin biyoyararlılıkları üzerinde durulmuş ve kimyasal ekstraksiyon ile fizyolojik ekstraksiyon arasındaki farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu nedenle, fizyolojik olarak kullanılabilen ekstraktların analiz sonuçlarının, kimyasal ekstraktlardan yüksek bulunması, hidrolize edilebilir (bağlı) fenolik maddelerin analiz edilmemiş olması ve dolayısıyla toplam fenol miktarının yalnızca ekstrakte edilebilir kısım üzerinden ortaya konulmasıyla açıklanabilmektedir.

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tat ve rengini veren bileşenlerdir. Bazı fenolikler ise acı tat oluşumunda rol almaktadır. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadır.

Bitkilerdeki fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler ile küçük moleküllü ve çoğunlukla uçucu olan bileşiklerdir. Gıdaların yapısında yer alan fenolik bileşenler genel olarak fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Yapılan bir çalışmada, kakao likörü örneğinde gıda maddesinin kendisinde ve mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktta fenolik asit miktarları sırasıyla 26,5 ve 282 µg olarak saptanmıştır. Aynı prosedürde kakao tozu örnekleri de çalışılmış olup fenolik asit miktarları 182 µg/örnek ve 588 µg ekstrakt olarak belirlenmiştir (Ortega ve ark. 2009). Çalışmamızdan elde edilen değerlerde de fizyolojik ekstraktların toplam fenolik madde miktarı, kimyasal ekstrakta göre daha yüksek saptanmış olup, sonuçlar ilgili literatür ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.6. Limon otu içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	209,35±3,77d	1128,30±18,74b
1B	239,33±14,64c	894,36±20,93c
1C	232,25±7,67c	840,17±19,25c
2A	360,78±14,11a	1378,11±12,68a
2B	302,55±11,84b	1187,79±12,58b
2C	306,80±7,50b	1090,52±13,06b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p<0,05), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### 4.1.2. İhlamur hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma

İhlamur bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. İhlamur içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ile Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan ihlamur yaprağı ve çiçeğinin (*Tilia argentea*) nem içeriği  $9,73\pm 0,04$  g/100g olarak saptanmış olup, bu sonuç Akış (2010) tarafından *Tilia cordata* türünde  $7,6\pm 0,35$  g/100g olarak belirlenmiştir.

İhlamur içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $8,00\pm 0,00$  (1B) ile  $4,90\pm 0,00$  g/100g (2B) değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 4.9).

İçeceklerin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden 0,13-0,22 g/100 mL aralığında ölçülmüştür.

İhlamur içeceklerin pH değerleri incelendiğinde,  $3,03\pm 0,00$  ve  $3,69\pm 0,01$  değerleri ile 2A ve 1C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada çeşitli bitki çaylarının pH değerleri araştırılmış olup, frambuazlı çay karışımı ve limonlu soğuk çay içeceklerinde sırasıyla 3,15 ve 3,26 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen veriler literatür ile benzerlik göstermiştir (Phelan ve Rees 2003).

İhlamur hammaddesinin askorbik asit miktarı  $2,66\pm 0,09$  mg/100g olarak saptanmıştır. İhlamur içeceklerinin askorbik asit miktarları  $15,17\pm 0,36$  mg/100 mL ile 2A örneğinde en düşük olarak saptanırken,  $27,39\pm 0,36$  mg/100 mL ile 1B örneğinde en yüksek değeri vermiştir.

Çizelge 4.7. Ihlamur bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
9,73±0,04	2,66±0,09	47,77±0,31	-1,77±0,52	16,53±0,19	-0,11±0,03	50,05±0,62	15300±0,09	2483,96±55,49	14100±0,06	191,53±4,79

Çizelge 4.8. Ihlamur bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
64,83±4,29	1,58±0,22	258,49±2,48	121,09±10,20	223,47±11,19	66,85±2,51	7415,56±28,50	1507,59±19,25

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.9. Ihlamur içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	7,90±1,09a	8,00±0,00a	7,66±0,28b	5,80±0,00c	4,90±0,00e	5,40±1,09d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,18±0,005b	0,22±0,00a	0,13±0,00c	0,19±0,00b	0,21±0,00a	0,14±0,00c
pH	3,11±0,00cd	3,23±0,11b	3,69±0,01a	3,03±0,00d	3,16±0,00bc	3,64±0,01a
Askorbik asit (mg/100mL)	15,58±0,17e	27,39±0,36a	19,42±0,62d	15,17±0,36e	26,03±1,15b	24,20±0,09c
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	14,26±0,30d	14,93±0,30c	13,63±0,05e	15,30±0,17c	19,10±0,26a	17,80±0,20b
<i>a</i>	-5,80±0,26c	-5,13±0,73bc	-4,33±0,05b	-0,60±0,43a	-0,23±0,05a	-7,23±1,36d
<i>b</i>	4,93±0,28a	4,06±0,11b	3,06±0,05c	1,00±0,34d	0,40±0,26e	3,96±0,47b
<i>a/b</i>	-1,17±0,10bc	-1,26±0,21cd	-1,41±0,02d	-0,69±0,05a	-1,00±0,00b	-1,81±0,12e
<b>Bulanıklık (NTU)</b>						
	6,42±1,45b	2,89±0,14c	0,69±0,07d	8,73±0,23a	9,60±0,20a	0,79±0,06d

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği, 2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Askorbik asit, içeceklere antioksidan kaynağı veya koruyucu madde olarak eklenerek ürünün asitlik değerine katkıda bulunmaktadır (Kitchens ve Owens 2007). Costa ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada bazı çay ve gıda takviyelerinin antioksidan etkilerini araştırmış olup, yeşil çayın tek kullanımlık poşet formunda ve konsantre sıvı şeklinde satışı bulunan %100 ekstraktında askorbik asit miktarını sırasıyla  $21,4\pm 0,1$  ve  $15,4\pm 3,0$  mg/100 mL olarak bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisini destekler nitelik göstermiştir.

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş ıhlamur yaprağı ve çiçeğinin *L* değeri  $47,77\pm 0,31$  olarak saptanmıştır. İçecekler *L* değerine göre incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmüş olup,  $19,10\pm 0,26$  değeri ile 2B örneğinin en yüksek parlaklık değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

ıhlamur hammaddesinin *a* değeri  $-1,77\pm 0,52$  olarak ölçülmüştür. İçeceklerde ise *a* değeri  $-0,23\pm 0,05$  (2B) ve  $-7,23\pm 1,36$  (2C) aralığında değişmiştir.

Hammaddenin *b* değeri  $16,53\pm 0,19$  olarak ölçülmüştür. İçecekler *b* değerine göre incelendiğinde  $0,40\pm 0,26$  ile 2B ve  $4,93\pm 0,28$  değeri ile 1A örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür.

ıhlamur içeceklerinin bulanıklık değerleri  $0,69\pm 0,07$  (1C) ve  $9,60\pm 0,20$  (2B) arasında değişmiş olup örnekler sırasıyla kristal berrak ve bulanık kategorilerinde yer almıştır. Polifenoller zaman içerisinde metaller ve proteinler ile kompleks oluşturmakta ve bulanıklık unsurlarına neden olabilmektedir. Bu noktadan hareketle içeceklerin toplam fenolik madde miktarları ve demir içerikleri ile bulanıklık değerleri arasındaki ilişki araştırılmış olup, bulanıklık değeri en yüksek ölçülen 2B örneğinin aynı zamanda en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ve demir mineralince de en yüksek ikinci değeri verdiği görülmüştür (Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10).



Çalışmada hammadde olarak kullanılan kuru ıhlamur yaprak ve çiçeklerinde Fe içeriği  $50,05 \pm 0,62$  mg/kg olarak saptanmıştır. Pytlakowska ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada ticari olarak satılan kuru ıhlamur bitkisinin Fe miktarını  $55,8 \pm 0,4$  µg/g (mg/kg) olarak belirlemiştir. Literatür verisi, çalışmamızdan elde edilen değerle oldukça benzerlik göstermiştir.

İhlamur içecekleri Fe içeriğince değerlendirildiğinde, hammaddeden içecek üretiminde kullanılan ekstrakta geçebilecek maksimum Fe miktarının 0,50 mg/L olacağı öngörülmüştür. Ayrıca içecekler arasında  $0,21 \pm 0,00$  mg/L değeri ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinin en yüksek sonucu verdiği görülmüştür (Çizelge 4.10). Pytlakowska ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen Fe miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%1) yola çıkılarak 0,55 mg/L olarak öngörülmüştür. Aynı literatürde ayrıca ıhlamur infüzyonunun Fe içeriği ticari olarak satılan kuru ıhlamur bitkisinin 10 dk ve 30 dk demlenmesi ile elde edilen ekstraktlarda sırasıyla  $1,52 \pm 0,03$  ve  $1,12 \pm 0,02$  µg/g (mg/L) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, limon otu hammadde ve örneklerinde de olduğu gibi, Fe mineralinin düşük oranda çözünmesi nedeniyle içeceklerde, hammaddeye göre daha düşük olarak saptanmıştır. Literatür verisine ait sonuçlarının infüzyonda, hammaddeye geçen miktara göre yüksek bulunması, infüzyon uygulama ve parametrelerinin farklılığı ile ilişkilendirilmiştir.

İhlamur hammaddesinin kalsiyum miktarı  $15300 \pm 0,09$  mg/kg olarak analiz edilmiştir. Özcan ve ark. (2008) ıhlamurda (*Tilia cordata*) Ca miktarını  $3001,2 \pm 412,43$  mg/kg, Pytlakowska ve ark. (2012) ise *Tilia vulgaris*'de (linden)  $317 \pm 2$  mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda kullanılan ıhlamur bitkisi *Tilia argentea* olup, literatür verilerinden farklılık göstermiştir.

İhlamur içecekleri Ca miktarı bakımından değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Ca miktarının 153 mg/L olacağı öngörülmüştür. Buna ilaveten Ca miktarı, mineralli su ilavesine bağlı olarak sırasıyla  $115,48 \pm 0,05$  ve  $104,92 \pm 1,05$  mg/L değerleri ile 1C ve 2C örneklerinde en yüksek bulunmuştur. Pytlakowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen kalsiyum miktarı,

İlgili literatürde verilen infüzyon oranından yola çıkılarak 3,17 mg/L olarak öngörülmüştür. Söz konusu literatürde ıhlamur infüzyonuna ait kalsiyum içeriği 15,8±0,2 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların literatür verisi ile benzerlik göstermediği saptanmış olup, bu durum infüzyon farklılığı ile ilişkilendirilmiştir.

İhlamur hammaddesinde magnezyum miktarı 2483,96±55,49 mg/kg olarak belirlenmiştir. Pytlakowska ve ark. (2012) *Tilia vulgaris* ıhlamur türünde Mg miktarını 194±1µg/g (mg/kg), Özcan ve ark. (2008) ise *Tilia cordata* türünde 146,2±0,70 ppm (mg/kg) olarak ölçmüştür. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan türün değerleri literatür verilerinden daha yüksek bulunmuştur.

İçecekler Mg içeriğince karşılaştırıldığında hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Mg miktarının 24,83 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında 39,84±0,51 ve 34,72±0,14 mg/L sonuçları ile doğal mineralli su ilavesi yapılan 2C ve 1C örneklerinin en yüksek değerleri aldığı, diğer örneklerin de ekstrakta geçebilecek maksimum mineral miktarı ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Pytlakowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen magnezyum miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından yola çıkılarak 1,94 mg/L olarak öngörülmüştür. Bu literatürde ayrıca ıhlamur bitkisinin 10 dk ve 30 dk süre ile demlenmesi sonucu oluşturulan ekstraktlarda Mg miktarı sırasıyla 69,5±0,4 ve 56,2±0,6 µg/g (mg/kg) olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda ekstraktların işlenmesiyle oluşturulan içecek çeşitlerinin Mg değerleri, hammadde olarak kullanılan ıhlamur bitkisinin magnezyum sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

İhlamur hammaddesinin K miktarı 14100±0,06 mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) *Tilia cordata* ıhlamurunda K miktarını 21389,5±2345,35 mg/kg, Pytlakowska ve ark. (2012) ise *Tilia vulgaris*'de 1067±6 mg/kg olarak analiz etmiştir. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan ıhlamura (*Tilia argentea*) ait sonuçlar, literatür verileri arasında yer almıştır.

İhlamur içecekleri K miktarı yönünden incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum miktarın 141 mg/kg olacağı öngörülmüştür. Çalışmamızda 118,57±0,90 mg/L ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinin en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Pytlakowska ve ark. (2012)'nin yapmış

olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen potasyum miktarı 0,67 mg/L olarak öngörölmüştür. Ayrıca söz konusu literatürde ıhlamur infüzyonunda K miktarı 398±2 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda saptanan değerler literatür verisini destekler nitelikte bulunmamıştır. Bu durum uygulama farklılığı ile açıklanabilmektedir.

ıhlamur hammaddesinin Na içeriği 191,53±4,79 mg/kg olarak saptanmıştır. Pytlakowska ve ark. (2012) ıhlamurda (*Tilia vulgaris*) Na miktarını 95,1±1,0 µg/g (mg/kg), Özcan ve ark. (2008) ise *Tilia cordata* türünde 33,1±3,87 ppm (mg/kg) olarak ölçmüştür. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan türün değerleri literatür verisinden daha yüksek bulunmuştur.

ıhlamur içecekleri Na içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarının 1,91 mg/L olacağı öngörölmüştür. Buna ilaveten 88,23±1,34 ve 85,72±1,01 mg/L değerleri ile 2C ve 1C örneklerinin en iyi sonuçları verdiği saptanmıştır. Ayrıca Pytlakowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen sodyum miktarı 0,95 mg/L olarak öngörölmüştür. Aynı literatürde ıhlamur infüzyonunun Na miktarı 56,2±0,6 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verileri ile benzerlik göstermiş olup, içeceklerde bulunan sodyum miktarı hammaddeden daha yüksek bulunmuş tur. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan sudan geçebilecek Na miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

ıhlamur içecekleri mineral madde içeriği yönüyle karşılaştırıldığında, limon otu örneklerine oldukça benzer şekilde, 2C ve 1C örneklerinin Ca, Mg ve Na, 2B ve 1B örneklerinin ise Fe ve K minerallerince en iyi sonuçları verdiği ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.10. Ihlamur içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,13±0,00c	0,21±0,00a	0,12±0,00d	0,17±0,00b	0,20±0,00a	0,11±0,00e
Ca (mg/L)	67,28±0,02c	42,15±0,57d	115,48±0,05a	41,13±1,15d	40,98±0,31d	104,92±1,05b
Mg (mg/L)	21,23±0,26c	17,61±0,10e	34,72±0,14b	18,18±0,26d	17,93±0,07de	39,84±0,51a
K (mg/L)	86,00±0,74d	115,14±0,98b	48,67±0,43f	97,73±1,31c	118,57±0,90a	57,43±0,71e
Na (mg/L)	29,26±0,36c	18,06±0,06d	85,72±1,01b	10,82±0,22e	17,03±0,10d	88,23±1,34a

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

Ihlamur bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $64,83 \pm 4,29$  ve  $1,58 \pm 0,22$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır (Çizelge 4.8) Ayrıca bu yöntem ile ihlamur hammaddesinin biyoyararlılık değeri %2,43 olarak hesaplanmıştır.

Bitkisel çayların yararlı etkilerinden en önemlisi, antioksidan aktivite göstermeleri ve içerdikleri polifenoller ile serbest radikalleri uzaklaştırma özellikleridir (Almajano ve ark. 2008). Ihlamur içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda en yüksek değerleri 1C ve 1A örneklerinin aldığı görülmüştür (Çizelge 4.11). Bu sonuçlara paralel olarak, 1A örneğinin biyoyararlılık değeri de en yüksek bulunmuştur (Şekil 4.2).

Ihlamur hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $258,49 \pm 2,48$  ve  $121,09 \pm 10,20$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş zencefil örneğinin toplam antioksidan kapasitesini FRAP yöntemiyle 203  $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak saptamıştır. Literatür verisinin sonuçları ihlamur hammaddesi ile benzerlik göstermiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada ihlamur bitkisinin toplam antioksidan kapasitesi DPPH ve FRAP yöntemleri ile  $33,37 \pm 0,76$  ve  $145,30 \pm 2,91$  mg GAE/g kuru madde olarak ölçülmüştür. Bu araştırmadan elde edilen değerler çalışmamızdaki birimlerle aynı olmamakla birlikte, çalışmamızda da FRAP yöntemi ile elde edilen sonuçlar, DPPH yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur (Akış 2010). Ayrıca FRAP yöntemi ile ihlamur hammaddesinin biyoyararlılık değeri %46,84 olarak saptanmıştır.

Ihlamur içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $37,30 \pm 6,88$  ile 2B, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $13,37 \pm 0,81$  ile 2C ve  $13,27 \pm 0,19$  ile 1C örneklerinin aynı grupta yer alarak en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Ihlamur içeceklerinin biyoyararlılık sonuçları incelendiğinde ise fizyolojik ekstraktlarda en iyi sonuç veren 1C (%63) ve 2C (%58) örneklerinin en yüksek oranlara sahip olduğu belirlenmiştir.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde ıhlamur hammaddesinin kimyasal ekstraksiyon sonucu  $223,47 \pm 11,19$ ; fizyolojik ekstraksiyon sonucu  $66,85 \pm 2,51$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %29,91 olarak saptanmıştır.

Yıldız (2007), yapmış olduğu çalışmada, *Tilia rubra* türü ıhlamur bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini %70 metanollü ekstrakt ve katı bitki hidrolizatında CUPRAC yöntemiyle sırasıyla 660 ve 680  $\mu\text{mol}$  troloks/g bitki olarak bildirmiştir.

İçecekler CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, 2A ve 2B örnekleri sırasıyla kimyasal ekstraksiyonda  $64,86 \pm 8,11$  ve  $60,97 \pm 6,97$   $\mu\text{mol}$  troloks/ mL değerleri ile aynı grupta yer alırken fizyolojik ekstraksiyonda ise  $5,12 \pm 0,31$  ve  $4,49 \pm 0,28$   $\mu\text{mol}$  troloks/ mL değerleri ile en yüksek sonuçları oluşturmuştur. Buna karşılık, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda en yüksek sonuçların elde edildiği 2A örneği, biyoyararlılık oranına göre 1A ve 1B örneklerini takiben 3. sırada yer almıştır (Şekil 4.2).

İhlamur hammaddesinin antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçları incelendiğinde en yüksek sonuçları sırasıyla %46,84, %29,91, %2,43 değerleriyle FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemleri vermiştir. İhlamur içeceklerinin biyoyararlılıkları değerlendirildiğinde ise, DPPH ve CUPRAC yöntemlerinde sırasıyla en yüksek değerler 1A ve 1B örneklerinden elde edilirken, FRAP yöntemi mineralli su ilavesi yapılan 1C ve 2C örneklerinde en iyi sonuçları vermiştir. Limon otu içeceklerinden FRAP yöntemiyle elde edilen biyoyararlılık sonuçları da en yüksek 2C örneğinde saptanmış olup, ıhlamurda görülen durumu desteklemiştir.

İhlamur içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde fizyolojik ekstraktların, kimyasal ekstraktlara göre daha düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada lavanta (*Lavandula viridis*) ekstraktında, kimyasal ekstrakt ve mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktın rosmarinik asit içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır (Costa ve ark. 2014). Su ve metanolden oluşan kimyasal ekstraktın mide ve bağırsak sindirimi öncesi ve sonrası değerleri sırasıyla,  $118,29 \pm 0,45$  ve

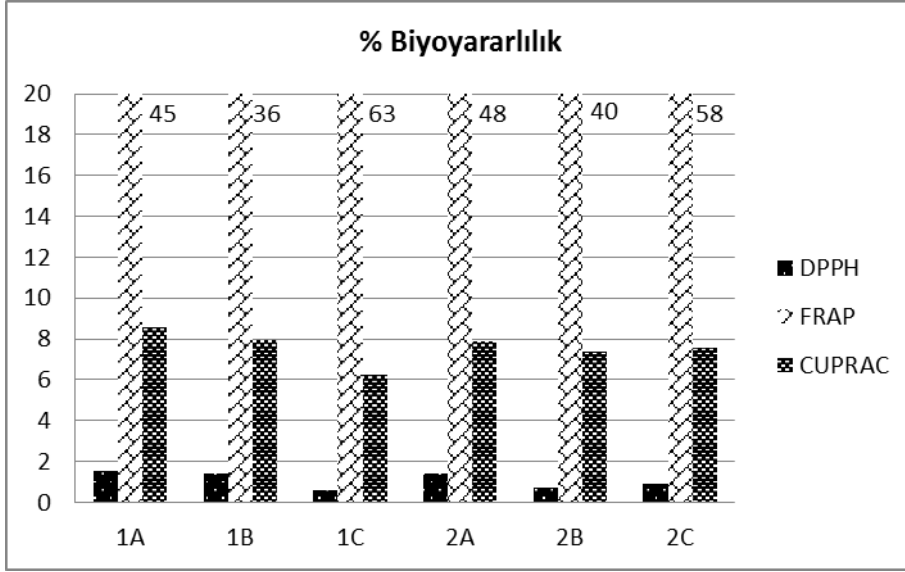
94,67±0,68 µg/ml rosmarinik asit bulunmuş olup, görülen azalma %19,96 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada sadece metanolla elde edilen ekstraktın mide sindirimi öncesi ve sonrası değerleri sırasıyla 252,57±0,64 ve 200,22±24,45 µg/ml rosmarinik asit olarak saptanmış ve görülen kayıp %20,41 olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızda kullanılan kimyasal ekstraktların içeriğinde de su ve metanol bulunmakta olup, elde edilen sonuçlar literatür verisi ile benzerlik göstererek, fizyolojik ekstraktlara ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ekstraktlara oranla daha düşük olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Ihlamur içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	26,90±0,47a	0,41±0,09a	25,49±2,61bc	11,38±1,47b	46,28±2,73b	3,97±0,55bc
1B	24,44±0,27b	0,35±0,04a	30,13±0,75b	10,87±0,90b	45,37±2,52b	3,61±1,03bcd
1C	27,59±0,53a	0,17±0,02c	21,01±0,97c	13,27±0,19a	44,71±9,42b	2,80±0,64d
2A	19,66±0,32d	0,27±0,01b	22,51±1,74c	10,87±0,90b	64,86±8,11a	5,12±0,31a
2B	24,90±1,40b	0,17±0,02c	37,30±6,88a	14,93±1,17a	60,97±6,97a	4,49±0,28ab
2C	21,78±0,88c	0,20±0,00bc	23,10±1,81c	13,37±0,81a	38,65±2,49b	2,92±0,66cd

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ )





Şekil 4.2. Ihlamur içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş ıhlamur bitkisinde toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $7415,56 \pm 28,50$  ve  $1507,59 \pm 19,25$  mg GAE/100g olarak saptanmış, biyoyararlılık değeri ise %20,33 olarak belirlenmiştir. Albayrak ve ark. (2012), ıhlamurun toz hale getirilerek ekstraktörde metanolla ekstrakte edilmesini takiben, rotary evaporatörde kurutulmasıyla elde edilen ekstraktta toplam fenolik madde miktarını 10697 mg GAE/100g olarak saptamıştır. Çalışmamızda elde edilen kimyasal ekstraksiyon sonucunun literatür verisinden daha düşük bulunması, yöntem farklılığından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada ıhlamur bitkisinin toplam fenolik madde miktarı 5112 mg GAE/100g olarak ölçülmüş olup, bu değerın çalışmada elde edilen sonuçlar arasında yer aldığı görülmüştür (Akış 2010).

Ayrıca Albayrak ve ark. (2012) ıhlamur bitkisinde infüzyon ve dekoksasyon uygulamaları ile hazırladıkları ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 3236 mg GAE/ 100g) ve 33,49 mg GAE/g (3349 mg/GAE/100g) olarak analiz etmiştir. Bu literatüre ait verilerin de, çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Ihlamur içeceklerine ait toplam fenolik madde sonuçları incelendiğinde kimyasal ekstraktlarda  $334,75\pm 3,08$  mg GAE/100 mL ile 2B rneği en yüksek değeri alırken, fizyolojik ekstraktlarda  $927,68\pm 6,80$  ile 2A ve  $843,101\pm 2,39$  mg GAE/100 mL ile 2B örneklere aynı grupta yer almıştır (izelge 4.12).

Ihlamur içeceklerinin kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda elde edilen sonuçları, genel olarak hammaddenin kimyasal ve fizyolojik ekstrakt sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Bu durumun sebebi içecek çeşitlerinin genelinde grldği yzere, demleme ile elde edilen ekstraktların yretim reçetesinde %1 oranında kullanılmasıyla açıklanabilir.

Limon otu içeceklerinde de bahsedildiği yzere, ihlamur içeceklerinin toplam fenolik madde miktarlarının saptanmasında yretilen içecek eşitleri ile hammaddenin biyoyararlılıkları yzerinde durulmuş ve kimyasal ekstraksiyon ile fizyolojik ekstraksiyon arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda fizyolojik olarak kullanılabilen ekstraktların analiz sonuçlarının, ekstrakte edilebilir örneklere yüksek bulunması, hidrolize edilebilen fenolik maddelerin analiz edilmemiş olması ve dolayısıyla toplam fenol miktarının yalnızca ekstrakte edilebilir kısım ile açıklanmasından kaynaklanmıştır.

Ortega ve ark (2009) yapmış oldukları çalışmada kakao likörü ve kakao tozunda prosiyanidin miktarını, gıdanın kendisinde ve mide-bağırsak sindirimi sonucu oluşturulan ekstraktta sırasıyla kakao likrnde  $716$   $\mu\text{g}/\text{örnek}$  ve  $3191$   $\mu\text{g}/\text{ekstrakt}$ , kakao tozunda ise  $376$   $\mu\text{g}/\text{örnek}$  ve  $879$   $\mu\text{g}/\text{ekstrakt}$  olarak saptamıştır. Çalışmamızdan elde edilen veriler, literatür sonuçları ile uyum göstermiş olup, mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen değerler, gıda maddesinde saptanan verilerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Ihlamur içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	215,86±1,25d	499,18±14,80b
1B	220,96±7,68d	497,86±7,30b
1C	173,94±4,47e	312,82±5,91c
2A	289,37±8,50b	927,68±6,80a
2B	334,75±3,08a	843,101±2,39a
2C	266,45±4,11c	587,22±13,54b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p<0,05), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### **4.1.3. Ekinezya hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma**

Ekinezya bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.13 ve 4.14'te verilmiştir. Ekinezya içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 ile Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan ekinezya bitkisinin nem içeriği  $9,04 \pm 0,04$  g/100g olarak saptanmıştır.

Ekinezya içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $8,06 \pm 0,05$  (1A) ile  $5,03 \pm 0,05$  g/100g (2C) değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 4.15).

İçeceklerin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,13 \pm 0,00$ - $0,19 \pm 0,00$  g/100 mL aralığında saptanmıştır.

Ekinezya içeceklerine ait pH değerleri incelendiğinde,  $3,30 \pm 0,01$  ve  $3,93 \pm 0,00$  değerleri ile 2A ve 2C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Phelan ve Rees (2003), yapmış oldukları çalışmada ekinezyalı ve frambuazlı içecek ile geleneksel limonlu içeceğin pH değerlerini sırasıyla 3,49 ve 3,69 olarak bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar literatürü destekler niteliktedir.

Ekinezya hammaddesinin askorbik asit miktarı  $0,50 \pm 0,02$  mg/100g olarak saptanmıştır. Ekinezya içeceklerinin askorbik asit miktarları  $21,37 \pm 0,27$  mg/100 mL ile 1C örneğinde en düşük değer olarak saptanırken,  $30,75 \pm 0,97$  mg/100 mL ile 2B örneğinde en yüksek sonucu vermiştir. Yapılan bir çalışmada, yeşil çayın kuru yapraklarında ve içeriğinde şeker, dekstroz, sitrik asit ve askorbik asit bulunan %2'lik ekstraktında askorbik asit miktarı sırasıyla  $21,4 \pm 0,1$  ve  $14,3 \pm 0,1$  mg/100 mL olarak ölçülmüştür (Costa ve ark. 2012).

Çizelge 4.13. Ekinezya bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	<i>Renk değerleri</i>				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
9,04±0,04	0,50±0,02	32,73±0,09	-0,70±0,08	9,50±0,14	-0,07±0,01	126,36±2,78	18500±0,06	4684,75±52,09	22200±0,07	26,68±0,30

Çizelge 4.14. Ekinezya bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

<i>Antioksidan Kapasite Yöntemleri</i>						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>		
78,41±1,25	4,46±0,03	508,95±8,72	201,72±2,29	287,28±14,13	128,04±7,15	1443,99±6,34	841,09±5,72

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.15. Ekinezya içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,06±0,05a	8,06±0,11a	7,96±0,05a	5,20±0,00c	5,66±0,05b	5,03±0,05d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,16±0,00cd	0,19±0,00b	0,15±0,00d	0,16±0,00c	0,20±0,00a	0,13±0,00e
pH	3,41±0,09c	3,57±0,01b	3,51±0,00b	3,30±0,01d	3,42±0,00c	3,93±0,00a
Askorbik asit (mg/100mL)	24,73±0,79b	30,22±1,15a	21,37±0,27c	23,14±1,58bc	30,75±0,97a	24,14±2,12b
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	15,56±0,15b	15,33±0,20b	12,26±0,05d	12,13±0,11d	13,33±0,05c	17,43±0,37a
<i>a</i>	-1,30±0,60a	-6,30±1,41c	-3,63±0,05b	-3,86±0,28b	-4,43±0,11b	-7,40±0,36c
<i>b</i>	2,73±0,15e	5,80±0,20b	4,76±0,15d	4,80±0,10d	5,16±0,05c	6,73±0,25a
<i>a/b</i>	-0,47±0,21a	-1,08±0,20cd	-0,76±0,02b	-0,80±0,07b	-0,86±0,01bc	-1,09±0,02d
<b>Bulanıklık (NTU)</b>						
	1,51±0,11c	3,53±0,11b	1,73±0,09c	4,05±0,19a	3,58±0,17b	0,57±0,10d

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği, 2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Hammadde olarak kullanılan ekinezya bitkisinin  $L$  değeri  $32,73\pm 0,09$  olarak ölçülmüştür. İçecekler  $L$  değerine göre incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmüş olup,  $17,43\pm 0,37$  değeri ile 2C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Ekinezya hammaddesinin  $a$  değeri  $-0,70\pm 0,08$  olarak ölçülmüştür. İçeceklerde ise  $a$  değeri  $-1,30\pm 0,60$  (1A) ve  $-7,40\pm 0,36$  (2C) aralığında değişmiştir.

Hammaddenin  $b$  değeri  $9,50\pm 0,14$  olarak ölçülmüştür. İçecekler  $b$  değerine göre incelendiğinde  $2,73\pm 0,15$  ile 1A ve  $6,73\pm 0,25$  değeri ile 2C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür.

Ekinezya içeceklerinin bulanıklık değerleri en düşük  $0,57\pm 0,10$  ve en yüksek  $4,05\pm 0,19$  değerleri ile sırasıyla 2C ve 2A örneklerinde saptanmış olup, örnekler sırasıyla kristal berrak ve hafif bulanık kategorilerinde yer almıştır. Bitki çayı içeceklerinde görülen bulanıklığın fenolik madde kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu durum bitki ekstraktlarından gelen polifenollerin zaman içerisinde demir gibi metallerle çökerek tortu oluşturması ile de açıklanabilmektedir (Beveridge, 1997). Buna ilaveten en yüksek bulanıklık değerine sahip 2A örneğinin aynı zamanda toplam fenolik madde miktarının da en yüksek olduğu saptanmıştır. 2A örneğinin ardından en yüksek bulanıklığa sahip 2B örneğinin de, Fe mineralince en yüksek değeri verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16).

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kuru ekinezya bitkisinin Fe içeriği  $126,36\pm 2,78$  mg/kg olarak saptanmıştır. Gallaher ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada ticari olarak 2 gramlık poşetler şeklinde satışı bulunan *Echinacea purpurea* çayının Fe miktarını  $0,46$  mg/kg olarak ölçmüştür. Literatür verisi, çalışmamızdan elde edilen değerden oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum mevcut literatürde ekinezyanın kullanıma hazır poşetlerde yer alan içeriğin analiz edilmesi, çalışmamızda ise doğrudan kuru bitkinin kullanılmasıyla ilişkilendirilmiştir.

Ekinezya içecekleri Fe içeriğince değerlendirildiğinde, hammaddeden içecek üretiminde kullanılan ekstrakta geçebilecek maksimum Fe miktarının  $1,26$  mg/L olacağı

öngörülmüştür. Ayrıca içecekler arasında  $0,74\pm 0,00$  mg/L değeri ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinin, limon otu ve ıhlamur içeceklerinde de görüldüğü üzere en yüksek sonucu verdiği belirlenmiştir.

Gallaher ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen Fe miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%1) yola çıkılarak  $0,0046$  mg/L olarak öngörülmüştür. Aynı literatürde ayrıca ekinezya infüzyonunun Fe içeriği  $0,03$  mg olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, limon otu ve ıhlamur hammadde ve içecek örneklerinde de olduğu gibi, Fe mineralinin düşük oranda çözünmesi nedeniyle içeceklerde, hammaddeye göre daha düşük olarak saptanmıştır.

Nookabkaew ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada yeşil çay (*Camellia sinensis*) bitkisi ve infüzyonunda Fe miktarını sırasıyla  $20,91-318,3$  mg/kg ve  $4,44-21,62$  µg/100 mL ( $0,04-0,21$  mg/L) aralığında belirlemiştir. Çalışmamızda da, içeceklerden elde edilen sonuçlar hammaddeden daha düşük bulunmuş olup, literatür verisini destekler nitelik göstermiştir.

Ekinezya hammaddesinin kalsiyum miktarı  $18500\pm 0,06$  mg/kg olarak analiz edilmiştir. Gallaher ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada ekinezyada Ca miktarını  $19,98\pm 1,46$  mg/kg olarak belirlemiştir. Ekinezya içecekleri Ca miktarı bakımından değerlendirildiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Ca miktarının  $185$  mg/L olacağı öngörülmüştür. Buna ilaveten Ca miktarı, mineralli su ilavesine bağlı olarak  $161,35\pm 3,72$  mg/L değeri ile 2C örneğinde en yüksek bulunmuştur. İçeceklerdeki Ca miktarının hammaddeye göre daha düşük bulunmuş olması, Natesan ve Ranganathan (1990)'ın çalışmasında belirtildiği gibi kalsiyumun bitki yaprağından düşük oranda (<%20) ekstrakte olabilen mineraller grubunda yer alması ile açıklanabilmektedir.

Ekinezya hammaddesinde Mg miktarı  $4684,75\pm 52,09$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Gallaher ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada ekinezyada magnezyum miktarını  $8,92\pm 0,54$  mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen değer, literatür verisinden oldukça yüksek bulunmuştur.



İçecekler Mg içeriğince karşılaştırıldığında hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Mg miktarının 46,84 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında 57,70±0,08 mg/L değeri ile limon otu ve ıhlamur örneklerinde de gözlemlendiği üzere, doğal mineralli su ilavesi yapılan 2C örneğinin en yüksek değeri aldığı görülmüştür.

Gallaher ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen Mg miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından yola çıkılarak 0,08 mg/L olarak öngörülmüştür. Aynı literatürde ayrıca ekinezya infüzyonunun Mg içeriği 3,98 mg olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda ekstraktların işlenmesiyle oluşturulan içecek çeşitlerinin Mg değerleri, hammadde olarak kullanılan ekinezya bitkisinin magnezyum sonuçlarından yüksek bulunmuş olup, literatür verisi ile uyum göstermiştir.

Ekinezya hammaddesinin K miktarı 22200±0,07 mg/kg olarak saptanmıştır. Gallaher ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada ekinezyada potasyum miktarını 53,46±2,80 mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen değer, literatür verisinden daha yüksek bulunmuştur.

Ekinezya içecekleri K miktarı yönünden incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum miktarın 222 mg/kg olacağı öngörülmüştür. Çalışmamızda 212,94±2,60 ve 185,57±3,35 mg/L değerleri ile gazlama uygulaması yapılmış 2B ve 1B içeceklerinin en yüksek potasyum içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. K minerali sonuçları limon otu ve ıhlamur içecekleriyle benzerlik göstermiştir.

Ekinezya hammaddesinin Na içeriği 26,68±0,30 mg/kg olarak saptanmıştır. Gallaher ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada ekinezyanın sodyum miktarını 6,72±1,40 mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen değer, literatür verisinden daha yüksek olarak ölçülmüştür.

Ekinezya içecekleri Na içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarının 0,26 mg/L olacağı öngörülmüştür. Buna ilaveten 107,56±0,70 mg/L değeri ile limon otu ve ıhlamur örneklerinde de olduğu gibi, doğal mineralli su ilavesi yapılan 2C içeceğinin en yüksek sonucu verdiği saptanmıştır.

Ayrıca Gallaher ve ark. (2006) 'nın yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen sodyum miktarı 0,06 mg/L olarak öngörölmüştür. Aynı literatürde ekinezya infüzyonunun Na miktarı 1,19±0,32 mg olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verileri ile benzerlik göstermiş olup, içeceklerde bulunan sodyum miktarı hammaddeden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan geçebilecek Na miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Ekinezya içecekleri mineral madde içeriği yönüyle karşılaştırıldığında, limon otu ve ıhlamur örnekleriyle uyumlu olacak şekilde, 2C örneğinin Ca, Mg ve Na, 2B örneğinin Fe ve 2B ile 1B örneklerinin K minerallerince en yüksek sonuçları verdiği ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.16. Ekinezya içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,14±0,00e	0,39±0,00d	0,49±0,00b	0,41±0,01c	0,74±0,00a	0,14±0,00e
Ca (mg/L)	104,92±0,78b	100,34±0,71c	86,59±2,20d	67,31±1,57f	72,65±0,28e	161,35±3,72a
Mg (mg/L)	37,21±0,16b	35,32±0,79c	35,62±0,34c	27,55±0,74e	30,04±0,48d	57,70±0,08a
K (mg/L)	182,01±0,85b	185,57±3,35b	159,17±2,44c	148,16±3,86d	212,94±2,60a	156,75±3,18
Na (mg/L)	39,11±0,33c	54,00±0,82b	36,92±0,35d	6,35±0,17f	21,12±0,26e	107,56±0,70a

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kurutulmuş ekinezya bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $78,41 \pm 1,25$  ve  $4,46 \pm 0,03$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri de %5,68 olarak saptanmıştır. Miliauskas ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada *Echinacea purpurea* türü ekinezyanın toplam antioksidan kapasitesini DPPH yöntemi ile  $6,8 \pm 1,5$  olarak bildirmiştir.

Ekinezya içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda en yüksek sonuçları  $27,06 \pm 0,07$  ve  $0,43 \pm 0,00$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değerleri ile, sakkarozla tatlandırılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 1B örneğinin verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Bu sonuca uyumlu bir şekilde 1B içeceğinin aynı zamanda en yüksek biyoyararlılık oranına sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).

Ekinezya hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $508,95 \pm 8,72$  ve  $201,72 \pm 2,29$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Ayrıca FRAP yöntemiyle biyoyararlılık değeri %39,63 olarak hesaplanmıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş kekik örneğinin toplam antioksidan kapasitesini FRAP yöntemiyle  $563$   $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak saptamıştır. Literatür verisinin sonuçları ekinezya hammaddesi ile benzerlik göstermiştir.

Ekinezya içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konulan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $31,93 \pm 0,30$  ile 2B, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $8,10 \pm 0,23$  ile 2C örneğinin en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış bitki çayı içeceği olan 2B örneğinde askorbik asit miktarı ( $30,75 \pm 0,97$  mg/100mL) ile antioksidan kapasite ( $31,93 \pm 0,30$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) arasında pozitif ilişki saptanmıştır (Çizelge 4.17). Benzer paralellik Prior ve Cao (1999)'nun yapmış olduğu çalışmada da ortaya konulmuştur. İçecekler biyoyararlılık açısından incelendiğinde ise fizyolojik ekstraksiyonda en iyi sonuç veren 2C içeceğinin en yüksek biyoyararlılık değerine sahip olduğu görülmüştür.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde ekinezya hammaddesinin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları  $287,28 \pm 14,13$  ve  $128,04 \pm 7,15$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %44,56 olarak ölçülmüştür.

İçecekler CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $61,21 \pm 3,80$   $\mu\text{mol}$  troloks/ mL değeri ile 2B ve fizyolojik ekstraksiyonda  $2,29 \pm 0,68$   $\mu\text{mol}$  troloks/ mL ile 2A örneğinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış bitki çayı içeceği olan 2B örneğinde askorbik asit miktarı ( $30,75 \pm 0,97$  mg/100mL) ile antioksidan kapasite ( $61,21 \pm 3,80$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) arasında pozitif ilişki saptanmıştır (Çizelge 4.17). Benzer paralellik Prior ve Cao (1999)'nun yapmış olduğu çalışmada da ortaya konulmuştur. Biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise, fizyolojik ekstraksiyonda en yüksek değeri veren 2A örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek oranda fayda sağladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3.)

Ekinezya hammaddesi antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %44,56, %39,63 ve %5,68 değerleri ile CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Ekinezya içeceklerinin antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise FRAP ve CUPRAC yöntemlerinde enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A ve enerjisi azaltılmış ve mineralli su ilavesi yapılmış içecek olan 2C örneklerinin en yüksek oranlara sahip olduğu ortaya konulmuştur.

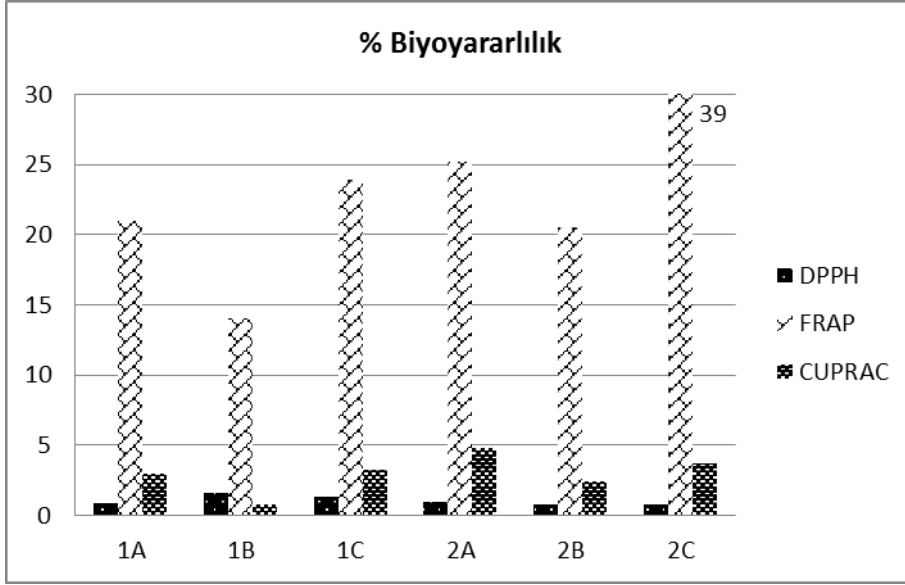
Yapılan bir araştırmada, ananas, limon, şeftali ve portakal suları ile çözünür kahvede (instant) toplam antioksidan kapasite troloks eşdeğeri olarak analiz edilmiş ve sırasıyla 1,50, 2,21, 2,51, 3,02, 32,48 mmol troloks/L ( $\mu\text{mol}$  troloks/ mL) olarak belirlenmiştir (Pellegrini ve ark. 2003). Çalışmamızda ekinezya içeceklerinde, toplam antioksidan kapasite yöntemleri ile kimyasal ekstraksiyonda belirlenen değerler 19,57 ile 61,21  $\mu\text{mol}$  troloks/mL aralığında yer almış ve literatür verisinden daha yüksek olarak ölçülmüştür. Ayrıca verilen literatürde yalnızca kahve örneğinin tarafımızdan saptanan limitler arasında yer aldığı görülmüştür.

Henning ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada, gıda takviyesi olarak kullanılan üzüm çekirdeği ekstraktında TEAC (troloks eşdeğeri antioksidan kapasite) yöntemi ile toplam antioksidan kapasite miktarını ölçmüştür. Bu amaçla tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstrakt ile bu in-vitro sistemin su ile hazırlanan kontrol ekstraktında toplam antioksidan kapasite miktarları sırasıyla 5159 µmol troloks/g ve 5612 µmol troloks/g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda da, mide-bağırsak sindiriminden elde edilen fizyolojik ekstraktların toplam fenolik madde miktarı, kimyasal ekstrakta göre daha yüksek saptanmış olup, söz konusu literatür verileri ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.17. Ekinezya içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	24,05±0,43b	0,20±0,05c	24,85±0,52c	5,23±0,92c	38,24±2,66d	1,15±0,18cd
1B	27,06±0,07a	0,43±0,00a	29,35±1,18b	4,11±0,39c	44,37±6,69cd	0,36±0,18e
1C	26,62±0,31a	0,35±0,01b	29,72±1,39ab	7,11±0,23ab	54,49±1,74ab	1,77±0,35ab
2A	21,92±0,93c	0,21±0,01c	28,49±2,06b	7,18±1,14ab	47,61±6,26bc	2,29±0,68a
2B	27,00±0,03a	0,20±0,03c	31,93±0,30a	6,56±0,93b	61,21±3,80a	1,49±0,05bc
2C	26,23±0,72a	0,21±0,04c	20,89±1,68d	8,10±0,23a	21,14±1,03e	0,78±0,16de

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ )



Şekil 4.3. Ekinezya içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Hammadde olarak kullanılan ekinezya bitkisinin toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla 1443,99±6,34 ve 841,09±5,72 mg GAE/100 g, biyoyararlılık değeri ise %58,24 olarak saptanmıştır. Miliuskas ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada *Echinacea purpurea* türü ekinezya bitkisinde toplam fenolik madde miktarını metanolle hazırlanan ekstraktta 410±1,2 mg GAE/100g olarak bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler literatür verisinden daha yüksek saptanmış olup, bu durum ekstraksiyon yöntemlerinin farklılığı ile ilişkilendirilmiştir.

Ekinezya içeceklerine ait toplam fenolik madde sonuçları incelendiğinde ise enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A örneğinin sırasıyla 587,32±16,09 ve 661,24±6,34 mg GAE/100 mL değerleri ile hem kimyasal hem de fizyolojik ekstraksiyonda en yüksek sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Ekinezya örneğinde de, hammaddenin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları, içeceklerin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu durum içecek üretiminde, hammaddelerden elde edilen ekstraktların belirli bir oranda (%1) kullanılmasından kaynaklanmaktadır.



Çalışmamızda toplam fenolik madde miktarı tayininde öncelikle kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, uygulanan ekstraksiyon yöntemlerine göre hammaddelerin ve içecek çeşitlerinin biyoyararlılıkları üzerinde durulmuştur. Diğer içecek çeşitlerinde de gözlendiği üzere, fizyolojik olarak kullanılabilen ekstrakt değerleri, kimyasal ekstraksiyon değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bu durumun nedeni hidrolize edilebilen fenolik maddelerin analiz edilmemiş olması ve toplam fenol miktarının yalnızca ekstrakte edilebilir kısım ile ortaya konulmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.18. Ekinezya içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	309,66±12,60d	460,85±12,48de
1B	362,06±14,42cd	414,59±3,11e
1C	488,66±13,57b	554,69±8,25bc
2A	587,32±16,09a	661,24±6,34a
2B	422,08±13,00bc	582,99±6,41b
2C	454,77±17,17b	519,55±6,50cd

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### **4.1.4. Adaçayı hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma**

Adaçayı bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Adaçayı içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.21, 4.22, 4.23, 4.24 ve Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan adaçayı bitkisinin nem miktarı  $8,22\pm 0,57$  g/100g olarak saptanmıştır. Şensoy (2007), kurutulmuş adaçayında (*Salvia officinalis*) nem miktarını 6,62 g/100g, Özdemir ve ark. (2009) ise *Salvia fruticosa*’da  $7,06\pm 0,56$  g/100g olarak bildirmiştir.

Adaçayı içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $8,16\pm 0,05$  (1A) ile  $5,00\pm 0,00$  g/100g (2A, 2C) değerleri arasında değişmiştir.

İçeceklerin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,13\pm 0,00$ - $0,19\pm 0,00$  g/100 mL aralığında ölçülmüştür.

Adaçayı içeceklerin pH değerleri incelendiğinde,  $3,14\pm 0,01$  ve  $3,84\pm 0,00$  değerleri ile 2A ve 1C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür (Çizelge 4.21).

Adaçayı hammaddesinin askorbik asit miktarı  $5,84\pm 0,27$ mg/100g olarak saptanmıştır. Adaçayı içeceklerinin askorbik asit miktarları  $18,53\pm 0,71$  mg/100 mL ile 1A örneğinde en düşük olarak saptanırken;  $29,22\pm 0,46$  mg/100 mL ile 2B örneğinde en yüksek değeri vermiştir.

Çizelge 4.19. Adaçayı bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	<i>Renk değerleri</i>				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
8,22±0,57	5,84±0,27	39,77±0,29	-1,67±0,12	7,60±0,14	-0,22±0,01	163,75±4,51	11700±0,01	2924,28±21,83	15100±0,00	289,11±0,60

Çizelge 4.20. Adaçayı bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

<i>Antioksidan Kapasite Yöntemleri</i>						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>		
76,77±6,56	4,24±0,41	731,73±9,45	426,34±5,14	703,81±18,97	446,95±8,74	14801,14±47,93	1653,50±10,18

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.21. Adaçayı içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,16±0,05a	8,03±0,05b	7,90±1,09c	5,00±0,00e	5,20±0,00d	5,00±0,00e
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,18±0,01a	0,19±0,00a	0,13±0,00c	0,19±0,00a	0,18±0,01a	0,16±0,01b
pH	3,21±0,00de	3,38±0,01c	3,84±0,00a	3,14±0,01e	3,29±0,01d	3,55±0,11b
Askorbik asit (mg/100mL)	18,53±0,71d	28,87±1,22a	24,50±0,71b	21,48±0,50c	29,22±0,46a	20,52±0,40c
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	16,90±0,17a	16,63±0,40a	16,83±0,21a	13,50±0,26c	15,16±0,35b	16,20±0,79a
<i>a</i>	-6,53±0,90c	-2,50±0,40a	-4,70±0,46b	-3,90±0,26b	-3,90±0,35b	-4,30±0,70b
<i>b</i>	4,80±0,30a	1,10±0,10d	1,33±0,11d	2,80±0,52c	2,66±0,20c	3,90±0,34b
<i>a/b</i>	-1,32±0,39a	-2,40±0,38b	-3,70±0,91c	-1,42±0,24a	1,46±0,15a	1,02±0,24a
Bulanıklık (NTU)	1,20±0,06e	1,54±0,09d	2,33±0,14c	2,80±0,05b	3,75±0,14a	2,50±0,16c

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği, 2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Hammadde olarak kullanılan adaçayı bitkisinin *L* değeri  $39,77\pm 0,29$  olarak saptanmıştır. Özdemir ve ark. (2009) *Salvia fruticosa* türü kurutulmuş adaçayının *L* değerini  $19,72\pm 0,02$  olarak bildirmiştir. İçecekler *L* değerine göre incelendiğinde ise, örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmüş olup,  $16,90\pm 0,17a$  değeri ile 1A örneğinin en yüksek değere sahip olduğu ayrıca 1C ( $16,83\pm 0,21$ ) ve 1B ( $16,63\pm 0,40$ ) içecekleri ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Adaçayı hammaddesinin *a* değeri  $-1,67\pm 0,12$  olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada kurutulmuş adaçayının *a* değeri  $0,028\pm 0,018$  olarak bildirilmiştir (Özdemir ve ark. 2009). Adaçayı içeceklerinde ise *a* değerinin  $-2,50\pm 0,40$  (1B) ve  $-6,53\pm 0,90$  (1A) aralığında değişmiştir.

Hammaddenin *b* değeri  $7,60\pm 0,14$  olarak analiz edilmiştir. Özdemir ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada *Salvia fruticosa* türü adaçayının *b* değerini  $0,653\pm 0,025$  olarak saptamıştır. İçecekler *b* değerine göre incelendiğinde  $1,10\pm 0,10$  ile 1B,  $4,80\pm 0,30$  değeri ile 1A örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür.

Adaçayı içeceklerinin bulanıklık değerleri en düşük  $1,20\pm 0,00$  ve en yüksek  $3,75\pm 0,14$  değerleri ile sırasıyla 1A ve 2B örneklerinde saptanmış olup, örnekler sırasıyla berrak ve hafif bulanık kategorilerinde yer almıştır. Özdemir ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada instant çay olarak tüketilmek üzere hazırlanan, sprey kurutma ile toz haline getirilmiş ve rekonstite edilmiş *Salvia fruticosa* çayının NTU değerini  $4,40\pm 0,00$  olarak bildirmiştir. Ihlamur ve ekinezya örneklerinde görüldüğü gibi bitki çayı içeceklerinde görülen bulanıklığın fenolik madde kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Beveridge 1997). En yüksek ikinci bulanıklık değerine sahip 2A örneğinin ( $2,80\pm 0,05$ ) aynı zamanda toplam fenolik madde miktarının da en yüksek olduğu, Fe miktarının ise 2C örneğinden sonra en yüksek değeri verdiği saptanmıştır (Çizelge 4.21 ve 4.22).

Çalışmada hammadde olarak kullanılan adaçayının Fe içeriği  $163,75\pm 4,51$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) yapmış olduğu araştırmada adaçayında (*Salvia fruticosa*) Fe miktarını  $352,2\pm 95,24$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012) ise *Salvia*

*officinalis*'de  $67,1\pm 0,4$  mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen sonucun literatür verileri arasında yer aldığı görülmüştür.

Adaçayı içecekleri Fe içeriğince değerlendirildiğinde, hammaddeden içecek üretiminde kullanılan ekstrakta geçebilecek maksimum Fe miktarının 1,63 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında ise en yüksek değeri  $0,50\pm 0,02$  mg/L ile enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış 2C örneğinin aldığı görülmüştür. Özcan ve ark. (2008)'nin çay olarak tüketilen bazı bitkilerin farklı demleme sürelerine (5, 10 ve 15 dk) ait mineral madde içeriklerini araştırdığı çalışmada, hammaddeden ekstrakta geçen Fe miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%2) yola çıkılarak 7,04 mg/L olarak öngörülmüştür. Ayrıca mevcut literatürde adaçayı infüzyonuna ait demir miktarı 6,68 mg/L olarak ölçülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda, hammaddenin Fe miktarı içeceklerde belirlenen değerlerden yüksek bulunmuş ve literatür verileri ile uyum göstermiştir. Bu durum Fe mineralinin düşük çözünürlüklü mineral grubunda yer alması ve dolayısıyla hammaddede bulunan miktarın tamamen ekstrakta geçmemesi ile açıklanabilmektedir (Natesan ve Ranganathan 1990)

Adaçayı hammaddesinin Ca miktarı  $11700\pm 0,01$ mg/kg olarak analiz edilmiş olup, bu değer Özcan ve ark. (2008)'nin belirlediği değer olan  $7159,8\pm 2148,61$  mg/kg ve Pytalkowska ve ark. (2012)'nin saptadığı  $276\pm 2$  mg/kg sonucundan yüksek bulunmuştur. Söz konusu literatür verilerinin çalışmamızda ölçülen değerden daha düşük bulunması bitkinin doğal yapısında bulunan mineral farklılığı ile açıklanabilmektedir.

Adaçayı örnekleri Ca içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Ca miktarının 117 mg/L olacağı öngörülmüş, 1C ve 2C örneklerinin sırasıyla  $129,06\pm 0,66$  ve  $92,93\pm 1,79$  mg/L değerleri ile doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. . Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen kalsiyum miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%1) yola çıkılarak 2,76 mg/L olarak öngörülmüştür. Aynı literatürde adaçayı infüzyonunun kalsiyum içeriği  $9,23\pm 0,12$  mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisi ile

benzerlik göstermiş olup, her iki çalışmada da infüzyon sonuçları hammadde sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan geçebilecek Ca miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Adaçayı hammaddesinde magnezyum miktarı  $2924,28 \pm 21,83$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Özcan ve ark. (2008) adaçayı bitkisinde Mg miktarını  $2391,0 \pm 417,77$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012) ise  $331 \pm 2$  mg/kg olarak analiz etmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuç, literatür verileri ile benzerlik göstermiştir.

Adaçayı içecekleri magnezyum miktarına göre değerlendirildiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Mg miktarının  $29,24$  mg/L olacağı öngörülmüş,  $43,04 \pm 0,01$  ve  $36,51 \pm 0,63$  mg/L değerleri ile sırasıyla 1C ve 2C örneklerinin mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Özcan ve ark. (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen magnezyum miktarı,  $47,82$  mg/L olarak öngörülmüştür. Özcan ve ark. (2008) ayrıca adaçayı infüzyonunda Mg miktarını  $78,25$  mg/L olarak ölçmüştür. Çalışmamızda saptanan değerlerde de içeceklerde bulunan Mg miktarı hammaddeye göre daha yüksek bulunmuş ve literatür verileriyle uyum göstermiştir. İçeceklerde yüksek bulunan magnezyum miktarı, infüzyon sırasında kullanılan sudan geçebilecek miktar ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Adaçayı hammaddesinde potasyum miktarı  $15100 \pm 0,00$  mg/kg olarak saptanmıştır. Bu değer, Özcan ve ark (2008) ile Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmalarda sırasıyla  $10967,3$  mg/kg ve  $1233 \pm 3$  mg/kg olarak ölçülmüş olup, çalışmada elde edilen sonuçlardan daha düşük bulunmuştur. Bu durumun bitkilerin yetiştiği çevre ve iklim koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Adaçayı örnekleri K içeriği yönünden incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum potasyum miktarının  $151$  mg/L olacağı öngörülmüş ve 1B örneğinin ( $121,78 \pm 2,14$  mg/L) en yüksek değeri aldığı görülmüştür. . Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen potasyum miktarı  $12,33$  mg/L olarak öngörülmüştür. Ayrıca söz konusu literatürde adaçayı

infüzyonunun K miktarı  $1379\pm 14$  mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen verilerde literatürle uyum göstermemiştir. Bu durum uygulanan infüzyon yöntemlerinin farklılığı ile açıklanabilmektedir (Pytalkowska ve ark. 2012).

Adaçayı hammaddesinin Na içeriği çalışmamızda  $289,11\pm 0,60$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) adaçayı bitkisinin Na miktarını  $886,02\pm 247,53$  mg/kg, Pytalkowska ve ark. (2012) ise  $133\pm 2$  mg/kg olarak belirlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen değer literatür verileri arasında yer almıştır.

Adaçayı içecekleri Na miktarı yönünden karşılaştırıldığında, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarı 2,89 mg/L olacağı öngörülmüş olup,  $96,32\pm 0,16$  ve  $64,29\pm 1,18$  mg/L değerleri ile doğal mineralli su ilavesi yapılan 1C ve 2C örneklerinin en yüksek sonuçları verdiği saptanmıştır.

Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen sodyum miktarı 1,33 mg/L olarak öngörülmüştür. Pytalkowska ve ark. (2012) ayrıca adaçayı infüzyonunun Na içeriğini  $111\pm 2$  mg/L olarak belirlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen verilerde de, içeceklerde bulunan sodyum miktarı hammaddeden daha yüksek bulunmuş ve literatür verisini destekler nitelik göstermiştir. Diğer hammadde çeşitlerinde de bahsedildiği üzere, bu durum infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan gelebilecek Na miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Adaçayı içecekleri, mineral madde miktarlarına göre karşılaştırıldığında 2C örneğinin Fe, 1C ve 2C örneklerinin Ca, Mg ve Na, sakkarozla tatlandırılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 1B örneğinin ise K miktarı bakımından en zengin örnekler olduğu ortaya konulmuştur.



Çizelge 4.22. Adaçayı içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,21±0,00b	0,15±0,00d	0,09±0,00e	0,21±0,01b	0,18±0,00c	0,50±0,02a
Ca (mg/L)	61,51±0,50d	81,62±1,58c	129,06±0,66a	49,55±0,41e	40,71±0,21f	92,93±1,79b
Mg (mg/L)	24,74±0,18d	25,40±0,30c	43,04±0,01a	19,38±0,07e	16,28±0,13f	36,51±0,63b
K (mg/L)	87,23±0,42d	121,78±2,14a	82,33±0,10e	101,18±0,61b	99,32±0,94b	95,94±1,94c
Na (mg/L)	22,92±0,11d	48,91±0,52c	96,32±0,16a	10,54±0,03f	18,24±0,29e	64,29±1,18b

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

Adaçayı bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $76,77 \pm 6,56$  ve  $4,24 \pm 0,41$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır (Çizelge 4.20.) Ayrıca bu yöntem ile adaçayı hammaddesinin biyoyararlılık değeri %5,52 olarak hesaplanmıştır. Miliauskas ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada *Salvia officinalis* türü adaçayının toplam antioksidan kapasitesini DPPH yöntemi ile  $92,3 \pm 0,5$  olarak bildirmiştir.

Adaçayı içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda en yüksek değerleri 1C ve 2B örneklerinin aldığı görülmüştür (Çizelge 4.21). Bu sonuca paralel olarak, enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinin biyoyararlılık değeri de en yüksek bulunmuştur (Şekil a).

Barut (2011) yapmış olduğu çalışmada adaçayının (*Salvia fruticosa*) yaklaşık %8'lik infüzyonunda toplam antioksidan kapasitesini TEAC yöntemiyle  $715,73 \pm 4,26$   $\mu\text{mol}$  troloks /g ekstrakt olarak saptamıştır.

Adaçayı hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $731,73 \pm 9,45$  ve  $426,34 \pm 5,14$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak ölçülmüş, biyoyararlılık değeri ise %58,26 olarak saptanmıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş adaçayı örneğinin toplam antioksidan kapasitesini FRAP yöntemiyle 443  $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak saptamıştır.

Adaçayı içeceklerinde FRAP yöntemiyle elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, sırasıyla kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonda  $29,20 \pm 0,42$  ve  $8,05 \pm 1,37$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile sakkarozlu bitki çayı içeceği olan 1A örneğinin en yüksek sonuçları verdiği belirlenmiştir. Ayrıca içeceklerinin biyoyararlılık sonuçları incelendiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlara paralel olarak 1A örneğinin en yüksek biyoyararlılık oranına sahip olduğu görülmüştür.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde adaçayı hammaddesinin kimyasal ekstraksiyon sonucu  $703,81 \pm 18,97$ , fizyolojik ekstraksiyon sonucu  $446,95 \pm 8,74$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %63,50 olarak saptanmıştır.

Yıldız (2007), yapmış olduğu çalışmada, *Salvia triloba* türü adaçayı bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini %70 metanollü ekstrakt ve katı bitki hidrolizatında CUPRAC yöntemiyle sırasıyla 504 ve 726  $\mu\text{mol}$  troloks/g bitki olarak bildirmiştir. Çalışmamızda adaçayı hammaddesinde yapılan kimyasal ekstraksiyon değeri, literatür verisi ile benzerlik göstermiştir.

Chohan ve ark. (2008) pişirme ve depolama işlemlerinin bazı yenilebilir bitkilerin antioksidan kapasitelerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, adaçayı (*Salvia fruticosa*) bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini  $625, \pm 0,5$   $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak saptamıştır. Bu değer çalışmamızda kullanılan adaçayı hammaddesinin farklı türde (*Salvia officinalis*) olmasına rağmen, FRAP ve CUPRAC yönteminden elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

İçecekler CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $95,89 \pm 1,31$  ve  $6,46 \pm 0,52$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değerleri ile 2C örneğinin en yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. Buna karşılık, biyoyararlılık oranları en iyi 1B ve 1C örneklerinden elde edilmiştir (Şekil 4.4).

Adaçayı hammaddesinin antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçları incelendiğinde en yüksek sonuçları sırasıyla %63,50, %58,26 ve %5,52 değerleriyle CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemleri vermiştir. Adaçayı içeceklerinin biyoyararlılıkları değerlendirildiğinde ise sırasıyla en yüksek değerler DPPH yönteminde 2B ve 1A, FRAP yönteminde 1A ve 1B, CUPRAC yönteminde de 1B ve 1C örneklerinden elde edilmiştir (Şekil 4.4).

Yapılan bir çalışmada, kafeinsiz kahve içeceğinin toplam antioksidan kapasitesi 26,96  $\mu\text{mol}$  troloks/ mL olarak bildirilmiştir (Pellegrini ve ark. 2003). Çalışmamızda her üç antioksidan kapasite yöntemiyle kimyasal ekstraktlarda belirlenen değerler 19,64 ile

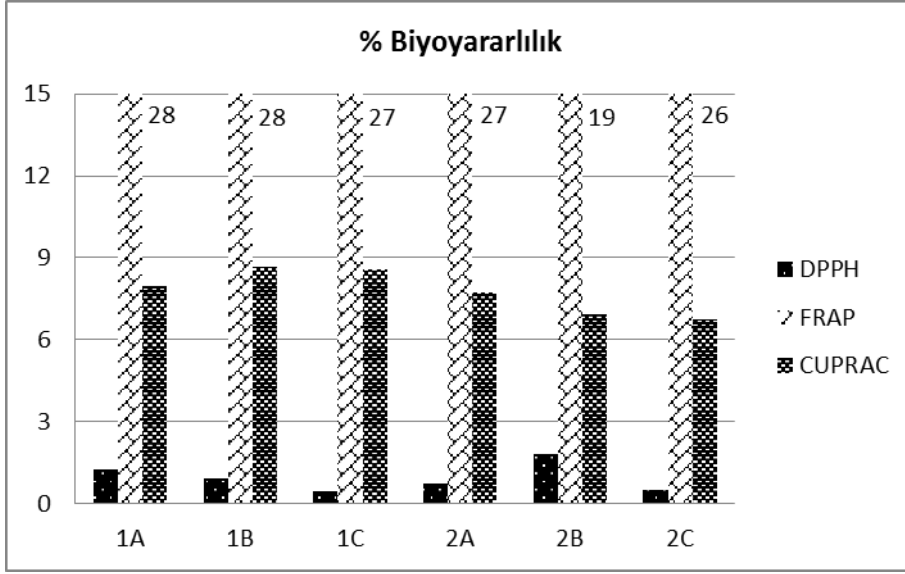
95,89 µmol troloks/mL arasında değişmiş olup, literatür verisinden yüksek olarak saptanmıştır.

Diğer bir çalışmada, gıda takviyesi olarak kullanılan yeşilçay ekstraktında (%9 polifenol ve yeşilçay yaprağı içeren), tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstrakt ile bu sistemin kontrolü olarak saf su ile hazırlanan ekstraktta toplam antioksidan kapasite miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için TEAC yöntemi kullanılmış olup, sonuçlar sırasıyla 10341 µmol troloks/g ve 8117 µmol troloks/g olarak ölçülmüştür (Henning ve ark. 2014). Buna ilaveten in-vitro sindirim sonucu elde edilen toplam antioksidan kapasite miktarının, kontrol örneğine göre %21,5 oranında azaldığı belirlenmiştir. Çalışmamızda ortaya çıkan antioksidan kapasite sonuçlarında da fizyolojik ekstraktlara ait değerler, kimyasal ekstraktlara ait verilerden daha düşük saptanmış olup, ilgili literatür ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.23. Adaçayı içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	24,63±0,21d	0,31±0,09b	29,20±0,42a	8,05±1,37a	70,84±5,83b	5,66±0,33ab
1B	26,98±0,57ab	0,25±0,10bc	22,10±0,64c	6,25±0,19bcd	53,16±3,13c	4,60±0,38cd
1C	27,60±0,22a	0,13±0,06c	19,64±2,12d	5,30±0,08d	52,74±2,43c	4,53±0,34d
2A	25,44±0,41cd	0,19±0,00bc	25,47±0,48b	6,90±0,62ab	79,05±8,99b	6,13±0,27ab
2B	26,26±1,71abc	0,48±0,07a	28,86±0,77a	5,58±0,30cd	77,89±2,55b	5,40±0,78bc
2C	26,12±0,13bc	0,13±0,02c	25,73±2,11b	6,76±0,74bc	95,89±1,31a	6,46±0,52a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ )



Şekil 4.4. Adaçayı içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Adaçayı hammaddesinde kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı sırasıyla  $14801,14 \pm 47,93$  ve  $1653,50 \pm 10,18$  mg GAE/100 g olarak ölçülmüş, biyoyararlılık değeri ise %11,17 olarak saptanmıştır. Miliauskas ve ark. (2004) adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkisinde yapmış olduğu çalışmada, toplam fenolik madde miktarını 2260 mg GAE/100g olarak belirlemiştir. Bu veri, çalışmamızda elde edilen değerler arasında yer almakta olup, kimyasal ekstrakt değerinden oldukça düşük olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.20).

Adaçayı içeceklerine ait toplam fenolik madde sonuçları incelendiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonda en yüksek değerleri  $368,13 \pm 11,28$  ve  $874,82 \pm 18,76$  mg GAE/100 mL ile 2A örneğinin aldığı görülmüştür (Çizelge 4.24). Buna ilaveten limon otu ve ekinezya içeceklerinin kimyasal ve fizyolojik ekstraktları ile ıhlamur içeceğinin fizyolojik ekstraktında 2A örneği en yüksek değerleri vermiştir.

Özdemir ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada instant çay olarak tüketilmek üzere hazırlanan, sprey kurutma ile toz haline getirilmiş ve rekonstite edilmiş *Salvia fruticosa* çayının toplam fenolik madde miktarını  $339 \pm 0,07$  mg GAE/100g olarak bildirmiştir.

Kümbet (2010), yapmış olduğu çalışmada adaçayı bitkisini (%8,8) kaynar su ile infüze etmiş ve ekstraktta toplam fenolik madde miktarını 41100 mg GAE/100g ekstrakt olarak saptamıştır. İnfüze edilen bitki/su miktarı (%8,8) göz önünde bulundurulduğunda bu araştırmada elde edilen sonuçların, çalışmamızda (%1'lik infüzyonu takiben bitki çayı içeceği üretim prosesi) saptanan değerlerden yüksek bulunması beklenen bir durumdur.

Barut (2011) yapmış olduğu çalışmada adaçayının (*Salvia fruticosa*) yaklaşık %8'lik infüzyonunda toplam fenolik madde miktarını 15917±14,46 mg GAE/100g olarak saptamıştır. Ayrıca Pizzale ve ark. (2002) *Salvia fruticosa* adaçayı ekstraktında toplam fenolik madde miktarını 113400 mg GAE/100g, *Salvia officinalis*'de ise 46400 mg GAE/100g olarak bildirmiştir.

Adaçayı içeceklerinin kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda elde edilen sonuçları, genel olarak hammaddenin kimyasal ve fizyolojik ekstrakt sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bu durumun sebebi içecek çeşitlerinin genelinde görüldüğü üzere, demleme ile elde edilen ekstraktların üretim reçetesinde %1 oranında kullanılmasıyla açıklanmaktadır.

Diğer içecek çeşitlerinde de gözlemlendiği üzere, fizyolojik olarak kullanılabilen ekstrakt değerleri, ekstrakte edilebilir örneklerin (kimyasal ekstraksiyon) değerlerinden yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda genel olarak üretilen içecek çeşitlerinin ve hammaddelerin biyoyararlılıkları üzerinde durulmuş ve kimyasal ekstraksiyon ile fizyolojik ekstraksiyon arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu nedenle, fizyolojik olarak kullanılabilen ekstraktların analiz sonuçlarının, ekstrakte edilebilir örneklerden yüksek bulunması, hidrolize edilebilen fenolik maddelerin analiz edilmemiş olması ve toplam fenol miktarının yalnızca ekstrakte edilebilir kısım ile ortaya konulmasından kaynaklanmaktadır.

Henning ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada, bazı gıda takviyelerinin antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde miktarlarını ve in vitro sindirim modelinin bu bileşenler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bunun için rezveratrol gıda takviyesinde (250 mg trans-rezveratrol ve 100 mg kuersetindihidrat) su ile hazırlanan kontrol

ekstraktında ve tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktta toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 552±14 ve 771±2 mg/L GAE olarak saptanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen değerler literatür verisini destekler nitelik göstermiştir.

Çizelge 4.24. Adaçayı içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	237,91±1,07d	663,07±10,86b
1B	215,72±8,79e	529,58±11,65c
1C	203,61±8,49e	433,10±16,74d
2A	368,13±11,28a	874,82±18,76a
2B	324,18±9,91c	663,35±18,60b
2C	347,30±10,80b	834,64±9,69a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p<0,05), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri



#### **4.1.5. Biberiye hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma**

Biberiye bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.25 ve 4.26'da verilmiştir. Biberiye içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.27, 4.28, 4.29, 4.30 ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Biberiye içeceği üretiminde hammadde olarak kullanılan kurutulmuş biberiye yapraklarının nem miktarı  $7,65 \pm 0,12$  g/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.25). Okonkwo ve Ogu (2014) yapmış oldukları çalışmada biberiyenin nem miktarını  $10,83 \pm 0,02$  g/100g olarak bildirmiştir. Ülkemizde, TSE 12933 nolu Bitkisel Çaylar Standardı'na göre, kuru bitkilerde olması gereken maksimum nem miktarı 10 g/100g'dır. Bu değer ülkelere göre değişkenlik gösterebilmektedir (Anonim 2014b).

Suda çözünür kuru madde miktarları değerlendirilen biberiye çayı içecekleri arasında en yüksek değeri sakkaroz ile tatlandırılan bitki çayı içeceği olan 1A ( $8,40 \pm 0,00$  g/100g) almış olup, sakkaroz ile tatlandırılan diğer bitki çayı içeceklerinde de benzer sonuçlar ( $8,10 \pm 0,10$ - $8,20 \pm 0,00$  g/100g) elde edilmiştir. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceklerinde ise suda çözünür kuru madde miktarları  $5,00 \pm 0,00$ - $5,20 \pm 0,00$  g/100g arasında değişmiştir. Bu sonuçlar üretim metodu kısmında belirtilen değerler (sakkarozla tatlandırılmış içeceklerde 8, enerjisi azaltılmış içeceklerde 5 g/100g) ile paralellik göstermiştir.

Biberiye içeceklerinin toplam asitlik değerleri arasında istatistiksel bir fark saptanmış olup, en yüksek değeri enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A ( $0,8 \pm 0,00$  g/100mL) örneği almıştır. Diğer örneklerde toplam asitlik miktarı  $0,11 \pm 0,00$  ile  $0,17 \pm 0,00$  g/100mL arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.25. Biberiye bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		L	a	b	a/b	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
7,65±0,12	2,48±0,09	41,67±0,19	-0,37±0,05	12,97±0,09	-0,03±0,00	100,42±0,25	6200±0,09	2205±39,90	9100±0,06	57,64±6,94

Çizelge 4.26. Biberiye bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
52,90±2,88	4,46±0,41	90,32±0,90	70,97±1,22	126,96±1,43	91,70±0,13	1754,84±13,46	301,94±1,50

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.27. Biberiye içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,40±0,00a	8,10±0,10b	8,20±0,00b	5,20±0,00c	5,00±0,00d	5,06±0,11d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,16±0,00b	0,17±0,00b	0,11±0,00d	0,18±0,00a	0,16±0,00b	0,12±0,00c
pH	3,00±0,02d	3,27±0,03c	3,81±0,00a	2,97±0,01d	3,30±0,00c	3,63±0,09b
Askorbik Asit (mg/100mL)	16,94±0,89d	29,69±1,13a	29,45±0,50a	18,94±0,30c	27,45±1,57b	17,90±0,09cd
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	16,70±0,45bc	17,36±0,20b	15,03±0,80d	16,26±0,45c	18,76±0,93a	15,90±0,40cd
<i>a</i>	-5,23±0,77c	-4,10±0,30b	-4,90±0,45bc	-2,43±0,32a	-4,83±0,51bc	-1,86±0,23a
<i>b</i>	1,60±0,30a	0,60±0,10c	1,53±0,20a	0,83±0,15bc	1,40±0,26a	1,20±0,30ab
<i>a/b</i>	-3,29±0,21b	-6,98±1,41c	-3,22±0,44b	-3,02±0,90b	-3,49±0,38b	-1,59±0,23a
Bulanıklık (NTU)	2,33±0,19a	2,29±0,25a	0,84±0,03d	1,50±0,17c	1,84±0,13b	0,93±0,04d

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Biberiye içeceklerinde pH değeri en yüksek  $3,81\pm 0,00$  ile sakkaroz ile hazırlanmış doğal mineralli su ilave edilmiş (1C) örneğinde saptanmıştır. Diğer örneklerde ise pH  $2,97\pm 0,01$  ve  $3,63\pm 0,09$  aralığında değişmiştir. Yapılan bir çalışmada, soğuk Rooibos çayının pH değeri 2,95 olarak bildirilmiştir (Joubert ve ark. 2009). Ayrıca Akrouit ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada %5 oranında hazırlanan biberiye ekstraktının pH değerini  $5,9\pm 0,2$  olarak saptamıştır.

İçecekler arasında pH değeri en yüksek bulunan 1C ( $3,81\pm 0,00$ ) ve 2C ( $3,63\pm 0,09$ ) örneklerinin toplam asitlik değerlerinin ( $0,11\pm 0,00$  ve  $0,12\pm 0,00$  g/100mL) en düşük olduğu belirlenmiştir.

Biberiye hammaddesinin askorbik asit miktarı  $2,48\pm 0,09$  mg/100g olarak belirlenmiştir. Nijerya’da yetiştirilen biberiye bitkisinin kuru ve öğütülmüş yapraklarında ise askorbik asit miktarı  $378,62\pm 0,03$  mg/100g olarak bildirilmiştir (Okankwo ve Ogu 2014). Bitkinin yetiştirildiği sezon (Lata ve ark. 2005), yetiştirildiği bölge (Prior ve ark. 1998) ve yetiştirmedeki kültürel uygulamalar (Caris-Veyrat ve ark 2004) askorbik asit birikimini etkileyen faktörlerdir. Bununla beraber, bitkinin içeceğe işlenmesi prosesinde yer alan ısı işlem uygulaması, askorbik asit miktarında kayba neden olmaktadır (Talcott ve ark. 2003). Biberiye çayı içeceklerinde bulunan askorbik asit miktarı  $29,69\pm 1,13$  mg/100mL ile en yüksek sakkaroz ile tatlandırılmış gazlı bitki çayı içeceğinde (1B) ölçülmüştür. Diğer örneklere ait askorbik asit miktarı ise  $16,94\pm 0,89$  ile  $29,45\pm 0,50$  mg/100mL arasında değişim göstermiştir. İçeceklere ait askorbik asit miktarının hammaddeye oranla yüksek olması üretimde içecek bileşimine ilave edilen askorbik asitten ileri gelmektedir. Yapılan bir çalışmada, %2’lik siyah çay ekstraktının askorbik asit miktarı 50-456 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Liang ve ark 2003).

Biberiye içecekleri renk değerleri ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) açısından kıyaslandığında, örnekler arasında istatistiksel farklılık bulunmuştur. Biberiye bitkisinin  $L$  değeri  $41,67\pm 0,19$  olarak saptanmıştır. Arslan ve Özcan (2008) yaptıkları çalışmada güneşte kurutma, fırında kurutma ve mikrodalga kurutma uyguladıkları taze biberiye bitkisinde  $L$  değerini 30-36 arasında saptamıştır. Bitki çayı içeceklerinin  $L$  değeri incelendiğinde, en yüksek değeri enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği olan 2B’nin ( $18,76\pm 0,93$ ), en düşük değeri ise sakkaroz ile tatlandırılmış gazlı bitki çayı içeceğinin 1C’nin ( $15,03\pm 0,80$ ) aldığı

görülmüştür. Siyah çay ekstraktına, ultrafiltrasyon ve membran filtrasyonu uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada filtre edilen örneklerin  $L$  değeri 56 ile 70 arasında bildirilmiştir (Chandini ve ark. 2013). Siyah çay ekstraktı ile bitki çayı içeceklerinin parlaklık değerlerinin farklı olmasının, üretim sırasında katılan asidin parlaklığı artırıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Biberiye bitkisinin  $a$  değeri  $-0,37 \pm 0,05$  olarak saptanmıştır. Arslan ve Özcan (2008)'ın yaptığı çalışmada ise  $a$  değeri uygulanan kurutma yöntemine göre -5 ile -2 arasında değişim göstermiştir. İçecekler arasında en yüksek  $a$  değerine sahip olan 2C örneği ( $-1,86 \pm 0,23$ ) kırmızılık yeşillik skalasında 0 noktasına yakın bölgede, 1A örneği ( $-5,23 \pm 0,77$ ) ise yeşil renge daha yakın bir noktada ölçülmüştür. Chandini ve ark. (2013) siyah çayın  $a$  değerini -2,7 ile -3,1 arasında bildirmiştir.

Hammaddenin  $b$  değeri  $12,97 \pm 0,09$  olarak saptanmıştır. Arslan ve Özcan (2008) yapmış oldukları çalışmada farklı kurutma metotları uyguladıkları biberiye bitkisinde  $b$  değerini 11-13 arasında ölçmüştür. Bu değerler çalışmamız ile uyum göstermiştir. Biberiye içecekleri  $b$  değerine göre değerlendirildiğinde ise 1A örneğinin ( $1,60 \pm 0,30$ ) en yüksek, 1B örneğinin ( $0,60 \pm 0,10$ ) ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Chandini ve ark. (2013) siyah çayın  $b$  değerini 8,3 -23 değerleri arasında bildirmiştir.

En yüksek bulanıklık değerleri 1A ( $2,33 \pm 0,19$ ) ve 1B ( $2,29 \pm 0,25$ ) örneklerinde saptanmış, diğer örneklerde ise bu değer  $0,84 \pm 0,03$  ile  $1,84 \pm 0,13$  arasında değişim göstermiştir.

Cemeroğlu (2009)'na göre opak olarak değerlendirilen 2A ve 2B örnekleri ile berrak kategorisinde yer alan diğer örnekler üretim aşamasında filtrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu nedenle örneklerin NTU değerleri duyuşal değerlendirmeye ait "görünüş" kriteri puanları ile uyumluluk göstermiş olup, aralarında istatistiksel fark bulunmamıştır. Berrak elma suyu eldesinde membran filtrasyon sisteminin kullanıldığı bir çalışmada taze sıkılmış elma suyunun bulanıklık değeri 1242 NTU olarak saptanmış, filtre edilmiş elma suyunun bulanıklık değerinin ise 0,2-0,6 NTU arasında değiştiğı bildirilmiştir (Alvarez ve ark. 2000). Biberiye hammaddesinin demir içeriğı 100,42±0,25 mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada biberiyenin Fe içeriğini 20,5±12,59 mg/kg, Özcan ve Akbulut (2008), 734,64

mg/kg, Okankwo ve Ogu (2014) ise 37,6 mg/kg olarak bildirmiştir. Arslan ve Özcan (2008)'ın yapmış olduğu çalışmada ise farklı kurutma yöntemlerine bağlı olarak biberiyedeki demir miktarı 506,98-760,39 mg/kg arasında değişim göstermiş olup, bu değerler çalışmamızda hammadde olarak kullanılan biberiye bitkisinden daha yüksek bulunmuştur.

Biberiye içecekleri Fe içeriği yönünden karşılaştırıldığında, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum demir miktarının 1,00 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilave edilmiş 2C örneği  $0,67 \pm 0,02$  mg/L ile en yüksek değeri almıştır. Diğer örneklerin demir miktarı ise  $0,19 \pm 0,00$  ile  $0,61 \pm 0,01$  mg/L arasında değişim göstermiştir. Özcan ve ark (2008)'nın yapmış olduğu çalışmada hammadde olarak kullanılan biberiye bitkisinden ekstrakta geçebilecek maksimum demir miktarı 0,41mg/L olarak öngörülmüştür. Ayrıca biberiye infüzyonunun Fe içeriği 0,0472 mg/100mL (0,472 mg/L) olarak ölçülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda da hammaddenin Fe miktarı içeceklerde belirlenen değerlerden yüksek bulunmuş olup, literatür verisi ile uyum göstermiştir.

Biberiye hammaddesinde kalsiyum miktarı  $6200 \pm 0,09$  mg/kg olarak saptanmıştır. Okankwo ve Ogu (2014) biberiye bitkisinin Ca miktarını 1923,1 mg/kg, Özcan ve ark (2008) 224,1 mg/kg, Özcan ve Akbulut (2008) ise 8605,25 mg/kg olarak bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verileri arasında yer almıştır.

Biberiye içecekleri Ca miktarına göre değerlendirildiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum miktarının 62 mg/L olacağı öngörülmüştür. Ayrıca 1C örneğinin  $122,91 \pm 2,48$  mg/L ile en yüksek değeri aldığı, diğer örneklerin kalsiyum miktarının ise  $44,97 \pm 0,77$  ile  $80,58 \pm 0,28$  mg/L arasında değiştiği görülmüştür. Özcan ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışmada hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum kalsiyum miktarı 4,48 mg/L olarak öngörülmüştür. Bununla birlikte aynı literatürde biberiye infüzyonunun kalsiyum miktarı 251,71 mg/L olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisi ile uyumlu olarak, içekte hammaddeye göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan gelebilecek Ca miktarı ile açıklanabilmektedir. Ayrıca üretimin yapıldığı Bursa ilinde kullanılan çeşme suyunun nitelikleri Bursa Su ve Kanalizasyon

İdaresi (BUSKİ) tarafından analiz edilmiş olup 16,1 Fransız Sertliği (1°Fransız sertliği=10 mg/L CaCO<sub>3</sub>) olarak bildirilmiştir (Anonim 2012c).

Biberiye hammaddesinde magnezyum miktarı 2205±39,90 mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark (2008) yapmış oldukları çalışmada biberiyenin magnezyum içeriğini 230,0±114,23 mg/kg, Okankwo ve Ogu (2014) 856,6±0,08 mg/kg, Özcan ve Akbulut (2008) ise 2407,70±264,47 mg/kg olarak bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada farklı kurutma yöntemleri uygulanan biberiyenin magnezyum miktarı 1698,03-2807,44 mg/kg aralığında değişim göstermiştir (Arslan ve Özcan 2008). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verilerini destekler nitelik göstermiştir.

Biberiye içecekleri magnezyum miktarına göre değerlendirildiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek magnezyum miktarı en fazla 22,05mg/L olarak öngörülmüş, sakkarozla tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış 1C örneğinin (39,57±0,83) en yüksek değeri aldığı ve diğer örneklerin magnezyum içeriklerinin 15,20±0,24 ile 30,73±0,15 mg/L arasında değiştiği görülmüştür. Doğal mineralli su ilavesi yapılan içecek çeşitlerinde belirlenen minerallerin diğer içeceklere oranla daha yüksek bulunması beklenen bir sonuç olup, 1C ve 2C örneklerinde saptanan magnezyum miktarları bu kanıyı desteklemiştir. Özcan ve ark (2008)'nın yaptığı çalışmada hammadde olarak kullandıkları biberiye bitkisinden ekstrakta geçebilecek maksimum magnezyum miktarı 4,6 mg/L olarak öngörülmüştür. İnfüzyonun magnezyum içeriği ise 101,35mg/L olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda saptanan değerlerin literatür verisini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Biberiye hammaddesinin potasyum miktarı 9100±0,06 mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark (2008) yapmış oldukları çalışmada biberiyede 11200,2±547,35 mg/kg, Okankwo ve Ogu (2014) 343,82±0,02 mg/kg ve Özcan ve Akbulut (2008) ise 11116,81±1062,48 mg/kg potasyum saptamıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verileri arasında yer almıştır.

Biberiye içecekleri potasyum miktarı bakımından incelendiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek potasyum miktarı en fazla 91mg/L olarak öngörülmüş, içecekler arasında en yüksek değeri 68,38±1,18 mg/L ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B örneğinin aldığı görülmüştür. Bununla birlikte, enerjisi

azaltılmış örneklerin (2A, 2B ve 2C) potasyum değerlerinin, sakkarozla tatlandırılan diğer örneklere kıyasla (1A, 1B ve 1C) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Biberiye hammaddesinde sodyum miktarı  $57,64 \pm 6,94$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada biberiyenin sodyum miktarını  $43,82 \pm 20,89$  mg/kg, Okankwo ve Ogu (2014)  $414,6 \pm 0,22$  mg/kg, Özcan ve Akbulut (2008) ise  $4893,87 \pm 396,22$  mg/kg olarak saptamıştır.

Biberiye içecekleri Na miktarına göre incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek sodyum miktarı en fazla  $0,57$  mg/L olarak öngörülmüş olup, Ca ve Mg minerallerinde de olduğu gibi en yüksek değeri sakkarozla tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış 1C ( $97,36 \pm 1,84$  mg/L) örneğinin aldığı görülmüştür. Diğer içeceklerin sodyum miktarı  $11,07 \pm 0,03$  ile  $59,62 \pm 0,13$  mg/L arasında değişmiştir. Özcan ve ark (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarı  $0,88$  mg/L olarak öngörülmüştür. Ayrıca ilgili literatürde infüzyonun sodyum miktarı  $0,51$  mg/L olarak analiz edilmiştir. Literatürde uygulanan infüzyon prosesinde saf su kullanılmış olup, sudan gelebilecek Na miktarı eleme edilmiştir. Buna bağlı olarak infüzyonda Na miktarında bir artış gözlemlenmemiştir.

Biberiye içecekleri mineral miktarına göre genel olarak değerlendirildiğinde, sakkaroz ile tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilave edilmiş 1C örneğinin kalsiyum, magnezyum ve sodyum minerallerince, 2C örneğinin demir minerali, 2B örneğinin de potasyum mineralince zengin olduğu saptanmıştır.



Çizelge 4.28. Biberiye içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,31±0,00d	0,42±0,01c	0,19±0,00e	0,61±0,01b	0,31±0,02d	0,67±0,02a
Ca (mg/L)	44,97±0,77e	62,69±1,16d	122,91±2,48a	46,27±0,18e	76,49±2,04c	80,58±0,28b
Mg (mg/L)	15,20±0,24e	20,76±0,52d	39,57±0,83a	15,57±0,12e	22,95±0,45c	30,73±0,15b
K (mg/L)	38,61±0,54d	60,31±1,22b	31,80±0,52f	41,90±0,03c	68,38±1,18a	33,77±0,01e
Na (mg/L)	11,69±0,15e	35,87±0,75d	97,36±1,84a	11,07±0,03e	54,56±1,06c	59,62±0,13b

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

Çalışmada hammadde olarak kullanılan biberiye bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemiyle, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $52,90 \pm 2,88$  ve  $4,46 \pm 0,41$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %8,48 olarak saptanmıştır.

Biberiye içecekleri, DPPH antioksidan kapasite tayin yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal olarak ekstrakte edilmiş içecekler arasında sakkaroz ile tatlandırılan bitki çayı içeceği olan 1A örneği ( $27,17 \pm 0,26$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) en yüksek değeri almıştır. İçecekler arasında istatistiksel farklılık görülmüş ve değerler  $12,67 \pm 0,27$  ile  $27,17 \pm 0,26$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL arasında değişmiştir. Fizyolojik olarak ekstrakte edilmiş olan örnekler arasında en yüksek değeri  $0,42 \pm 0,01$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A alırken, diğer örneklerde değerlerin  $0,15 \pm 0,02$  ile  $0,41 \pm 0,01$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL arasında olduğu belirlenmiştir.

Biberiye hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemiyle, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda sırasıyla  $90,32 \pm 0,90$  ve  $70,97 \pm 1,22$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %78,58 olarak hesaplanmıştır. Biberiye içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konulan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $29,18 \pm 0,28$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $8,24 \pm 1,38$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 2C örneğinin en yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Bununla birlikte 2C içeceği aynı zamanda demir içeriğince en zengin örnek olup, 3,63 pH değeri ile FRAP yönteminin prensibinde yer alan Fe(III)-TPTZ kompleksinin Fe(II)'ye indirgenmesi reaksiyonu için en uygun ortamı sağlamaktadır (Büyüktuncel 2013). İçecekler biyoyararlılık açısından incelendiğinde ise, 2B ve 2A örneklerinin en yüksek değerleri aldığı görülmektedir (Şekil 4.5).

Carlson ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada, yeşil çayın antioksidan kapasitesini  $5$   $\mu\text{mol}$  troloks/g, elma suyunun  $2,7$   $\mu\text{mol}$  troloks/g, yabanmersini suyunun ise  $9,2$   $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak bildirmiştir. Çalışmamızda fizyolojik ekstraksiyon sonucu elde edilen sonuçlar literatür verileri ile uyum göstermiştir. Diğer bir çalışmada, FRAP yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayininde fizyolojik ekstrakt kullanılarak elde edilen analiz sonuçlarının, kimyasal ekstrakt kullanılarak ölçülenlere göre daha düşük değer aldığı görülmüştür (Vitali ve ark. 2009).

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde biberiye hammaddesinin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları  $126,96 \pm 1,43$  ve  $91,70 \pm 0,13$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %72,40 olarak ölçülmüştür. Biberiye içecekleri, CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $36,74 \pm 1,86$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 1B, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $0,13 \pm 0,02$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 2B örneğinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Sakkarozla tatlandırılmış ve gazlama uygulaması yapılmış bitki çayı içeceği olan 1B örneğinde askorbik asit miktarı ( $29,69 \pm 1,13$  mg/100mL) ile antioksidan kapasite ( $36,74 \pm 1,86$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) arasında pozitif ilişki saptanmıştır. Benzer paralellik Prior ve Cao (1999)'nun yapmış olduğu çalışmada da ortaya konulmuştur. Biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise, sırasıyla 2B ve 2C örneklerinden diğer örneklere göre daha yüksek oranda fayda sağlandığı tespit edilmiştir.

DPPH, FRAP ve CUPRAC toplam antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin uygulandığı tüm içeceklerde aynı hammadde kullanılmış olmasına rağmen, sonuçların birbirinden farklı bulunması, üretimde kullanılan diğer maddelerin hammadde ile olabilecek etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan antioksidan aktivite tayin yöntemlerinin birbirinden farklı temellere dayanmasından dolayı bitki çayı içeceklerinde bulunan antioksidan unsurlarının vücutta emiliminde de değişik oranlar gözlenmektedir.

Biberiye hammaddesi antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %78,57, %72,22 ve %8,43 değerleri ile FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Biberiye içeceklerinin biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise DPPH ve FRAP yöntemlerinde 1C, CUPRAC yönteminde ise 2B örneğinin en yüksek biyoyararlılık oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Pellegrini ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada çeşitli bitki çayları ve içeceklerin toplam antioksidan kapasitelerini troloks eşdeğeri olarak analiz etmiştir. Bu çalışmada limonlu soğuk çay, siyah çay, yeşil çay ve kahve (espresso) içeceklerinde toplam antioksidan kapasite miktarı sırasıyla, 2,28, 3,60, 6,01 ve 36,54 mmol troloks/L ( $\mu\text{mol}$  troloks/ mL) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda biberiye içeceklerinde kimyasal

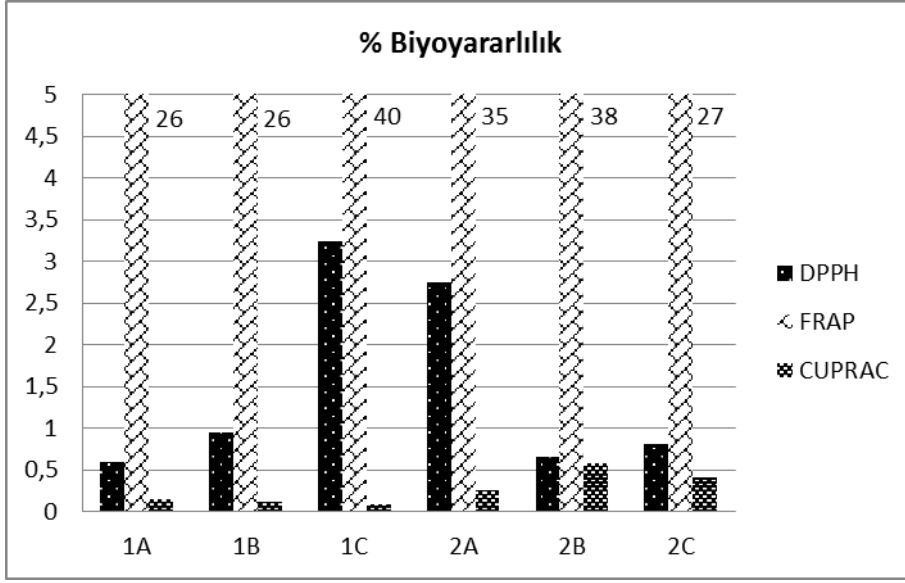
ekstraktlarda belirlenen değerler üç farklı antioksidan kapasite yönteminde genel olarak 12,67 ile 36,74 µmol troloks/mL aralığında yer almış ve literatürde belirtilen bazı içeceklerle uyum göstermiştir.

Biberiye içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde fizyolojik ekstraktların, kimyasal ekstraktlara göre daha düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.29. Biberiye içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,17 $\pm$ 0,26a	0,16 $\pm$ 0,02c	28,04 $\pm$ 1,46a	7,16 $\pm$ 0,17ab	32,35 $\pm$ 3,14ab	0,05 $\pm$ 0,01cd
1B	24,25 $\pm$ 0,16b	0,23 $\pm$ 0,08b	21,96 $\pm$ 1,87b	5,71 $\pm$ 0,34c	36,74 $\pm$ 1,86a	0,04 $\pm$ 0,01d
1C	12,67 $\pm$ 0,27e	0,41 $\pm$ 0,01a	20,44 $\pm$ 1,92b	8,24 $\pm$ 1,38a	35,41 $\pm$ 2,17a	0,03 $\pm$ 0,00d
2A	15,29 $\pm$ 1,02d	0,42 $\pm$ 0,01a	21,57 $\pm$ 0,65b	7,45 $\pm$ 0,54a	28,37 $\pm$ 4,54b	0,07 $\pm$ 0,01bc
2B	26,16 $\pm$ 1,89ab	0,17 $\pm$ 0,00bc	15,68 $\pm$ 0,94c	5,93 $\pm$ 0,35bc	22,14 $\pm$ 3,73c	0,13 $\pm$ 0,02a
2C	18,49 $\pm$ 2,73c	0,15 $\pm$ 0,02c	29,18 $\pm$ 0,28a	7,81 $\pm$ 0,81a	19,65 $\pm$ 1,80c	0,08 $\pm$ 0,02b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p < 0,05$ )



Şekil 4.5. Biberiye içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Biberiye hammaddesinin toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $1754,84 \pm 13,46$  ve  $301,94 \pm 1,50$  mg GAE/100g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.26). Erkan ve ark. (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada, biberiyenin toplam fenolik madde miktarı 16200 mg GAE/100 g olarak bildirilmiştir. Folin–Ciocalteu yönteminin kullanıldığı bu çalışmada biberiye bitkisi taze olarak toplanmış ve  $25-30^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle kurutulmuştur. Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan kurutulmuş biberiye ise, endüstriyel üretim yapan bir firmadan temin edilmiş olup, kurutma prosesleri literatürde uygulanan yöntemden farklılık göstermiştir.

Chan ve ark. (2012) farklı kurutma sıcaklıkları ve yöntemleri uygulanmış biberiye bitkisinde toplam fenolik madde miktarını  $50^{\circ}\text{C}$ 'de fırında kurutulan örneklerde  $2490 \pm 80$  mg GAE/100g,  $80^{\circ}\text{C}$ 'de fırında kurutulan örneklerde  $2080 \pm 426$  mg GAE/100g, ön işlem olarak mikrodalga uygulanan ve  $50^{\circ}\text{C}$ 'de fırında kurutulan örneklerde  $2530 \pm 174$  mg GAE/100g ve piyasadan temin edilen örneklerde ise  $3700 \pm 245$  mg GAE/100g olarak bildirmiştir. Kurutma işleminde uygulanan ısı işleme bağlı olarak fenolik madde miktarında azalma görülmesi ilgili literatür verileri ile açıklanabilmektedir. Diğer bir çalışmada, biberiye bitkisinin su ve etanol ile hazırlanan ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı 3084 mg GAE/100g ve 3944 mg

GAE/100g olarak belirlenmiştir (Oh ve ark 2013). Çalışmamızda elde edilen toplam fenolik madde içeriği literatürde yer alan değerlerden düşük bulunmuş olup uygulanan farklı ekstraksiyon yöntemi bu farklılığı desteklemiştir.

Bitki çayı içeceklerinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar ile yapılan toplam fenolik madde miktarı sonuçları Çizelge 4.30'da gösterilmiştir. Biberiye çayı içeceklerinin tüm çeşitlerinde kimyasal ekstrakt kullanılarak analiz edilen toplam fenolik madde miktarı fizyolojik ekstrakt kullanılarak elde edilen sonuçlara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Sengul ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada dondurularak ezilmiş nar örneklerinde toplam fenolik madde miktarını, metanol ile yaptıkları ekstraktta %100 kabul etmiş ve su ile yapılan ekstraktta %59,8 ve mide bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktta ise %75,6 olarak saptamıştır. Aynı çalışmada mide bağırsak sindirimi sonrası analiz edilen toplam antosiyanin miktarında metanollü ekstraktta kıyasla %38,4 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın nedeni olarak bağırsak sisteminin yüksek pH derecesi ve antosiyaninlerin farklı fenolik bileşiklere dönüşmesi gösterilmektedir.

Bununla beraber, içecekler arasında enerjisi azaltılmış bitki çayı örneği olan 2A'nın hem kimyasal (473,45±10,99 mg GAE/ 100 mL) hem de fizyolojik ekstraktlarda (248,88±6,34 mg GAE/ 100 mL) en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür. İçeceklerin fenolik madde miktarı hammaddeden daha düşük bulunmuş olup, bu durumun sebebi içeceklerde %1'lik ekstrakt kullanılmış olmasıyla açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.30. Biberiye içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	366,72±18,59b	134,40±9,95d
1B	379,00±7,41b	222,95±14,76ab
1C	275,59±6,70c	170,08±12,54cd
2A	473,45±10,99a	248,88±6,34a
2B	469,13±11,77a	191,78±13,56bc
2C	367,76±14,71b	225,61±13,20ab

Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen örnekler istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ),

\*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri



#### **4.1.6. Funda hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma**

Funda bitkisine ait analiz sonuçları izelge 4.31, ve 4.32’de verilmiştir. Funda içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla izelge 4.33, 4.34, 4.35, 4.36 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş fundanın nem miktarı  $7,36\pm 0,26$  g/100 g olarak belirlenmiştir. Bu sonuç TSE standardına (Anonim 2014b) uygun sınırlar içerisinde yer almıştır. Akış (2010)’ın yapmış olduğu çalışmada kurutulmuş funda bitkisinin nem miktarı  $6,2\pm 0,04$  olarak saptanmış olup, çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyum göstermiştir.

Sakkarozla tatlandırılan içecekler arasında suda çözünür kuru madde miktarı  $8,20\pm 0,00$  g/100g ile en yüksek 1C rneğinde saptanmış, diğer içeceklerde de benzer sonuçlar ( $8,10\pm 0,00$ - $8,16\pm 0,05$  g/100g) elde edilmiştir. Enerjisi azaltılmış içeceklerde ise suda çözünür kuru madde miktarı  $5,00\pm 0,00$  ile  $5,16\pm 0,05$  g/100g arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar üretim metodu kısmında belirtilen değerleri (sakkarozla tatlandırılmış içeceklerde 8 g/100g, enerjisi azaltılmış içeceklerde 5 g/100g) destekler niteliktedir.

Funda içeceklerinin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,15\pm 0,0$ - $0,18\pm 0,00$  g/100mL aralığında llmştir.

Çizelge 4.31. Funda bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
7,36±0,26	3,54±0,14	32,77±0,05	-0,60±0,20	11,33±0,05	-0,05±0,02	108,65±0,27	5900±0,01	2274,75±54,46	3800±0,01	358,592±7,89

Çizelge 4.32. Funda bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik Ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
93,81±0,72	3,83±0,63	154,73±1,59	20,85±0,29	75,26±1,81	9,87±0,15	749,48±34,46	249,50±18,10

Çizelge 4.33. Funda içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,16±0,05ab	8,10±0,00b	8,20±0,00a	5,16±0,05c	5,13±0,05c	5,00±0,00d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,17±0,00b	0,17±0,00b	0,15±0,00d	0,18±0,00a	0,16±0,00c	0,15±0,00d
pH	3,07±0,00c	3,21±0,10b	3,45±0,00a	2,93±0,01d	3,27±0,01b	3,44±0,01a
Askorbik Asit (mg/100mL)	31,23±0,56a	28,39±1,84b	31,46±0,54a	27,62±1,10b	25,68±0,71c	28,39±0,54b
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	17,73±0,15c	19,26±0,20a	19,93±0,55a	17,73±0,46c	18,46±0,46b	14,63±0,41d
<i>a</i>	-2,50±0,52a	-9,93±0,83d	-6,90±0,46c	-8,90±0,43d	-5,20±0,65b	-4,53±1,11b
<i>b</i>	1,93±0,11d	3,70±0,45a	2,53±0,49bcd	3,16±0,32ab	2,73±0,35bc	2,26±0,47cd
<i>a/b</i>	-1,28±0,20a	-2,69±0,17c	-2,80±0,61c	-2,82±0,15c	-1,91±0,22b	-1,99±0,06b
Bulanıklık (NTU)	1,28±0,17b	0,71±0,06c	0,64±0,09cd	0,40±0,05d	2,30±0,25a	0,46±0,04d

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Funda içeceklerinin pH değerleri incelendiğinde  $2,93\pm 0,01$ - $3,45\pm 0,00$  değerleri ile 2A ve 1C rneklerinin srasısıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Bu çalışmada en yüksek pH değeri alan 1C ( $3,45\pm 0,00$ ) ve 2C ( $3,44\pm 0,01$ ) rneklerinin literatür bilgisine (Boulton 1980) paralel olarak en düşük toplam asitlik değerine ( $0,15\pm 0,00$  g/100mL) sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte pH değeri en düşük olan 2A örneğinin de ( $2,93\pm 0,01$ ) en yüksek asitlik değerini ( $0,18\pm 0,00$  g/100mL) verdiği belirlenmiştir. Phelan ve Rees (2003), yapmış oldukları çalışmada şeftali ve çarkıfelek meyvesi içeceğinde pH değerini 3,45 olarak bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür verisi ile uyum göstermiştir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan funda hammaddesinin askorbik asit miktarı  $3,54\pm 0,14$  mg/100 g olarak saptanmıştır. Funda içeceklerinin askorbik asit miktarı ise en düşük ve en yüksek olarak srasısıyla  $25,68\pm 0,71$  mg/100 mL ile 2B,  $31,46\pm 0,54$  mg/100mL ile 1C örneklerinde saptanmıştır. Üretim reçetesinde belirtildiği üzere eklenen askorbik asit miktarı 50 mg/100 mL düzeyindedir. Askorbik asit miktarındaki azalma, toplam asitlik değerinde olduğu gibi, ısıl işlem sırasında askorbik asit miktarında görülen kayıp ile açıklanabilmektedir. Aucamp ve ark. (2000) %1'lik siyah çay ekstraktında 22,49 mg/100mL askorbik asit tespit etmiştir. Hammaddeye kıyasla içeceklerin askorbik asit miktarının yüksek olması ürüne askorbik asit eklenmesine bağlıdır. Bu şekilde içeceklerin C vitamini bakımından zenginleştirilmesi amaçlanmıştır.

Hammadde olarak kullanılan funda bitkisinin *L* değeri  $32,77\pm 0,05$  olarak saptanmıştır. Funda içecekleri *L* değerine göre incelendiğinde ise, örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmüş olup,  $19,93\pm 0,55$  ile 1C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Akşit (2013) yapmış olduğu çalışmada nane ayının *L* değerini 26,04 olarak belirlemiştir.

Funda hammaddesinin *a* değeri  $-0,60\pm 0,20$  olarak belirlenmiştir. Bu hammaddeden elde edilen ekstrakt kullanılarak üretilen içeceklerde ise *a* değeri  $-2,50\pm 0,52$  (1A) ve  $-9,93\pm 0,83$  (1B) aralığında değişmiştir.

Funda hammaddesinin *b* değeri  $11,33\pm 0,05$  olarak ölçülmüştür. İçecekler arasında en yüksek ve düşük *b* değerleri sırasıyla 1B ( $3,70\pm 0,45$ ) ve 1A ( $1,93\pm 0,11$ ) örneklerinde saptanmıştır. İçecekler arasında istatistiksel bir fark bulunmasına rağmen duyusal değerlendirme sonuçlarında yer alan görünüş ve renk kriterinde istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır.

Berraklık açısından değerlendirilen funda içecekleri Cemeroğlu (2009)'na göre opak ile parlak berrak arasında yer almıştır. En yüksek NTU değeri 2B ( $2,30\pm 0,25$ ) örneğinde, en düşük değer ise 2A ( $0,40\pm 0,05$ ) örneğinde tespit edilmiştir. İçecekler arasında NTU değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Çalışmamızda üretilen bitki çayları plakalı filtre ile filtre edilmiş olup, literatürde yer alan filtre edilmiş ürünlerle paralellik göstermiştir.

Funda içeceği üretiminde kullanılan hammaddenin Fe içeriği  $108,65\pm 0,27$  mg/kg olarak saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada funda bitkisinin Fe içeriği 100 mg/kg (Penuelas ve ark. 2001) olarak bildirilmiş olup, bu değer çalışmamızdaki sonuçla paralellik göstermiştir. Diğer bir çalışmada Fe miktarı  $237\pm 96$  mg/kg (Monaci ve ark. 2011) olarak bulunmuş olup kullanılan hammaddenin toplandığı alanın maden bölgesinde olması bu değer in yüksek çıkmasını desteklemiştir.

Funda içecekleri Fe miktarı bakımından değerlendirildiğinde hammaddeden içecek üretiminde kullanılan %1'lik ekstrakta geçebilecek Fe miktarının en fazla 1,08 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında Fe içeriği  $2,04\pm 0,02$  mg/L ile sakkaroz ile tatlandırılan doğal mineralli su ilavesi yapılmış funda içeceğinde (1C) en yüksek olarak belirlenmiştir. Diğer içeceklerin demir içeriği ise  $0,20\pm 0,00$ - $0,62\pm 0,01$  mg/L arasında değişiklik göstermiştir. 5 dakikalık infüzyon uygulaması yapılan %3'lük rezene ekstraktında 0,10 mg/L, sarı kantaron çayında ise 0,009 mg/L demir miktarı tespit edilmiş (Sembratowicz ve Prystupa 2014) olup bu değerler, çalışmamızda elde edilen verilerle paralellik göstermiştir.

Funda hammaddesinin Ca miktarı  $5900\pm 0,01$  mg/kg olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda funda bitkisinde Ca miktarı  $5140\pm 1507$  µg/g (Monaci ve ark. 2011) ve 6500 mg/kg (Penuelas ve ark. 2001) olarak bildirilmiştir.

Funda ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstrakta maksimum 59 mg/L kalsiyum geçebileceği ngrlmş olup, içecekler arasında en yüksek Ca değerini 83,26±0,06 mg/L ile sakkaroz ile tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış olan 1C örneğinin verdiği belirlenmiştir. En düşük Ca değerini ise 37,26±0,97 mg/L ile enerjisi azaltılmış funda ieeğinde (2A) tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan doğal mineralli su ilavesinin içeceklerdeki Ca miktarı üzerinde etkisi olduğu 1C ve 2C örneklere saptanan yüksek değerler ile açıklanabilmektedir. Funda içeceklerinin Ca miktarı hammaddeden ekstrakta geçebilecek miktara göre yüksek bulunmuş olup, bu durum infüzyon sırasında kullanılan eşme suyunun içerdiği kalsiyum miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Funda hammaddesinde magnezyum miktarı 2274,75±54,46 mg/kg olarak saptanmıştır. Literatürde yar alan çalışmalarda Mg miktarı 2100 mg/kg (Penueles ve ark. 2001) ve 2806±766 µg/g kuru madde (Monaci ve ark. 2011) olarak belirlenmiş olup çalışmamızda belirlenen değerler ile paralellik göstermiştir.

Funda ieeği üretiminde kullanılan %1'lik bitki ekstraktına hammadden maksimum 22,74 mg/L Mg geçebileceği ngrlmş, içecekler arasında Mg içeriğince en zengin olan örneğin 32,77±0,94 mg/L ile 1C olduğu belirlenmiştir. Diğer rneklere Mg miktarı 15,92±0,33 ile 30,85±0,57 mg/L arasında değişmiştir. Bunun yanı sıra, 1C ve 2C rneklere Mg miktarında artış olması mineralli su ilavesi ile ilişkilendirilmektedir. Pytlakowska ve ark. (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada, ısırgan otu bitkisi ve 10 dk infüzyon sonrasında elde edilen ekstrakta Mg miktarı sırasıyla 457±1 ve 148±1 µg/g (mg/L) olarak ngrlmştir. Literatür verisinde de infüzyonda (%1'lik) saptanan değerler, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Mg miktarından (4,57 mg/L) yüksek olarak belirlenmiş olup, çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile uyum göstermiştir. Bu durumun mineralin gıda matriksine olan bağlılığı ve sulu ekstrakttaki çözünebilme özellikleri ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Pytlakowska ve ark. 2012).

Funda hammaddesinin K miktarı 3800±0,01 mg/kg olarak saptanmıştır. Yapılan iki farklı çalışmada kurutulmuş fundada potasyum miktarı 2962±528 mg/kg (Monaci ve

ark. 2011) ve 5000 mg/kg (Penuelas ve ark. 2001) olarak ölçülmüştür. Çalışmadan elde edilen değerleri literatürle uyumlu bulunmuştur.

Funda içeceği üretiminde kullanılan %1'lik bitki ekstraktına hammaddeden maksimum 38 mg/L potasyum geçebileceği öngörülmüştür. Funda içecekleri K miktarları açısından değerlendirildiğinde en yüksek değer 53,74±1,46 mg/L ile 1B örneğinde en düşük değer ise 14,40±0,29 mg/L ile 1A örneğinde saptanmıştır. K mineralinin 1B ve 2B örnekleri dışındaki diğer örneklerde hammaddeye göre daha düşük oranda bulunduğu saptanmıştır.

Funda hammaddesinde sodyum miktarı 358,59±7,89 mg/kg olarak saptanmıştır. Monaci ve ark. (2011) ile Penuelas ve ark. (2001) kurutulmuş fundada sodyum miktarını sırasıyla 481±333 mg/kg ve 740 mg/kg olarak bildirmiştir. Funda içeceği üretiminde kullanılan %1'lik bitki ekstraktına hammaddeden maksimum 3,58 mg/L Na geçebileceği öngörülmüştür. İçecekler Na miktarı açısından karşılaştırıldığında en yüksek değer 1C (62,53±0,93), en düşük değer ise 2A (10,62±0,19) örneğinde saptanmıştır. İçeceklerin Na miktarının ekstraktan geçebilecek miktara göre fazla bulunmasının nedeni çeşme suyundan gelebilecek Na miktarı ile açıklanabilir.

Literatürde farklı bitkilerin ekstraktlarında Na miktarları analiz edilmiş olup yunan adaçayında 30,08 mg/L ve kişnişte 18,4 mg/L değerleri saptanmıştır (Özcan ve ark. 2008). Bu bitkilerin hammaddesinden ekstrakta geçebilecek sodyum miktarları sırasıyla %2'lik infüzyonda 17,72 ve 0,46 mg/L olarak öngörülmüştür.

Hammadde ve içecekler mineral içerikleri yönüyle karşılaştırıldığında, içeceklerde Ca, Mg, K ve Na minerallerinde hammaddeye göre artış saptanırken, Fe mineralinde azalma belirlenmiştir. Funda içecekleri, mineral içeriğine bağlı olarak besleyici değerleri yönüyle ele alındığında ise, 1C örneğinin Fe, Ca, Mg ve Na minerallerince, 1B ve 2B örneklerinin ise K mineralince en zengin içecekler olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.34. Funda içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,50±0,00c	0,20±0,00e	2,04±0,02a	0,50±0,02c	0,62±0,01b	0,45±0,00d
Ca (mg/L)	68,78±0,33c	58,62±0,54e	83,26±0,06a	37,26±0,97f	61,56±0,49d	74,73±1,11b
Mg (mg/L)	20,60±0,09d	22,82±0,52c	32,77±0,94a	15,92±0,33f	18,53±0,04e	30,85±0,57b
K (mg/L)	14,40±0,29e	53,74±1,46a	20,01±0,33d	28,33±0,63b	52,87±0,12a	22,01±0,38c
Na (mg/L)	39,93±0,12e	40,99±0,89d	62,53±0,93a	10,62±0,19f	48,68±0,14c	60,58±0,81b

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir (p<0,05).



Çalışmada hammadde olarak kullanılan funda bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemiyle kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $93,81 \pm 0,72$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık ve  $3,83 \pm 0,63$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %4,08 olarak saptanmıştır.

Funda içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ekstraksiyonda 1A, 1B, 1C, 2B ve 2C örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmamış olup, değerler  $27,06 \pm 0,24$  -  $27,49 \pm 0,31$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL arasında değişmiştir. En düşük antioksidan aktivite ise  $15,13 \pm 0,93$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 2A örneğinde saptanmıştır. Fizyolojik ekstraksiyonda antioksidan kapasite 1A, 1C, 2A ve 2C örneklerinde en yüksek ( $0,23 \pm 0,02$ - $0,28 \pm 0,04$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL), 1B ve 2B örneklerinde ise en düşük ( $0,17 \pm 0,02$ - $0,18 \pm 0,01$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.35). Bu sonuçlara paralel olarak, 2A örneğinin biyoyararlılık değerleri de yüksek bulunmuştur (Şekil 4.6). Costa ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada bazı çay ve gıda takviyelerinin antioksidan etkilerini araştırmış olup, yeşilçayın %100 ekstraktının toplam antioksidan kapasitesini DPPH metoduyla  $22,1$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL olarak saptamıştır. Literatür verisi, farklı bir hammaddede çalışılmış olmasına rağmen, çalışmamızda saptanan değerler arasında yer almıştır. Funda hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $154,73 \pm 1,59$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık ve  $20,85 \pm 0,29$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Ayrıca FRAP yöntemiyle biyoyararlılık değeri %13,48 olarak hesaplanmıştır. Nunez ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada funda bitkisinin antioksidan kapasitesini FRAP yöntemi ile  $83,18$   $\mu\text{mol}$  troloks/g- $185,38$   $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında saptamıştır. Bu sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermiştir.

Funda içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konulan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $23,49 \pm 0,20$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Diğer içeceklerin antioksidan kapasiteleri ise  $13,91 \pm 0,82$ - $22,41 \pm 2,49$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL aralığında değişmiştir. Yapılan bir çalışmada FRAP ve TEAC yöntemi ile kekik çayının antioksidan kapasitesi sırasıyla  $13,01$  ve  $38,07$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL olarak belirlenmiştir (Akşit 2013). Literatür verisi funda içeceklerinden elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Fizyolojik ekstrakt ile yapılan analiz sonucu en

yüksek değerleri 1C, 2A, 2B ve 2C örnekleri ( $4,61\pm 0,65$ -  $4,86\pm 0,34$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) alırken, en düşük değerler 1A ve 1B örneklerinde ( $3,01\pm 0,60$ -  $3,09\pm 0,44$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) saptanmıştır.

Akış (2010) yapmış olduğu çalışmada funda ekstraktlarının antioksidan kapasitesini DPPH ve FRAP yöntemleriyle 40,17 ve 161,5 mg GAE/g örnek olarak bildirmiştir. Literatür verisinde FRAP sonuçları DPPH sonuçlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda da fizyolojik ekstraksiyonda FRAP sonuçları DPPH sonuçlarına göre daha yüksek olarak saptanmış olup, literatürü destekler nitelik göstermiştir. Funda içeceklerinden 1C örneğinde askorbik asit miktarı ( $31,46\pm 0,54$  mg/100mL) ile DPPH ve FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite ( $27,25\pm 0,22$  ve  $23,49\pm 0,20$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) arasında pozitif ilişki saptanmıştır. Benzer paralellik Prior ve Cao (1999)'nun yapmış olduğu çalışmada da ortaya konulmuştur.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde funda hammaddesinin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları  $75,26\pm 1,81$  ve  $9,87\pm 0,15$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %13,11 olarak ölçülmüştür. İçecekler CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $23,42\pm 1,50$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 2A, fizyolojik ekstraksiyonda  $0,05\pm 0,01$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1A örneğinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise, sırasıyla 1C ve 1A örneklerinden diğer örneklere göre daha yüksek oranda fayda sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

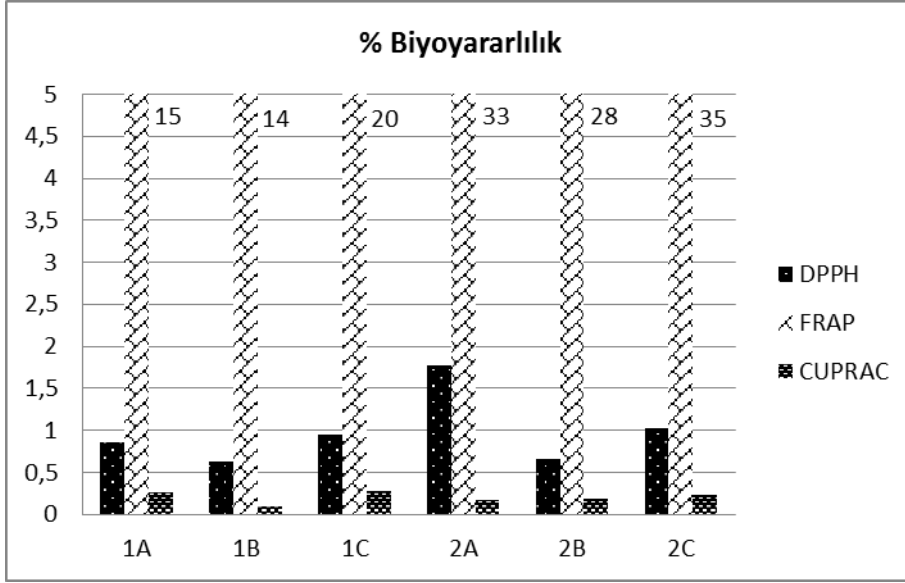
Funda hammaddesi antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %13,48, %13,11, %4,08 değerleri ile FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Funda içeceklerinde tüm antioksidan kapasite yöntemleri birlikte değerlendirildiğinde, kullanılan yöntemlerin farklı bileşiklere duyarlı olmasından dolayı, içecek çeşitlerinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Funda içeceklerinin biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise DPPH yönteminde 2A, FRAP yönteminde 2C ve CUPRAC yönteminde ise 1C örneğinin en yüksek biyoyararlılık oranlarına sahip olduğu saptanmıştır.

Funda içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde fizyolojik ekstraktların, kimyasal ekstraktlara göre daha düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Yapılan bir çalışmada lavanta (*Lavandula viridis*) ekstraktında rosmarinik asit miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktta sırasıyla 118,29±0,45 ve 94,67±0,68 µg/ml bulunmuş olup (Costa ve ark. 2014), görülen azalma bu çalışmanın sonuçlarını destekler nitelik göstermiştir.

Çizelge 4.35. Funda içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,06 $\pm$ 0,24a	0,23 $\pm$ 0,02a	20,61 $\pm$ 0,77b	3,01 $\pm$ 0,60b	19,09 $\pm$ 0,37c	0,05 $\pm$ 0,00a
1B	27,20 $\pm$ 1,09a	0,17 $\pm$ 0,02b	22,41 $\pm$ 2,49ab	3,09 $\pm$ 0,44b	21,09 $\pm$ 1,65b	0,02 $\pm$ 0,00c
1C	27,25 $\pm$ 0,22a	0,26 $\pm$ 0,02a	23,49 $\pm$ 0,20a	4,67 $\pm$ 0,75a	18,09 $\pm$ 0,57c	0,05 $\pm$ 0,01ab
2A	15,13 $\pm$ 0,93b	0,27 $\pm$ 0,03a	13,91 $\pm$ 0,82d	4,61 $\pm$ 0,65a	23,42 $\pm$ 1,50a	0,04 $\pm$ 0,01bc
2B	27,15 $\pm$ 1,17a	0,18 $\pm$ 0,01b	17,42 $\pm$ 1,03c	4,86 $\pm$ 0,34a	21,55 $\pm$ 0,85b	0,04 $\pm$ 0,00ab
2C	27,49 $\pm$ 0,31a	0,28 $\pm$ 0,04a	13,56 $\pm$ 0,53d	4,72 $\pm$ 1,30a	17,72 $\pm$ 0,25c	0,04 $\pm$ 0,01bc

\* Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.6. Funda içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Funda bitkisinde toplam fenolik madde içeriği kimyasal ve fizyolojik ekstraktta sırasıyla  $749,48 \pm 34,46$  ve  $249,50 \pm 18,10$  mg GAE/100 g örnek, biyoyararlılık değeri ise %33,29 olarak saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada funda bitkisinde toplam fenolik madde miktarı 5504 mg GAE/100 g örnek bulunurken (Akış 2010), diğer bir çalışmada 3600 mg GAE/100 g kuru madde olarak bildirilmiştir (Kahkönen ve ark. 1999). Literatür verisinin çalışmamızda saptanan değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu farklılığa bitkisel kökenli fenolik bileşenlerin, bitki çeşidi, uygulanan zirai işlemler, ışık, iklim, hasat zamanı ve depolama koşulları gibi pek çok dış faktörün neden olduğu söylenebilir (Heimler ve ark. 2007).

Funda içeceklerine ait toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelendiğinde kimyasal ekstraktta örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fizyolojik ekstrakt ile elde edilen toplam fenolik madde miktarına göre en yüksek değeri  $181,21 \pm 9,69$  mg GAE/100 mL ile 2C örneği almıştır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda, kimyasal ekstraksiyon değerlerinin fizyolojik ekstraksiyon değerlerine göre daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür. Bouayed ve ark. (2011) elma meyvesinde toplam fenolik madde miktarını, kimyasal ekstraktlarda,

fizyolojik ekstraktlara göre %45-62 oranında daha fazla analiz etmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisi ile uyum göstermiştir.

Çizelge 4.36. Funda içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	172,57±24,15	140,79±12,46b
1B	174,06±24,53	96,07±3,96c
1C	188,70±28,05	90,78±25,49c
2A	241,01±7,72	172,75±6,34ab
2B	241,86±30,89	151,60±22,24ab
2C	254,49±10,25	181,21±9,69a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p<0,05$ ), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### 4.1.7. Yeşil çay hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma

Yeşilçay bitkisine ait analiz sonuçları Çizelge 4.37 ve 4.38’de verilmiştir. Yeşilçay içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.39, 4.40, 4.41, 4.42 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Yeşil çay içeceği üretiminde kullanılan hammaddenin nem miktarı  $8,12\pm 0,08$  g/100g olarak saptanmış olup, bu değer TSE standardına (Anonim 2014b) uygun sınırlar içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.37).

Sakkaroz ile tatlandırılmış ve enerjisi azaltılmış yeşil çay içeceklerinin ise suda çözünür kuru madde miktarları sırasıyla  $7,80\pm 0,00$  ile  $8,16\pm 0,05$  ve  $4,80\pm 0,00$  ile  $5,10\pm 0,00$  g/100g aralığında değişim göstermiştir. İçeceklerin suda çözünür kuru madde miktarları, üretim reçetelerinde de bahsedildiği üzere, sakkarozla tatlandırılan örneklerde 8, enerjisi azaltılmış içecek çeşitlerinde ise 5 g/100g olacak şekilde ayarlanmıştır.

Yeşil çay içeceklerinin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,16\pm 0,00$  ile  $0,19\pm 0,00$  g/100mL aralığında ölçülmüştür. Yeşil çay içeceklerinin pH değerleri incelendiğinde  $3,04\pm 0,01$ -  $3,48\pm 0,00$  değerleri ile 2A ve 1C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Bu çalışmada en yüksek pH değeri alan 1C ( $3,48\pm 0,00$ ) örneği Boulton (1980)’un çalışması ile uyumlu olup en düşük toplam asitlik değerine ( $0,16\pm 0,00$  g/100mL) sahiptir. Bununla beraber, en düşük pH değerinde olan 2A örneği  $0,19\pm 0,00$  g/100mL ile en yüksek asitlik değerini almıştır. Phelon ve Ress (2003) yapmış oldukları çalışmada limonlu soğuk çayda pH değerini 3,26, konsantreye su ilavesi ile hazırlanan limonlu soğuk çayda ise 3,78 bulmuş olup bu sonuçlar çalışmamız ile benzerlik göstermiştir.

Yeşil çay hammaddesinin askorbik asit içeriği  $23,38\pm 0,81$  mg/100g olarak belirlenmiştir. Liang ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmada yeşil çay bitkisinin askorbik asit içeriğini 208 mg/100g olarak saptamıştır.

Çizelge 4.37. Yeşilçay bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	<i>Renk değerleri</i>				Mineral Maddeler				
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a/b</i>	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
8,12±0,08	23,38±0,81	25,00±0,08	-0,73±0,05	6,03±0,09	-0,11±0,02	375,79±7,96	6000±0,00	1853,56±24,88	10900±0,00	53,93±0,64

Çizelge 4.38. Yeşilçay bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

<i>Antioksidan Kapasite Yöntemleri</i>						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol l troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>		
94,10±1,83	1,43±0,13	2083,51±13,07	435,39±14,58	611,42±30,20	473,63±30,44	9228,89±66,03	1678,88±27,93

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri



Çizelge 4.39. Yeşil çay içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,16±0,05a	7,80±0,00c	8,00±0,00b	5,10±0,00d	4,80±0,00f	5,00±0,00e
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,19±0,00a	0,17±0,00b	0,16±0,00d	0,19±0,00a	0,16±0,00cd	0,17±0,00bc
pH	3,06±0,00d	3,34±0,01c	3,48±0,00a	3,04±0,01e	3,34±0,00c	3,46±0,00b
Askorbik Asit (mg/100mL)	25,21±0,10b	20,31±1,60cd	28,15±0,30a	19,36±2,07d	29,57±0,47a	22,19±0,37c
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	14,03±0,05d	15,66±0,11c	13,16±0,05e	20,50±0,10a	17,73±0,45b	17,36±0,37b
<i>a</i>	-2,73±0,15b	-3,90±0,69c	-3,10±0,26b	-7,06±0,15d	-3,03±0,50b	-2,00±0,36a
<i>b</i>	5,80±0,10a	4,80±0,26c	4,76±0,05cd	5,13±0,05b	2,83±0,15e	4,50±0,17d
<i>a/b</i>	-0,47±0,02ab	-0,79±0,11c	-0,65±0,04bc	-1,37±0,02e	-1,07±0,16d	-0,42±0,18a
Bulanıklık (NTU)	2,32±0,13c	4,31±0,25a	3,10±0,10b	2,40±0,20c	3,92±0,58a	3,90±0,10a

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Yeşil çay içeceklerinin askorbik asit miktarı sırasıyla  $29,57 \pm 0,47$  mg/100mL ile 2B örneğinde en yüksek,  $19,36 \pm 2,07$  ile 2A örneğinde en düşük olarak belirlenmiştir. Aucamp ve ark. (2000) yapmış oldukları çalışmada %1'lik siyah çay ekstraktının askorbik asit içeriğini 224,98 µg/ml (22,49 mg/100mL) olarak analiz etmiştir. İçeceklerden elde edilen sonuçlar literatür verisi ile paralellik göstermiştir.

Hammadde olarak kullanılan yeşil çay bitkisinin *L* değeri  $25,00 \pm 0,08$  olarak saptanmıştır. Yeşil çay içecekleri arasında 2A örneğinin 20,50 ile en yüksek, 1C örneğinin ise 13,16 ile en düşük *L* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Akşit (2013)'in yapmış olduğu çalışmada nane ve kekik çayının *L* değerleri sırasıyla 26,04 ve 27,43 olarak saptanmış olup, sonuçlar çalışmamız ile uyumlu bulunmuştur.

Yeşil çay hammaddesinin *a* değeri  $-0,73 \pm 0,05$  olarak belirlenmiştir. Yeşil çay içeceklerinde *a* değeri  $-2,00 \pm 0,36$  (2C) ve  $-7,06 \pm 0,15$  (2A) aralığında değişmiştir.

Yeşil çay hammaddesinin *b* değeri  $6,03 \pm 0,09$  olarak belirlenmiştir. Bitki çayı içecekleri arasında en yüksek *b* değerini 1A örneği (5,80) alırken en düşük değeri 2B örneği (2,83) almıştır.

Bulanıklık değerleri karşılaştırılan örnekler arasında en yüksek değeri 1B (4,31 NTU) örneği alırken, diğer örneklerin değerleri 2,32 ile 3,92 NTU arasında değişim göstermiştir. Yeşil çay içecekleri Cemeroğlu (2009)'nun ayırmış olduğu kategorilere göre değerlendirildiğinde hafif bulanık ve opak olarak belirlenmiştir. İçecekler filtrasyon işlemine tabi tutulduğu için, bitkiden veya diğer katkılardan gelebilecek bulanıklık unsurlarının çoğu uzaklaştırılmıştır. Çalışmada hammadde olarak kullanılan yeşil çay yapraklarının demir içeriği 375,79 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen Fe miktarı, Özcan ve ark (2008)'nin belirlediği  $2,94 \pm 2,91$  mg/kg ve Nookabkaew ve ark. (2006)'nin 20,91-318,3 mg/kg aralığında saptadığı değerlerden yüksek bulunmuştur.

Yeşil çay içeceği üretiminde kullanılan %1'lik bitki ekstraktına hammadeden maksimum 3,76 mg/L Fe geçebileceği öngörülmüş olup, içecekler arasında en yüksek

Fe miktarının  $0,37\pm 0,02$  mg/L ile 1C örneğinde bulunduğu belirlenmiştir. Diğer içeceklerin Fe içeriği  $0,08\pm 0,01$ - $0,34\pm 0,0$  mg/L arasında değişmiştir. Reto ve ark. (2007) yeşil çay bitkisinin infüzyonuyla (%0,6) elde ettikleri çayda 0,020 ile 0,128 mg/L arasında Fe minerali saptamış olup, bu değerler çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur. Nookabkaew ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışma esas alınarak yeşil çay hammaddesinden %2'lik ekstrakta 3,34 mg/L Fe miktarı geçebileceği öngörülmüş olup bu değer ilgili literatürde yeşil çay infüzyonunda bildirilen 0,079 mg/L değerinden daha yüksek olarak saptanmıştır. Literatür verisinin çalışmamız ile uyum sağladığı görülmüştür. Çalışmamızda hammaddeye oranla içeceklerin Fe miktarının düşük olması %1'lik ekstrakt kullanımının yanında, Fe mineralinin düşük oranda çözünebilen (<%20) mineraller sınıfına girmesiyle ilişkilendirilmiştir.

Yeşil çay hammaddesinin kalsiyum miktarı  $6000\pm 0,00$  mg/kg olarak saptanmıştır. Özcan ve ark (2008) yapmış oldukları çalışmada yeşil çayda Ca tespit edilmezken, Nookabkaew ve ark. (2006) Ca miktarını 4473 mg/kg olarak bildirmiştir.

Yeşil çay içecekleri Ca içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum Ca miktarının 60 mg/L olacağı öngörülmüş, 1C ve 1B örneklerinin sırasıyla  $73,46\pm 0,13$  ve  $72,23\pm 0,07$  mg/L değerleri en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. Analiz edilen bu değerlerin hammaddeden geçebilecek miktarın üzerinde olması üretimde kullanılan çeşme suyundan gelebilecek Ca miktarı ile açıklanabilmektedir. Yapılan bir çalışmada ise, infüze edilmiş (%0,6) yeşil çayda Ca miktarı 1,9 ile 3,5 mg/L aralığında bildirilmiştir (Reto ve ark. 2007). Literatür verilerinin çalışmamızda saptanan değerlere kıyasla daha düşük olması araştırmada infüzyon için kullanılan suyun ultra saf su olmasından ileri gelmektedir.

Nookabkaew ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen Ca miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından yola çıkılarak 89,46 kg/L olarak öngörülmüştür. Araştırmacıların infüzyon sonucunda elde ettiği değer (1,36-7,51 mg/L) ekstrakta geçebilecek değerinin altında bulunmuş olup çalışmamızla uyum

sağlamamıştır. Özcan ve ark (2008)'nin çalışmasında ise yeşil çay bitkisinde olduğu gibi yeşil çay ekstraktında da Ca miktarı tespit edilememiştir.

Yeşil çay hammaddesinde magnezyum miktarı  $1853,56 \pm 24,88$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Özcan ve ark (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada yeşil çay bitkisinin Mg miktarı 58,4 mg/kg olarak analiz edilmiş olup, diğer bir çalışmada 783,6-2549 mg/L aralığında belirlenmiştir (Nookabkaew ve ark. 2006). Çalışmamızda elde edilen sonuç literatür verileri ile benzerlik göstermiştir.

Yeşil çay ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Mg miktarı 18,53 mg/L olarak öngörölmüştür. İçecekler magnezyum mineralince değerlendirildiğinde ise 2C ( $33,97 \pm 0,23$  mg/L) ve 1C ( $32,72 \pm 0,03$  mg/L) örneklerinin doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek değerleri aldığı görölmüştür. Özcan ve ark. (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada hammaddeden ekstrakta geçen Mg miktarı, ilgili literatürde verilen infüzyon oranından (%2) yola çıkılarak 1,17 mg/L olarak öngörölmüştür. Özcan ve ark. (2008) ayrıca yeşil çay infüzyonunda Mg miktarını 65,4 mg/L olarak analiz etmiştir. Çalışmamızda da içeceklerin magnezyum miktarı hammaddeden gelen miktardan yüksek bulunmuştur. Bu durum infüzyon sırasında kullanılan sudan gelebilecek Mg miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Yeşil çay hammaddesinde potasyum miktarı  $10900 \pm 0,00$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Özcan ve ark (2008) yapmış oldukları çalışmada yeşil çay bitkisinin K miktarını  $28890,9 \pm 992,32$  mg/kg olarak saptamıştır. Hammaddeler arasında görölen farklılığın sebebi, bitkinin yetiştirilmesi sürecinde yüksek potasyum içerikli gübrelerin kullanılması ile ilişkilendirilmektedir.

Yeşil çay ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına maksimum 109 mg/L K geçebileceği öngörölmüş olup, içecekler arasında potasyum miktarı bakımından en yüksek değer  $109,00 \pm 1,00$  mg/L ile 2B örneğinde saptanmıştır. 2B örneği dışındaki diğer içeceklerde K miktarı hammaddeden bitki infüzyona geçebilecek miktardan daha düşük olarak belirlenmiştir.

Yeşil çay hammaddesinin sodyum miktarı 59,93 mg/kg olarak belirlenmiştir. Özcan ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada yeşil çay bitkisinin Na miktarını  $28,51 \pm 5,10$  mg/kg olarak saptamıştır.

Yeşil çay içecekleri Na miktarı yönünden karşılaştırıldığında, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum sodyum miktarı 0,59 mg/L olarak öngörülmüş ve 2C ( $60,32 \pm 0,44$  mg/L) ile 1C ( $56,63 \pm 0,07$  mg/L) örneklerinin doğal mineralli su ilavesine bağlı olarak en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Özcan ve ark (2008)'nın yapmış oldukları çalışmada yeşil çay bitkisinden ekstrakta geçebilecek Na miktarı 0,57 mg/L olarak öngörülmüştür. Özcan ve ark (2008) ayrıca infüzyonun Na miktarını 1,232 mg/100 mL ( $12,32$  mg/L) olarak belirlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar içeceklerde hammaddeden daha yüksek bulunarak, literatür verisi ile paralellik göstermiştir. Bu durum içecek üretiminde infüzyon sırasında çeşme suyundan gelebilecek Na miktarı ile açıklanabilmektedir (Anonim 2012c).

Hammadde ve içecekler mineral içerikleri bakımından kıyaslandığında, içeceklerde Ca, Mg, K ve Na minerallerinde hammaddeye göre artış saptanırken, Fe mineralinde azalma belirlenmiştir. Yeşil çay içecekleri, mineral içeriğine bağlı olarak besleyici değerleri yönüyle ele alındığında ise, 1C örneği Fe ve Ca, 2C örneği Mg ve Na, 2B örneği ise K mineralince en zengin örnekler olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Yeşilçay içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,34±0,01b	0,17±0,01c	0,37±0,02a	0,08±0,00e	0,08±0,01e	0,12±0,00d
Ca (mg/L)	32,39±0,60e	72,23±0,07a	73,46±0,13a	37,79±0,47d	67,68±0,96c	69,32±0,15b
Mg (mg/L)	16,64±0,03f	22,09±0,08d	32,72±0,03b	17,62±0,05e	23,06±0,26c	33,97±0,23a
K (mg/L)	79,33±0,12f	103,40±0,10b	97,92±0,06d	86,67±0,23e	109,00±1,00a	101,00±0,36c
Na (mg/L)	10,95±0,01f	52,33±0,07c	56,63±0,07b	12,22±0,07e	51,50±0,47d	60,32±0,44a

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Çalışmada hammadde olarak kullanılan yeşil çay bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $94,10 \pm 1,83$  ve  $1,43 \pm 0,13$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %1,52 olarak hesaplanmıştır..

Yeşil çay içeceklerinde DPPH yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayininde kimyasal ekstrakta en yüksek değeri 1A, 1B, 1C, 2A ve 2C örneklerinin ( $26,88 \pm 0,09$ - $27,43 \pm 0,19$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL), fizyolojik ekstrakta ise  $0,38 \pm 0,03$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 2B örneğinin aldığı görülmüştür. Bununla birlikte 2B örneğinin biyoyararlılık değeri (%1,6) diğer içeceklere göre (%0,45-1,14) daha yüksek olarak bulunmuştur.

Yeşil çay hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $2083,51 \pm 13,07$  ve  $435,39 \pm 14,58$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Biyoyararlılık değeri ise %21,76 olarak belirlenmiştir.

Yeşil çay içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konulan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda sırasıyla  $51,12 \pm 0,94$  ve  $10,19 \pm 1,79$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. İçecekler biyoyararlılık açısından incelendiğinde ise 2B ve 2C örneklerinin en yüksek değerleri aldığı görülmektedir (Şekil a). Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada FRAP yöntemi ile yeşil çay içeceğinin antioksidan kapasitesini 15  $\mu\text{mol}$  troloks/g olarak bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisine göre yüksek olarak saptanmıştır.

Yeşil çay hammaddesinin antioksidan kapasitesi CUPRAC yöntemiyle kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $611,42 \pm 30,20$  ve  $473,63 \pm 30,44$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmış, biyoyararlılık değeri ise %77,46 olarak belirlenmiştir. Apak ve ark (2006) yapmış oldukları çalışmada poşet yeşil çay ve granül yeşil çayın antioksidan kapasitesini CUPRAC yöntemi ile 940-1070  $\mu\text{mol}$  troloks/g aralığında saptamıştır.

Bitki çayı içeceklerinin antioksidan kapasitesi CUPRAC yöntemine göre belirlendiğinde, kimyasal ekstrakt kullanılmış örneklerde en yüksek değeri  $99,32 \pm 1,17$

$\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1C, en düşük değeri  $42,35 \pm 0,99$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 2B örneği almıştır. Fizyolojik ekstrakt ile yapılan analiz sonucunda da  $4,46 \pm 0,22$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1C örneği en yüksek değeri almıştır. Her iki ekstraktta da en yüksek ve en düşük değerler paralellik göstermiş olup, bu örneklerin (1C ve 2B) aynı zamanda yüksek biyoyararlılık değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7).

Yeşil çay hammaddesi biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %77,46, %21,76, %1,52, değerleri ile CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Yeşil çay içeceklerinin biyoyararlılığı değerlendirildiğinde, DPPH ve FRAP antioksidan kapasite tayin yöntemlerinde 2B, CUPRAC yönteminde ise 2C örneğinin en yüksek biyoyararlılık oranlarına sahip olduğu görülmüştür.

Akış (2010)'ın yeşil çay örneklerinde DPPH ve FRAP yöntemleri ile yapmış olduğu antioksidan kapasite değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, FRAP yöntemi ile bulunan analiz sonucunun ( $455,2$  mg GAE/g kuru madde) DPPH yöntemi ile bulunan analiz sonucuna ( $77,48$  mg GAE/g kuru madde) göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Benzer sonuç çalışmamızda da elde edilmiş olup kimyasal ve fizyolojik ekstrakt kullanılarak FRAP antioksidan yöntemi ile yapılmış olan analiz sonuçlarının, DPPH yöntemine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra peroksit radikalleriyle hızlı şekilde tepkimeye giren büyük antioksidan molekülleri DPPH ile yavaş bir şekilde tepkimeye girmekte veya tepkime meydana getirmeyebilmektedir. Bu durum DPPH yöntemi ile ölçülen antioksidan kapasitenin, olduğundan daha düşük bir değer almasıyla sonuçlanmaktadır (Magalhaes ve ark 2008).

Yeşil çay içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde kimyasal ekstraktların, fizyolojik ekstraktlara göre daha yüksek sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Yeşil çay ekstraktında yapılan bir çalışmada, demlenmiş ekstraktta bulunan epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epigallokateşingallat (EGCG) ve epikateşingallat (ECG) kateşinlerinin baskın polifenollerden olduğu ve demlenmiş çayda bulunan



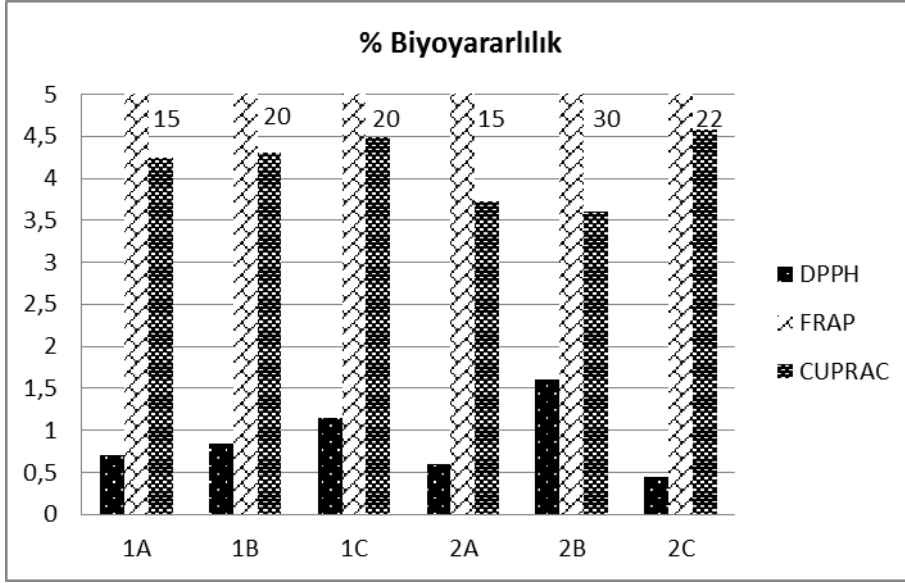
flavonoidlerin yaklaşık %80'ini oluşturduğu belirtilmiştir (Green ve ark. 2007). Aynı çalışmada polifenollerin biyoyararlığı üzerinde durulmuş ve kateşin miktarında mide-bağırsak sindirimi sonucunda %80'den fazla kayıp meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisini desteklemekte olup, yeşil çay içeceklerinin antioksidan kapasitelerinde DPPH yönteminde %98,5-99,5, FRAP yönteminde %70-85 ve CUPRAC yönteminde %95-96'lık kayıp görülmüştür. Buna ilaveten içeceklerin biyoyararlılık sonuçlarının genel olarak %0,5-30 arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Şekil 4.7). Diğer bir çalışmada, gıda takviyesi olarak kullanılan yeşil çay ekstraktında (%9 polifenol ve yeşil çay yaprağı içeren), tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstrakt ile bu sistemin kontrolü olarak saf su ile hazırlanan ekstraktta toplam antioksidan kapasite miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için TEAC yöntemi kullanılmış olup, sonuçlar sırasıyla 10341 µmol troloks/g ve 8117 µmol troloks/g olarak ölçülmüştür (Henning ve ark. 2014). Buna ilaveten in-vitro sindirim sonucu elde edilen toplam antioksidan kapasite miktarının, kontrol örneğine göre %21,5 oranında azaldığı belirlenmiştir. Çalışmamızda saptanan antioksidan kapasite sonuçlarında da fizyolojik ekstraktlara ait değerler, kimyasal ekstraktlara ait verilerden daha düşük saptanmış olup, literatür verileri ile benzerlik göstermiştir.

Yeşil çay içecekleri arasında  $28,15 \pm 0,30$  mg/100mL ile en yüksek askorbik asit içeriğine sahip örneklerden biri olan 1C, DPPH, FRAP ve CUPRAC yöntemlerine göre belirlenen antioksidan kapasite ( $27,14 \pm 0,09$ ,  $51,12 \pm 0,94$  ve  $99,32 \pm 1,17$  µmol troloks/mL) bakımından da en yüksek değerlere sahip örnek olmuştur.

Çizelge 4.41. Yeşilçay içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,10 $\pm$ 0,23a	0,19 $\pm$ 0,02cd	48,15 $\pm$ 3,96a	7,15 $\pm$ 0,81bc	68,93 $\pm$ 7,34c	2,93 $\pm$ 0,38b
1B	27,43 $\pm$ 0,19a	0,23 $\pm$ 0,05bc	34,15 $\pm$ 3,49c	6,71 $\pm$ 1,39bc	43,45 $\pm$ 5,12d	1,87 $\pm$ 0,25c
1C	27,14 $\pm$ 0,09a	0,31 $\pm$ 0,05ab	51,12 $\pm$ 0,94a	10,19 $\pm$ 1,79a	99,32 $\pm$ 1,17a	4,46 $\pm$ 0,22a
2A	27,17 $\pm$ 0,60a	0,16 $\pm$ 0,06cd	42,78 $\pm$ 2,39b	6,46 $\pm$ 1,48c	79,04 $\pm$ 1,30b	2,94 $\pm$ 0,45b
2B	23,72 $\pm$ 0,49b	0,38 $\pm$ 0,03a	29,78 $\pm$ 0,90c	8,79 $\pm$ 0,58ab	42,35 $\pm$ 0,99d	1,53 $\pm$ 0,44c
2C	26,88 $\pm$ 0,09a	0,12 $\pm$ 0,02d	46,77 $\pm$ 1,30ab	10,08 $\pm$ 0,52a	81,87 $\pm$ 0,15b	3,75 $\pm$ 0,61a

Aynı sütunda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.7. Yeşilçay içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Fenolik maddeler çeşitli bitkiler ile sebze ve meyvelerin önemli bileşenleridir. Bu maddeler hidroliz ya da oksidasyonla kolaylıkla bozulabilmektedir (Cheynier ve ark 1995). Yeşil çay bitkisinde toplam fenolik madde miktarı kimyasal ekstraktta 9228,89±66,03 mg GAE/100 g fizyolojik ekstraktta ise 1678,88±27,93 mg GAE/100 g olarak saptanmıştır. Yeşil çay bitkisinin su ile hazırlanan ekstraktında 8221 mg GAE/100g, etanol ile hazırlanan ekstraktında ise 14452 mg GAE/100g toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir (Oh ve ark 2013). Çalışmamızda elde edilen toplam fenolik madde miktarı sonuçları literatür verileri ile uyum göstermiştir.

Yeşil çay içeceklerinde toplam fenolik madde miktarı kimyasal ekstraktlarda 444,39±8,43 mg GAE/100 g ile 1C, fizyolojik ekstraktlarda ise 1232,20±6,75 mg GAE/100g ile 2C örneklerinde en yüksek değerleri vermiştir.

Çizelge 4.42. Yeşilçay içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	245,87±5,45c	792,59±84,70d
1B	245,06±0,73c	659,11±14,29e
1C	444,39±8,43a	968,38±12,07c
2A	343,49±13,64b	1122,24±20,8b8
2B	358,35±13,49b	927,69±6,78c
2C	354,06±10,01b	1232,20±6,75a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır ( $p<0,05$ ), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### 4.1.8. Mate hammaddesi ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartişma

Mate bitkisine ait analiz sonuçları izelge 4.43 ve 4.44'te verilmiştir. Mate içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla izelge a, b, c ve d ile Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Mate ieeği üretiminde kullanılan hammaddeye ait nem miktarı  $4,45\pm 0,16$  g/100g olarak saptanmış olup, bu sonuç TSE Bitkisel aylar standardından belirtilen limitler arasında yer almıştır (Anonim 2014b). Vieira ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. türü mate bitkisinin tozunda nem miktarını  $8,01\pm 0,09$  g/100g olarak bildirmiştir.

Mate içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $5,00\pm 0,00$  (2C) ile  $8,00\pm 0,00$  g/100g (1A) değerleri arasında saptanmıştır. Ieceklerin suda çözünür kuru madde miktarları, üretim reçetelerinde de belirtildildiği gibi, ortalama olarak sakkarozla tatlandırılan örneklere  $8$  g/100g, enerjisi azaltılmış içecek çeşitlerinde ise  $5$  g/100g olacak Şekilde ayarlanmıştır. Bastos ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada %1,2'lik mate ayı infüzyonunda  $0,32$  g/100mL, aynı orandaki yeşil mate infüzyonunda ise  $0,42$  g/100mL suda çözünür kuru madde miktarı tespit etmiştir.

Mate içeceklerin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,13\pm 0,03$  ile  $0,18\pm 0,00$  g/100mL aralığında llmştir. Mate içeceklerinin pH değerleri incelendiğinde  $3,38\pm 0,01$  ve  $3,76\pm 0,01$  ile 1B ve 2C rneklarının sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği grlmştir. Phelan ve Rees (2003) yapmış oldukları çalışmada ekinezya ve ahududulu ayda  $3,49$ , Şeftali ve çarkıfelek meyveli çayda ise  $3,45$  pH değeri saptamıştır. Çalışmamız literatür verisi ile uyum sağlamıştır.

Hammadde olarak kullanılan mate bitkisinin askorbik asit miktarı  $9,80\pm 0,80$  mg/100g olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.43. Mate bitkisine ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		L	a	b	a/b	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
4,45±0,16	9,80±0,80	45,13±0,05	-5,67±0,05	22,17±0,05	-0,26±0,00	170,66±0,46	5800±0,06	4015,32±38,73	11400±0,00	172,5±1,5

Çizelge 4.44. Mate bitkisine ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/ g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/ g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/ g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
92,37±1,44	28,96±1,22	503,57±6,16	368,85±6,89	1050,19±35,70	448,04±1,58	11396,43±84,57	2602,83±8,92

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.45. Mate içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,00±0,00a	8,00±0,00a	7,80±0,00b	5,20±0,00c	5,00±0,17d	5,00±0,00d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,16±0,00ab	0,18±0,00a	0,15±0,00bc	0,17±0,00ab	0,18±0,00a	0,13±0,03c
pH	3,39±0,02e	3,38±0,01e	3,72±0,02b	3,43±0,00d	3,56±0,00c	3,76±0,01a
Askorbik Asit (mg/100mL)	24,49±1,17c	29,87±0,71a	26,03±1,16bc	19,36±0,44d	27,33±1,59b	26,56±1,22b
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	15,86±0,25d	17,53±0,15c	17,73±0,61c	19,46±0,46b	22,00±0,43a	15,13±0,41d
<i>a</i>	-2,96±1,68a	-5,50±0,62bc	-5,66±1,05bc	-7,26±0,64c	-5,90±0,24bc	-4,20±1,49ab
<i>b</i>	3,53±0,70d	7,38±0,10b	8,93±0,40a	7,90±0,86ab	8,56±0,32a	5,83±0,85c
<i>a/b</i>	-0,80±0,31	-0,74±0,07	-0,63±0,09	-0,92±0,10	-0,68±0,02	-0,70±0,14
Bulanıklık (NTU)	1,69±0,16e	2,33±0,19c	4,19±0,30b	2,09±0,09cd	1,84±0,13de	6,48±0,20a

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği  
2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Askorbik asit miktarı bakımından değerlendirilen içecekler arasında en yüksek değeri 29,87±0,71 mg/100 mL ile 1B, en düşük değeri ise 19,36±0,44 mg/100 mL ile 2A örneği almıştır. Aucamp ve ark. (2000) yapmış oldukları çalışmada hazırladıkları %1'lik siyah çay ekstraktında 22,49 mg/100mL askorbik asit miktarı saptamıştır. Bir çeşit Japon yeşil çayı olan Gyokuro bitkisinde 110 mg/100g olarak saptanan askorbik asit miktarı aynı bitkinin %2'lik ekstraktında 10 mg/100g olarak bildirilmiştir (Chu and Juneja 1997). Mate çayı içeceklerinde saptanan askorbik asit miktarı ilgili literatür ile uyum sağlamaktadır.

Hammadde olarak kullanılan mate yaprağının parlaklık değeri (*L*) 45,13±0,05 olarak saptanmıştır. İçecekler *L* değerine göre incelendiğinde en yüksek değere 22,00±0,43 ile 2B, en düşük değere ise 15,86±0,25 ile 1A örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir

Mate hammaddesinin *a* değeri -5,67±0,05 olarak ölçülmüştür. Bu hammaddeden elde edilen ekstrakt kullanılarak üretilen içeceklerde ise *a* değeri -2,96±1,68 (1A) ve -7,26±0,64 (2A) aralığında değişmiştir. Mate hammaddesine ait *b* değeri 22,17±0,05 olarak belirlenmiştir. İçecekler *b* değerine göre incelendiğinde ise 3,53±0,70 ile 1A, 8,93±0,40 değeri ile 1C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür.

Mate içeceklerinin bulanıklık değeri 1,69±0,16 (1A) ve 6,48±0,20 (2C) NTU arasında değişmiş olup doğal mineralli su ile hazırlanmış örneklerin bulanıklık değerlerinin, diğer içeceklere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ile zenginleştirilmiş bitki çayı içeceğinde (2C) yüksek NTU değeri elde edilmesinin sebebi toplam fenolik miktarının ve demir içeriğinin diğer içeceklere kıyasla daha yüksek olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Mate hammaddesinde demir içeriği 170,66±0,46 mg/kg olarak saptanmıştır. Heinrichs and Malavolta (2001)'nin yapmış olduğu araştırmada mate bitkisinin Fe miktarı 185 mg/kg olarak bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada ise 166±19 µg/g (mg/kg) Fe içeriği



saptanmıştır (Wrobel ve ark. 2000). Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan kurutulmuş matenin Fe miktarı, literatür verileri ile benzerlik göstermiştir.

Mate içecekleri Fe içeriğince değerlendirildiğinde hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Fe miktarının 1,70 mg/L olacağı öngörülmüştür. İçecekler arasında ise en yüksek değeri 1A ve 2C örnekleri almış olup ( $0,11\pm 0,00$  ve  $0,11\pm 0,01$  mg/L) en düşük değer  $0,06\pm 0,00$  mg/L ile 2A örneğinde görülmüştür. Bu durum bitki çayı içeceği üretiminde hammaddenin %1'lik ekstraktının kullanılması ve demir metalinin sulu ekstrakta düşük miktarda ( $<20$ ) geçmesi ile açıklanabilmektedir (Natesan ve Ranganathan 1990). Heinrichs ve Malavolta (2001)'nin yapmış oldukları çalışmada mate ekstraktının Fe içeriği 0,33 mg/L olarak analiz edilmiştir. Aynı çalışmada hammaddeden %7 oranında hazırlanan ekstrakta 12,95 mg/L Fe geçebileceği tarafımızca hesaplanmış olup, ekstrakta geçmiş olan değer çalışmamızda da olduğu gibi düşük bulunmuştur.

Mate hammaddesinde kalsiyum miktarı  $5800\pm 0,06$  mg/kg olarak tespit edilmiş olup, bu değer Heinrichs ve Malavolta (2001)'nin yapmış oldukları çalışmada bildirilen 6300 mg/kg Ca içeriğinden biraz daha düşük olarak belirlenmiştir.

Mate içeceği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına maksimum 58 mg/L Ca geçebileceği öngörülmüştür. Mate içecekleri arasında en yüksek Ca miktarı  $80,66\pm 0,87$  mg/L ile 2C, en düşük miktar ise  $46,26\pm 0,52$  mg/L ile 1B örneğinde saptanmıştır. Bu değerlerin genel olarak içeceklerde hammaddeye göre daha yüksek bulunmuş olması, sudan geçebilecek Ca miktarı ile açıklanabilmektedir. Heinrichs ve Malavolta (2001)'nin çalışmasında ise %7'lik bitki ekstraktına maksimum 441,17 mg/L Ca geçmiş olabileceği öngörülmüş olup, ekstrakta 44 mg/L Ca içeriği saptanmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak Heinrichs ve Malavolta (2001) çalışmalarında deiyonize su kullanmış olup sudan herhangi bir mineral madde geçişi gözlenmemiştir.

Mate hammaddesinde magnezyum miktarı  $4015,32\pm 38,73$  mg/kg olarak saptanmıştır. Heinrichs ve Malavolta (2001) yapmış oldukları çalışmada matenin Mg miktarını 4900

mg/kg olarak bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuç, literatür verisi ile uyum göstermiştir.

Mate ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına maksimum 40,15 mg/L Mg geçebileceği öngörölmüş olup içecekler arasında en yüksek Mg miktarı 67,40±0,80 mg/L ile 2C, en düşük miktar ise 49,13±0,82 mg/L ile 1B örneğinde belirlenmiştir. İçeceklerde saptanan Mg miktarı hammaddeye göre daha yüksek bulunmuştur. Heinrichs ve Malavolta (2001)'nın yapmış olduğu çalışmada, %7'lik mate ekstraktına hammaddeden 343,14 mg/L Mg geçebileceği öngörölmüş olup, infüzyonun Mg miktarı literatürde 188 mg/L olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuç literatür verisi ile uyum göstermemiştir. Bu durum, söz konusu literatürde infüzyonun deiyonize su ile yapılmasına bağlı olarak, sudan gelebilecek Mg miktarının elimine edilmiş olması ile ilişkilendirilmiştir.

Mate hammaddesinde potasyum miktarı 11400±0,00 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca mate içecekleri K içeriği yönünden incelendiğinde, hammaddeden ekstrakta geçebilecek maksimum potasyum miktarının 114 mg/L olacağı öngörölmüş olup, mate içecekleri arasında en yüksek potasyum miktarı 185,00±1,90 mg/ L ile 2B, en düşük miktar ise 128,40±0,10 mg/ L ile 1A örneğinde saptanmıştır. Çalışmamızda K mineralinin içeceklerde hammaddeye göre daha yüksek ölçülmesi, Pytalkowska ve ark. (2012)'nin yapmış oldukları çalışmada belirtildiği gibi, potasyumun kimyasal özellikleri ve bitki hücrelerinde yüksek oranda bulunmasına ilaveten, bitki yaprağından yüksek oranda (>%55) ekstrakte olabilen mineraller grubunda yer alması ve infüzyon sırasında kullanılan eşme suyundan gelebilecek miktar ile açıklanabilmektedir (Natesan ve Ranganathan 1990).

Mate hammaddesinin sodyum miktarı 172,5±1,5 mg/kg olarak saptanmıştır. Heinrichs ve Malavolta (2001)'nin yapmış oldukları çalışmada ise matenin Na miktarı 39 mg/kg olarak bildirilmiştir. Mate ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Na miktarı 1,72 mg/L olacağı öngörölmüş olup, mate içecekleri Na miktarı yönünden karşılaştırıldığında, en yüksek değer 67,08±1,10 mg/L ile 2C, en düşük değer ise 26,49±2,88 mg/L ile 1B örneğinde saptanmıştır.

İçeceklerde saptanan Na miktarının hammaddeden geçebilecek değere göre daha yüksek bulunmuş olması, üretim sırasında uygulanan infüzyon işleminde kullanılan çeşme suyundan gelebilecek Na miktarı ile ilişkilendirilmektedir.

Yapılan bir çalışmada %7'lik mate ekstraktına hammaddeden 2,73 mg/L Na geçişi olacağı öngörülmüş olup literatür verisinde mate infüzyonunun Na miktarı 3,23 mg/L olarak bildirilmiştir (Heinrichs ve Malavolta 2001). Literatür verisi çalışmamız ile benzerlik göstermiştir.

Mate içecekleri, mineral içeriğine bağlı olarak değerlendirildiğinde 2C örneğinin Fe, Ca, Mg ve Na minerallerince, 2B örneğinin ise K mineralince en zengin örnekler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.46. Mate içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,11±0,00a	0,08±0,01b	0,08±0,00b	0,06±0,00c	0,08±0,00b	0,11±0,01a
Ca (mg/L)	74,41±0,31c	46,26±0,52e	75,58±0,81bc	75,92±0,41b	57,33±1,07d	80,66±0,87a
Mg (mg/L)	51,90±0,03e	49,13±0,82f	64,07±0,50b	54,44±0,43d	56,74±0,81c	67,40±0,80a
K (mg/L)	128,40±0,10f	173,20±2,82b	169,90±0,75c	135,86±0,86e	185,00±1,90a	155,90±2,29d
Na (mg/L)	38,53±0,13c	26,49±2,88d	61,73±2,17b	38,81±0,16c	38,00±0,32c	67,08±1,10a

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Çalışmada hammadde olarak kullanılan mate bitkisinin antioksidan kapasitesi DPPH yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $92,37 \pm 1,44$  ve  $28,96 \pm 1,22$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %31,35 olarak saptanmıştır. Cosio ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada elektrokimyasal yöntem ile analiz edilen kekik ekstraktlarında antioksidan kapasite  $40,35$ - $48,34$   $\mu\text{mol}$  troloks/g aralığında bildirilmiş olup, bu değer çalışmamızda hammadde olarak kullanılan mate bitkisinin antioksidan kapasitesinden düşük bulunmuştur.

Mate içecekleri DPPH antioksidan kapasite yöntemine göre değerlendirildiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonlarda en yüksek değerleri  $27,81 \pm 0,65$  ve  $16,83 \pm 1,86$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 2C örneğinin aldığı görülmüştür (Çizelge 4.47.). Bu sonuçlara paralel olarak, 2C örneğinin biyoyararlılık değeri de yüksek bulunmuştur.

Mate hammaddesinin antioksidan kapasitesi FRAP yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $503,57 \pm 6,16$  ve  $368,85 \pm 6,89$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Ayrıca FRAP yöntemiyle biyoyararlılık değeri %73,25 olarak hesaplanmıştır.

Mate içeceklerinde FRAP yöntemiyle ortaya konulan sonuçlar tartışıldığında, kimyasal ekstraksiyonda  $40,80 \pm 0,43$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 1B, fizyolojik ekstraksiyonda ise  $22,20 \pm 2,94$  ve  $22,45 \pm 0,71$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değerleri ile 1B ve 1C örneklerinin en yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Akşit (2013)'in yapmış olduğu çalışmada nane çayında FRAP yöntemiyle  $29,36$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL, TEAC yöntemi ile  $28,54$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL antioksidan aktivite saptanmıştır. Carlsen ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kahvede ve kırmızı şarapta  $25$   $\mu\text{mol}$  troloks/g, nar suyunda ise  $21$   $\mu\text{mol}$  troloks/g antioksidan aktivite saptamış olup, elde edilen sonuçlar çalışmamız ile paralellik göstermiştir. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasitesi belirlenen içeceklerin biyoyararlılık değerleri %50 ile %60 arasında değişim göstermiştir. Bununla birlikte en yüksek biyoyararlılık sonucunu kimyasal ekstraksiyonda en düşük antioksidan kapasiteye sahip olan 1A içeceği almıştır.

Mate içecekleri arasında  $29,87\pm 0,71$  mg/100mL ile en yüksek askorbik asit içeriğine sahip 1B rneği, FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite ( $40,80\pm 0,43$   $\mu$ mol troloks/mL) bakımından da en yüksek değere sahip örnek olmuştur.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde mate hammaddesinin kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon sonuçları  $1050,19\pm 35,70$  ve  $448,04\pm 1,58$   $\mu$ mol troloks/g kuru ağırlık, biyoyararlılık değeri ise %42,66 olarak ölçülmüştür.

Mate içecekleri CUPRAC antioksidan kapasite yöntemine göre karşılaştırıldığında, kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonda  $123,11\pm 1,63$  ve  $13,97\pm 0,53$   $\mu$ mol troloks/mL değerleri ile 2C örneğinin en iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Biyoyararlılık sonuçları ele alındığında ise, 2C örneğinden diğer örneklerle göre daha yüksek oranda fayda sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8.)

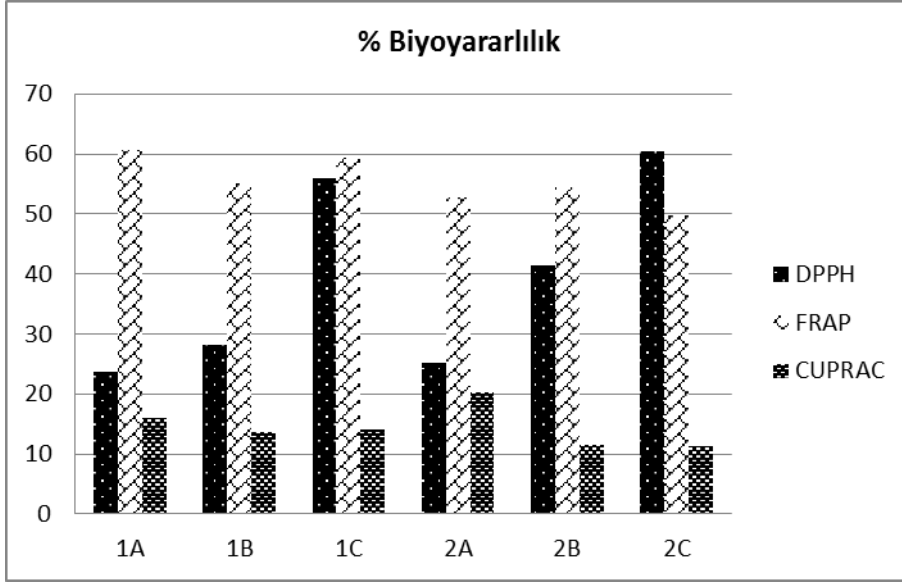
Mate hammaddesi antioksidan kapasite biyoyararlılık sonuçlarına göre değerlendirildiğinde, sırasıyla %73,25, %42,66 ve %31,35 değerleri ile FRAP, CUPRAC ve DPPH yöntemlerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Mate içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde kimyasal ekstraktların, fizyolojik ekstraktlara göre daha yüksek sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.47. Mate içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,46 $\pm$ 0,13ab	6,53 $\pm$ 1,20c	29,23 $\pm$ 1,67c	17,74 $\pm$ 1,75bc	65,05 $\pm$ 2,71e	10,43 $\pm$ 0,35d
1B	27,20 $\pm$ 0,11bc	7,67 $\pm$ 2,40c	40,80 $\pm$ 0,43a	22,45 $\pm$ 0,71a	99,59 $\pm$ 0,62c	13,60 $\pm$ 0,24ab
1C	27,12 $\pm$ 0,15bc	15,18 $\pm$ 0,47a	37,39 $\pm$ 6,07ab	22,20 $\pm$ 2,94a	94,50 $\pm$ 0,89d	13,26 $\pm$ 0,30b
2A	27,62 $\pm$ 0,16ab	6,94 $\pm$ 1,51c	29,82 $\pm$ 2,51c	15,75 $\pm$ 1,16c	55,63 $\pm$ 4,23f	11,31 $\pm$ 0,37c
2B	26,77 $\pm$ 0,19c	11,10 $\pm$ 1,46b	32,12 $\pm$ 5,03bc	17,51 $\pm$ 0,62bc	114,43 $\pm$ 0,62b	13,10 $\pm$ 0,47b
2C	27,81 $\pm$ 0,65a	16,83 $\pm$ 1,86a	38,15 $\pm$ 1,96ab	18,95 $\pm$ 0,29b	123,11 $\pm$ 1,63a	13,97 $\pm$ 0,53a

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.8. Mate içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Çalışmamızda mate hammaddesinde toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonda sırasıyla 11396,43±84,57 ve 2602,83±8,92 mg GAE/100g olarak saptanmış olup, hammaddenin biyoyararlılık değeri %22,84 olarak belirlenmiştir. Oh ve ark (2013)'nın yapmış oldukları çalışmada mate bitkisinin su ile hazırlanan ekstraktında 2793 mg GAE/100g, etanol ile hazırlanan ekstraktında ise 6686 mg GAE/100g toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen toplam fenolik madde miktarı literatürde yer alan değerlerden yüksek bulunmuş olup, bu farklılık uygulanan ekstraksiyon yöntemi ile ilişkilendirilmiştir.

Mate içeceklerine ait toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelendiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla 411,48±3,73 ve 2255,70±9,69 mg GAE/100 mL ile enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış 2C örneğinin en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

Henning ve ark. (2014)'nın yapmış oldukları çalışmada, bazı gıda takviyelerinin antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde miktarları ve in vitro sindirim modelinin bu bileşenler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bunun için rezveratrol gıda takviyesinde (250 mg trans-rezveratrol ve 100 mg kuersetindihidrat) su ile hazırlanan kontrol



ekstraktında ve tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktta toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 552±14 ve 771±2 mg/L GAE olarak saptanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür verisini destekler nitelik göstermiştir.

Kimyasal olarak analiz edilen fenolik madde miktarına kıyasla fizyolojik ekstrakt ile belirlenen miktarın biyolojik kullanım açısından daha elverişli olduğu bilinmektedir (Henning ve ark. 2014). Bu çalışmada enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilavesi yapılmış 2C örneğinin fizyolojik olarak kullanılabilirliği en yüksek içecek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. Mate içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
1A	252,41±5,95d	1269,71±16,33f
1B	211,44±3,89e	1526,12±23,24d
1C	255,90±4,59d	1391,31±34,12e
2A	399,01±6,45b	1815,85±19,62c
2B	331,65±12,28c	2109,79±3,66b
2C	411,48±3,73a	2255,70±9,69a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p<0,05), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

#### **4.1.9. Bitki çayları karışımı (Miks) ve içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve tartışma**

Bitki çayları karışımına (Miks) ait analiz sonuçları Çizelge 4.49 ve 4.50'de verilmiştir. Miks içeceklerine ait analiz sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.51, 4.52, 4.53, 4.54 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan miksin nem içeriği  $7,55 \pm 0,39$  olarak saptanmıştır.

Miks içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları  $5,13 \pm 0,05$  (2C) ile  $8,20 \pm 0,00$  (1C) g/100g arasında değişmiştir. İçeceklerin suda çözünür kuru madde miktarları, üretim reçetelerinde de bahsedildiği üzere, ortalama olarak sakkarozla tatlandırılan örneklerde 8, enerjisi azaltılmış içecek çeşitlerinde ise 5 g/100g olacak şekilde ayarlanmıştır.

Miks içeceklerinin toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden  $0,15 \pm 0,00$  g/100mL (2C) ile  $0,18 \pm 0,00$  g/100mL (2B) aralığında ölçülmüştür. Mate içeceklerinin toplam asitlik değeri miks sonuçlarında da görüldüğü üzere sırasıyla en yüksek ve en düşük 2B ve 2C örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.45).

Miks içeceklerinin pH değerleri incelendiğinde,  $3,12 \pm 0,01$  ve  $3,51 \pm 0,00$  değerleri ile 1B ve 2C örneklerinin sırasıyla en düşük ve yüksek sonuçları verdiği görülmüştür. Benzer sonuç mate içeceklerinde de saptanmış olup en yüksek ve en düşük örnekler 2C ve 1B olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.45). En yüksek pH değerine sahip olan 2C örneğinin toplam asitlik değeri beklendiği gibi en düşük değer olarak saptanmıştır. Phelan ve Rees (2003)'in yapmış oldukları çalışmada çeşitli meyve karışımlarından elde ettikleri meyve suyunda 3,15 ile 7,08 arasında pH değeri saptanmış olup bu değerler çalışmamız hammaddesinden farklı olmasına rağmen sonuçlar ile uyum sağlamıştır.

Çizelge 4.49. Bitki çayları karışımına (Miks) ait bazı fizikokimyasal özellikler ile mineral madde analiz sonuçları

Nem miktarı (g/100g)	Askorbik asit miktarı (mg/100g)	Renk değerleri				Mineral Maddeler				
		L	a	b	a/b	Fe (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K (mg/kg)	Na (mg/kg)
7,55±0,39	10,92±0,30	36,03±0,21	-3,67±0,05	18,03±0,47	-0,18±0,02	235,17±6,57	7100±0,01	2493,55±57,28	7000±0,01	217,84±5,1

Çizelge 4.50. Bitki çayları karışımına (Miks) ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analiz sonuçları

Antioksidan Kapasite Yöntemleri						Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE*/100g)	
DPPH (µmol troloks/g kuru ağırlık)		FRAP (µmol troloks/g kuru ağırlık)		CUPRAC (µmol troloks/g kuru ağırlık)		Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt		
74,17±1,91	9,07±1,14	655,79±46,34	151,78±2,11	457,55±42,21	80,19±13,35	15091,81±23,64	1467,42±14,09

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Çizelge 4.51. Miks içeceklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

<b>Analizler</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Suda çözünür kuru madde (g/100g)	8,13±0,11a	8,00±0,00b	8,20±0,00c	5,20±0,00d	5,30±0,00c	5,13±0,05d
Toplam asitlik (g/100mL)*	0,16±0,00b	0,17±0,00a	0,15±0,00c	0,16±0,00b	0,18±0,00a	0,15±0,00c
pH	3,20±0,02c	3,12±0,01e	3,47±0,01b	3,17±0,00d	3,15±0,01d	3,51±0,00a
Askorbik Asit (mg/100mL)	26,97±1,08b	29,81±1,44a	26,80±1,50bc	24,67±1,91c	30,16±0,44a	29,04±0,77ab
<b>Renk</b>						
<i>L</i>	17,16±0,20c	21,63±0,20a	15,46±0,85d	14,03±0,40e	20,50±0,17b	21,90±0,43a
<i>a</i>	-4,53±0,31a	-7,00±1,01b	-4,00±0,70a	-5,00±0,36a	-7,26±0,15b	-11,30±0,86c
<i>b</i>	4,40±0,10b	2,70±0,55d	3,23±0,51cd	3,80±0,17bc	3,23±0,56cd	7,33±0,32a
<i>a/b</i>	-1,02±0,04a	-2,61±0,17b	-1,23±0,13a	-1,22±0,23a	-2,30±0,44b	-1,54±0,05a
Bulanıklık (NTU)	4,19±0,67a	2,30±0,25b	1,68±0,07c	2,35±0,22b	1,84±0,13bc	1,81±0,08bc

\*: sitrik asit cinsinden, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p < 0,05)

1A: Sakkarozlu bitki çayı içeceği, 1B: Sakkarozlu gazlı bitki çayı içeceği, 1C: Sakkarozlu doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği  
2A: Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği 2B: Enerjisi azaltılmış gazlı bitki çayı içeceği, 2C: Enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği

Miks hammaddesinin askorbik asit değeri  $10,92\pm 0,30$  g/100g olarak belirlenmiştir. Miks içecekleri askorbik asit miktarı bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek değer  $30,16\pm 0,44$  mg/100mL ile 2B, en düşük değer ise  $24,67\pm 1,91$  mg/100mL ile 2A rneğinde belirlenmiştir. Yeşil ay içeceklerinde de en yüksek ve en düşük askorbik asit miktarı 2B ve 2A rneklelerinde saptanmıştır (izelge 4.37). Bir eşit Japon yeşil ayı olan Sencha bitkisinde 250 mg/100g olarak saptanan askorbik asit miktarı aynı bitkinin %2'lik ekstraktında ise 4 mg/100g olarak ölçülmüştür (Chu and Juneja 1997). Miks içeceklerinde saptanan askorbik asit miktarının ilgili literatüre göre yüksek bulunmuş olması, içecek prosesi sırasında ilave edilen askorbik asitten ileri gelmiştir.

Miks hammaddesinde *L* değeri  $36,03\pm 0,21$  olarak saptanmıştır. Miks içecekleri *L* değeri bakımından değerlendirildiğinde,  $21,90\pm 0,43$  değeri ile 2C rneği en yüksek,  $14,03\pm 0,40$  değeri ile 2A rneği en düşük olarak saptanmıştır. Akşit (2013)'in yapmış olduğu çalışmada klasik yöntemle elde edilen nane çayında 26,04, liyofilize edilmiş örnekten elde edilen nane çayında 26,19, sprey kurutucuda kurutulan atomize örnekten elde edilen nane çayında ise *L* değeri 26,56 olarak saptanmıştır.

Miks hammaddesinde *a* değeri  $-3,67\pm 0,05$  olarak ölçülmüştür. Bu hammaddeden elde edilen ekstrakt kullanılarak üretilen içeceklerde ise *a* değeri  $-7,26\pm 0,15$  (2B) ile  $-11,30\pm 0,86$  (2C) aralığında değişmiştir. Akşit (2013)'in yapmış olduğu çalışmada %2'lik ekstrakt içeren nane çayında *a* değeri 3,81 olarak bildirilmiştir.

Miks hammaddesinde *b* değeri  $18,03\pm 0,47$  olarak saptanmıştır. Miks içecekleri *b* değeri bakımından kıyaslandığında, sonuçların  $2,70\pm 0,55$  (1B) ile  $7,33\pm 0,32$  (2C) aralığında değiştiği saptanmıştır.

Miks içecekleri bulanıklık değerleri açısından değerlendirildiğinde rneklelerin  $1,68\pm 0,07$  (1C) ile  $4,19\pm 0,67$  NTU (1A) aralığında değişmiş olduğu ve sırasıyla berrak ve hafif bulanık kategorisinde yer aldığı görülmüştür. . Biberiye içeceklerinde de en yüksek ve en düşük bulanıklık değerleri mikste de olduğu gibi 1A ve 1C rneklelerinde saptanmıştır (izelge 4.25).

Chandini ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmada, siyah çay ekstraktlarının oda sıcaklığında, 30 günlük depolama süresince bulanıklık değerlerinde görülen değişimleri araştırmıştır. Bu değerleri, ultrafiltasyon ve membran filtrasyon uygulamalarında sırasıyla 0. günde 0,12 ve 0,4, 30.günün sonunda 0,83 ile 2,85 olarak bildirmiştir. Aynı çalışmada, ayrıca buzdolabı koşullarında depolama yapılmış ve bulanıklık değerleri sırasıyla 0, günde 0,24 ve 0,60, 30 günlük depolama sonunda ise 2,75 ile 4,86 olarak ölçülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların ( $1,68\pm 0,07$ - $4,19\pm 0,67$ ) literatür değerleri arasında yer aldığı görülmüştür.

Miks hammaddesinde demir içeriği  $235,17\pm 6,57$  mg/kg olarak saptanmıştır. Miks ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek Fe miktarı maksimum  $2,35$  mg/L olacağı öngörölmüştür. İçecekler arasında en yüksek Fe miktarı  $0,91\pm 0,04$  mg/L ile enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B ieeğinde saptanmıştır. En düşük değer  $0,30\pm 0,00$  mg/L ile 1A ve 2A örneklerinde belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan hammaddenin Fe içeriğinin, ieeeklere göre yüksek olması üretimde kullanılan %1'lik ekstrakt ve Fe mineralinin düşük oranda çözünebilen (<%20) mineraller sınıfında yer alması ile ilişkilendirilmiştir.

Miks hammaddesinde kalsiyum içeriği  $7100\pm 0,01$  mg/kg olarak saptanmıştır. Miks ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Ca miktarının  $71$ mg/L olduğu öngörölmüştür. Miks içecekleri arasında sakkaroz ile tatlandırılmış doğal mineralli su ilave edilmiş 1C örneği  $75,99\pm 0,16$  mg/L ile en yüksek değerini alırken, 2B örneği  $42,79\pm 1,99$  mg/L ile en düşük sonucu veren örnek olmuştur. İçeceklerin Ca miktarının genel olarak hammaddeye oranla daha yüksek olarak bulunmuş olması, infüzyon sırasında çeşme suyundan gelebilecek Ca miktarı ile açıklanmaktadır. İhlamur içeceklerinde de en yüksek ve en düşük Ca miktarı sırasıyla 1C ve 2B örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Miks hammaddesinin magnezyum içeriği  $2493,55\pm 57,28$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Miks ieeği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Mg miktarının  $24,94$  mg/L olduğu öngörölmüştür. İçecekler arasında 1C örneği Ca miktarında olduğu gibi en yüksek magnezyum ( $35,17\pm 0,18$  mg/L) içeriğine

sahip örnek olarak belirlenmiş olup, en düşük değeri  $18,21 \pm 0,20$  mg/L ile 1B örneği vermiştir. Hammaddenin magnezyum içeriği bitki çayı içeceklerine göre yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, miks karışımının %50'sini oluşturan funda bitkisinin Mg verileri ile paralellik göstermiştir.

Miks hammaddesinde potasyum içeriği  $7000 \pm 0,01$  mg/kg olarak belirlenmiştir. Miks içeceği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum K miktarı ise 70 mg/L olarak öngörülmüştür. Miks içecekleri arasında potasyum miktarı  $87,56 \pm 2,56$  mg/L değeri ile enerjisi azaltılmış doğal mineralli su ilavesi yapılmış bitki çayı içeceği olan 2B'de en yüksek,  $44,05 \pm 0,56$  mg/L ile 1A örneğinde en düşük olarak saptanmıştır. İçeceklerin potasyum miktarı genel olarak hammaddeye göre yüksek bulunmuştur. Bu durum Pytalkowska ve ark. (2012)'nin belirttiği gibi, potasyumun bitki yaprağından yüksek oranda (>%55) ekstrakte olabilen mineraller grubunda yer alması ile açıklanabilmektedir.

Miks hammaddesinin Na içeriği  $217,84 \pm 5,1$  mg/kg olarak saptanmıştır. Miks içeceği üretiminde kullanılan hammaddeden %1'lik bitki ekstraktına geçebilecek maksimum Na miktarı 2,17 mg/L olarak öngörülmüştür. İçecekler arasında en yüksek Na ( $62,21 \pm 0,37$  mg/L) içeriğine sahip olan örnek, Ca ve Mg minerallerinde de görüldüğü gibi 1C olmuştur. Ayrıca  $15,99 \pm 0,36$  mg/L değeri ile 1B'nin en düşük Na içeren örnek olduğu belirlenmiştir. İçeceklerde analiz edilen Na miktarının, hammaddeye göre daha yüksek saptanmış olması, infüzyon sırasında kullanılan çeşme suyundan gelebilecek Na miktarı ile ilişkilendirilmektedir.

Miks içecekleri, mineral içeriğine göre değerlendirildiğinde, 2B örneğinin Fe ve K, 1C örneğinin ise Ca, Mg ve Na minerallerince en zengin örnekler olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.52. Miks içeceklerine ait mineral madde analiz sonuçları

<b>Mineraller</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>
Fe (mg/L)	0,30±0,00d	0,33±0,02cd	0,68±0,01b	0,30±0,00d	0,91±0,04a	0,37±0,01c
Ca (mg/L)	74,05±0,43b	47,76±0,17d	75,99±0,16a	75,42±0,94ab	42,79±1,99e	72,14±0,40c
Mg (mg/L)	24,60±0,23d	18,21±0,20f	35,17±0,18a	25,58±0,08c	20,71±0,04e	31,85±0,04b
K (mg/L)	44,05±0,56e	83,04±0,46b	72,18±0,26c	48,11±0,69d	87,56±2,56a	71,49±0,08c
Na (mg/L)	38,52±0,70d	15,99±0,36f	62,21±0,37a	39,39±0,30c	18,26±0,43e	54,78±0,08b

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).



İçeriğinde farklı bitki türleri (funda biberiye, yeşil çay, mate çayı ve ihlamur) bulunan miks karışımının toplam antioksidan kapasite miktarı, karışımda yer alan bitkilerin antioksidan kapasitesini yansıtmaktadır. Miks hammaddesinin toplam antioksidan kapasitesi DPPH yöntemiyle kimyasal ekstraktta  $74,17 \pm 1,91$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, fizyolojik ekstraktta ise  $9,07 \pm 1,14$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Cosio ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada elektrokimyasal yöntem ile analiz edilen defne ekstraktlarında  $18,77$ -  $19,97$   $\mu\text{mol}$  troloks/g antioksidan kapasite saptamıştır. Ayrıca miks hammaddesinin biyoyararlılık değeri %12,23 olarak belirlenmiştir.

İçecekler arasında DPPH yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayininde kimyasal ekstraktta 1A, 1B ve 2B ( $27,61 \pm 0,04$ - $27,66 \pm 0,37$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) içecekleri aynı grupta yer almıştır. Fizyolojik ekstraktlarda ise  $0,32 \pm 0,02$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 2A örneği en yüksek değeri vermiştir. Ayrıca 2A örneğinin en yüksek biyoyararlılık değerini verdiği görülmüştür (Şekil 4.9).

FRAP yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite miktarı kimyasal olarak ekstrakte edilmiş bitkilerde  $655,79 \pm 46,34$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık, fizyolojik olarak ekstrakte edilmiş bitkilerde ise  $151,78 \pm 2,11$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmış olup, hammaddenin biyoyararlılığı %23,14 olarak belirlenmiştir.

FRAP yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayininde kimyasal olarak ekstrakte edilmiş içeceklerden enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği olan 2C örneği ( $34,32 \pm 1,00$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL) en yüksek değeri vermiştir. Fizyolojik ekstraktlarda ise  $4,27 \pm 0,33$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL değeri ile 1A örneği en yüksek değeri almıştır.

Hammaddenin antioksidan kapasitesi CUPRAC yöntemi ile kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $457,55 \pm 42,21$  ve  $80,19 \pm 13,35$   $\mu\text{mol}$  troloks/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Ayrıca hammaddenin biyoyararlılığı %17,53 olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC yöntemiyle yapılan antioksidan kapasite tayininde, kimyasal ve fizyolojik olarak ekstrakte edilmiş örneklerde sırasıyla  $68,27 \pm 2,05$   $\mu\text{mol}$  troloks/mL ile 2B,

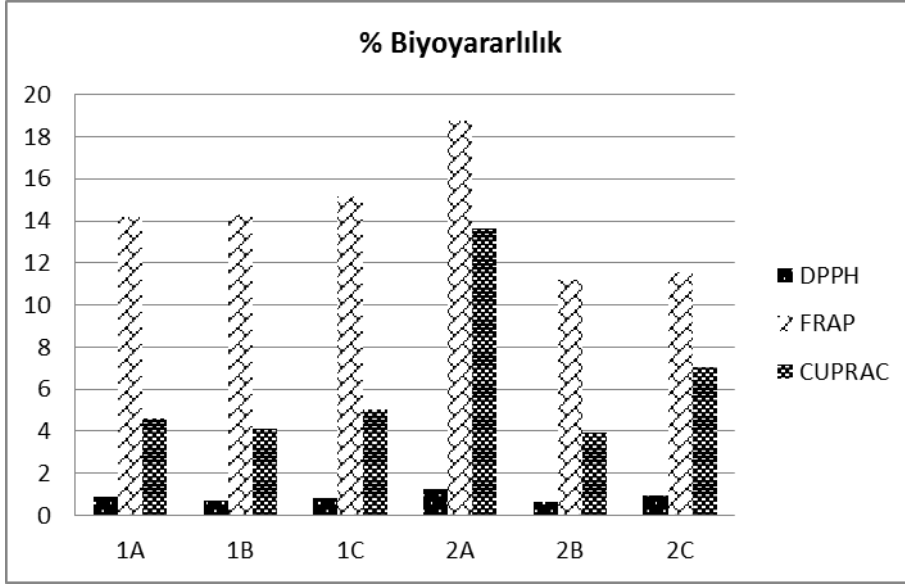
4,59±0,47 µmol troloks/mL değeri ile 2A örneklerinin en yüksek değeri aldığı görülmüştür. Bununla birlikte enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A örneğinin en yüksek biyoyararlılık değerini verdiği saptanmıştır (Şekil 4.9).

Miks içeceklerine ait toplam antioksidan kapasite sonuçları kimyasal ve fizyolojik ekstraktlar göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, tüm yöntemlerde fizyolojik ekstraktların, kimyasal ekstraktlara göre daha düşük sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, antioksidan kapasitelerin biyoyararlılık değerleri karşılaştırıldığında enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A'nın tüm yöntemlerde en yüksek değeri verdiği görülmüştür.

Çizelge 4.53. Miks içeceklerine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları

Örnekler	DPPH ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		FRAP ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)		CUPRAC ( $\mu\text{mol}$ troloks/mL)	
	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>	<i>Kimyasal ekstrakt</i>	<i>Fizyolojik ekstrakt</i>
1A	27,66 $\pm$ 0,05a	0,24 $\pm$ 0,04b	30,12 $\pm$ 0,45b	4,27 $\pm$ 0,33a	47,75 $\pm$ 5,66b	2,19 $\pm$ 0,21bc
1B	27,61 $\pm$ 0,04a	0,19 $\pm$ 0,03b	28,66 $\pm$ 0,34b	4,10 $\pm$ 0,23a	48,22 $\pm$ 5,64b	1,97 $\pm$ 0,14c
1C	26,02 $\pm$ 0,13b	0,22 $\pm$ 0,03b	18,33 $\pm$ 1,16c	2,78 $\pm$ 0,38c	43,90 $\pm$ 3,75b	2,22 $\pm$ 0,64bc
2A	25,19 $\pm$ 0,71c	0,32 $\pm$ 0,02a	17,62 $\pm$ 0,66c	3,31 $\pm$ 0,13b	33,64 $\pm$ 3,80c	4,59 $\pm$ 0,47a
2B	27,66 $\pm$ 0,37a	0,18 $\pm$ 0,01b	29,23 $\pm$ 1,25b	3,28 $\pm$ 0,22b	68,27 $\pm$ 2,05a	2,67 $\pm$ 0,36b
2C	26,28 $\pm$ 0,18b	0,24 $\pm$ 0,04b	34,32 $\pm$ 1,00a	3,97 $\pm$ 0,27a	32,79 $\pm$ 4,25c	2,30 $\pm$ 0,09bc

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.9. Miks içeceklerine ait antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoyararlılık sonuçları

Miks hammaddesinin toplam fenolik madde miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla  $15091,8 \pm 23,64$  ve  $1467,42 \pm 14,09$  mg GAE/100g olarak saptanmıştır. Bununla birlikte miks hammaddesinin biyoyararlılığı %9,72 olarak hesaplanmıştır.

Miks içeceklerinin tüm çeşitlerinde genel olarak fizyolojik ekstrakt sonuçlarının, kimyasal ekstraktlarda saptanan değerlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

İçecekler arasında kimyasal ekstraktlardan elde edilen sonuçlarda 2A, 2B ve 2C örneklerinin en yüksek değerleri ( $323,15 \pm 2,54$ - $324,89 \pm 15,31$  mg GAE/100 mL) verdiği ve aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Aynı örnekler fizyolojik ekstraksiyon ile ölçülen toplam fenolik madde miktarınca da yüksek değerlerde saptanmış olup,  $1134,93 \pm 11,27$  mg GAE/ 100 mL değeri ile 2B örneğinin en yüksek sonuca sahip olduğu bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Kamiloğlu ve ark. (2014) güneşte kurutulmuş bazı kuru meyve ve yemişlerde kimyasal ekstraktlarda (%75'lik su ve metanol karışımı) ve mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar sırasıyla kimyasal ve sindirim sonrası elde edilen ekstraktlarda sırasıyla kuru incirde 123 ile 369 mg GAE/100g, kuru kayısıda 211 ile 619 mg GAE/100g, kuru üzümde 1322 ile 1355 mg GAE/100g, bademde 45-952 mg GAE/100g

ve fındıkta 226 ile 1296 mg GAE/100g olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda da mide-bağırsak sindirimine tabi tutulmuş örneklerin toplam fenolik madde miktarları, kimyasal olarak ekstrakte edilmiş örneklere göre daha yüksek bulunmuş olup, literatür verisi ile benzerlik göstermiştir. Bu durum, sindirime tabi tutulan örneklere 2 saat daha fazla ekstraksiyon uygulanması ve bağırsak sindirimi için gerekli enzimin (pankreatin) fenolik maddelerin kompleks yapıdaki gıda matriksinden kolayca ayrılabilmesini sağlaması ile açıklanabilmektedir (Bouayed ve ark. 2011).

Çizelge 4.54. Miks içeceklerine ait toplam fenolik madde analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE**/100 mL)	
	Kimyasal ekstrakt	Fizyolojik ekstrakt
1A	202,86±4,89c	598,31±8,68c
1B	234,31±9,82b	603,60±10,96b
1C	197,58±1,68c	622,10±29,33c
2A	324,28±12,05a	885,39±25,12b
2B	323,15±2,54a	1134,93±11,27a
2C	324,89±15,31a	908,66±11,89b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistiki olarak farklıdır (p<0,05), \*\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

## 4.2. GC-MS ile uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartışma

Çalışmada hammadde olarak kullanılan bitkilerin uçucu bileşenlerini belirlemeye yönelik yapılan analizde, sırasıyla limon otu, ekinezya, adaçayı, biberiye ve miks örneklerinde uçucu yağ miktarı %0,276, %0,042, %2,023, %1,356 ve %0,045 olarak saptanmıştır. Ihlamur, funda, yeşil çay ve mate örneklerinden eser miktarda uçucu yağ elde edilmiş olup, bu miktar bileşenleri belirleyebilmek için yeterli olmamıştır. Bu nedenle söz konusu hammaddelerde uçucu yağ bileşen analizi gerçekleştirilememiştir.

### 4.2.1. Limon otu uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartışma

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş limon otu yaprağında belirlenen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.55' de gösterilmiştir.

Limon otu bitkisinden elde edilen uçucu yağ GC-MS'de analiz edilmiş olup 61 adet bileşen tespit edilmiştir. Ancak bunlardan 34 adedi tanımlanabilmiştir. Tanımlanabilen uçucu bileşen toplamı, limon otu bitkisinin uçucu yağının %85,84'ünü oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre limon otunun başlıca uçucu bileşenlerinin (-)-caryophyllene oxide (%25,29±0,01), limonene (%14,05±0,01), citral (%13,24±0,01),  $\alpha$ -cadinol (%5,30±0,01),  $\alpha$ -curcumene (%4,85±0,01) ve carvacrol (%4,25±0,01) olduğu belirlenmiştir. Alanları %1-4 arasında değişen diğer uçucu bileşenlerin ise sırasıyla, geranyl acetate, caryophellene, phytol,  $\alpha$ -caryophylladienol,  $\beta$ -selinene olduğu saptanmıştır.

Ali ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada, kurutulmuş limon otu yapraklarında citral (%14,1),  $\beta$ -caryophyllene (%10,71), 1,8-cineole (%9,1), citronellol (%8,87), isomenthone (%6,43),  $\alpha$ -bergamotene (%5,33) ve menthol (%5,1) bileşenlerini başlıca uçucu bileşen olarak belirlemiştir. Bu bileşenlerin yanı sıra germacrene, camphene, heptadienal,  $\beta$ -bourbone ve  $\beta$ -himachalane de limon otunda bulunan diğer uçucu bileşenler arasında yer almıştır.

Çizelge 4.55. Limon otu (*Lippia citriodora*) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri

Sıra No	RT*(dk)	Bileşenler	% Alan	CAS No
1	5,587	Limonene	14,05±0,01	5989-27-5
2	6,073	Methyl heptenone	0,78±0,01	110-93-0
3	8,660	Linalool	0,85±0,01	78-70-6
4	13,414	α-Terpineol	0,21±0,02	98-55-5
5	15,051	Estragole	0,25±0,01	140-67-0
6	15,191	Carveol	0,43±0,01	1197-07-5
7	16,115	Geraniol	0,49±0,01	106-24-1
8	16,461	Citral	6,55±0,02	5392-40-5
9	17,417	Carvone	0,59±0,01	99-49-0
10	17,552	Cubebene	0,23±0,01	17699-14-8
11	18,000	Citral	8,99±0,01	5392-40-5
12	18,249	β-Bourbonene	0,20±0,01	5208-59-3
13	18,854	Thymol	0,55±0,01	89-83-8
14	19,459	Carvacrol	4,25±0,01	499-75-2
15	19,621	Cedrane	0,34±0,01	13567-54-9
16	20,193	Caryophellene	1,48±0,01	87-44-5
17	21,425	Geranyl acetate	1,83±0,01	105-87-3
18	21,933	α-Caryophellene	0,16±0,01	6753-98-6
19	22,144	(-)-Alloaromadendrene	0,27±0,01	25246-27-9
20	24,207	α-Curcumene	4,85±0,01	644-30-4
21	24,785	Geranyl propionate	0,13±0,01	105-90-8
22	24,931	Amorphene	0,57±0,01	23515-88-0
23	25,098	δ-Cadinene	0,35±0,01	483-76-1
24	25,806	α-Cadinene	0,23±0,01	24406-05-1
25	27,308	Nerolidol	0,70±0,02	7212-44-4
26	29,577	(-)-Caryophyllene oxide	25,59±0,01	1139-30-6
27	31,435	α-Cadinol	5,30±0,01	481-34-5
28	31,667	α-Caryophylladienol	1,34±0,01	19431-79-9
29	31,819	Isospathulenol	0,64±0,01	88395-46-4
30	32,137	t-Cadinol	0,28±0,01	1.474.790
31	32,418	β-Selinene	1,11±0,01	17066-67-0
32	34,463	Acorenone	0,33±0,01	1.481.553
33	40,651	Hexadecanoic	0,43±0,01	57-10-3
34	44,292	Phytol	1,47±0,01	150-86-7
		Toplam	85,84	

\*Alıkonma süresi

Argyropoulou ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmada taze limon otu yapraklarını üreme ve çiçeklenme döneminde hasat ederek, uçucu bileşenlerinde görülen değişimleri GC-MS ile analiz etmiştir. Apolar HP-5MS kolonun kullanıldığı çalışmada, limon otu uçucu yağının %97,8'inde yer alan uçucu bileşenler saptanmıştır. Üreme ve çiçeklenme dönemlerinin her ikisinde de geranial (%38,7-%26,8), neral (%24,5-%21,8) ve limonene (%5,8-%17,7) en yüksek oranda bulunan bileşenler olarak saptanmıştır. Bu değerlerin çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır.

Carnat ve ark. (1998)'nin yapmış olduğu çalışmada, kurutulmuş melisa (*Melissa officinalis L.*) yapraklarında, melisa infüzyonunda (%1) ve infüzyon sonrasında melisa yapraklarında bulunan uçucu bileşenler GC-MS ile tayin edilmiştir. En yüksek konsantrasyonda bulunan bileşikler sırasıyla citral (%48,20, %73,68, %36,50), citronellal (%39,47, %16,81, %42,67) ve  $\beta$ -caryophyllene (%2,37, %1,38, %6,34) olarak saptanmıştır. Genel olarak literatürde yer alan uçucu bileşenler çalışmamız ile benzerlik göstermiştir. Tayin edilen bileşenlerin miktarları arasındaki farklılık, bitkinin orijini, yetiştirildiği bölge ve işleme koşullarına göre değişmektedir.

#### **4.2.2. Ekinezya uçucu yağ bileşen analizi sonuçları ve tartışma**

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş ekinezya bitkisinde belirlenen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.56'da gösterilmiştir.

Ekinezya bitkisinden elde edilen uçucu yağ GC-MS'de analiz edilmiş olup 16 adet bileşen tanımlanabilmiştir. Tanımlanabilen uçucu bileşen toplamı, ekinezya bitkisinin uçucu yağının %82'sini oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre ekinezyanın başlıca uçucu bileşenlerinin palmitik asit (%31,55), linoleik asit (%9,52),  $\alpha$ -Cadinol (%7,74), spathulenol (%4,73), tricosane (%3,89) ve caryophyllene oxide (%3,11) olduğu saptanmıştır.



Çizelge 4.56. Ekinezya (*Echinacea purpurea*) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri

Sıra No	RT*(dk)	Bileşenler	% Alan	CAS No
1	27,151	Nerolidol	1,59	7212-44-4
2	27,492	$\alpha$ -Farnasene	1,25	502-61-4
3	28,329	1,5-Epoxy salvial-4(14)-ene	1,09	88395-47-5
4	29,118	Spathulenol	4,73	6750-60-3
5	29,247	Caryophyllene oxide	3,11	1139-30-6
6	29,831	Salvial-4(14)-en-1-one	2,46	-
7	32,100	T-Cadinol	1,04	5937-11-1
8	33,774	$\alpha$ -Bisabolene	2,96	17627-44-0
9	34,044	Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-methyl-9methylene- isopropyl-5-	2,72	150320-52-8
10	35,757	2-Pentadecanone	2,58	2345-28-0
11	37,383	$\gamma$ -Cadinene	2,74	1460-97-5
12	37,583	Decatone	2,93	34131-98-1
13	41,191	Palmitic acid	31,55	57-10-3
14	46,555	Tricosane	3,89	638-67-5
15	47,257	Linoleic acid	9,52	60-33-3
16	48,052	$\alpha$ -Cadinol	7,74	481-34-5
		Toplam	82	

\*Alıkonma süresi

Holla ve ark. (2005), kurutulmuş ekinezya çiçeğinin uçucu yağında bulunan başlıca uçucu bileşenlerin palmitik asit,  $\alpha$ -pinene, germacrene-D,  $\beta$ -pinene ve  $\alpha$ -phelandrene olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda yapılan analizde 27. dakikadan itibaren gelen pikler tespit edilmiş olup önceki dakikalara ait veriler analiz edilememiştir. Bu nedenle literatür verilerinde tespit edilen uçucu bileşenler ile farklılık saptanmıştır.

Thappa ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada, kurutulmuş ekinezya çiçeğini cleveger düzenine su ile distile ederek, uçucu yağını elde etmiştir. Uçucu yağda saptanan önemli bileşenler, germacrene D (%7,2-33,5), myrcene (%10,5-26,1),  $\alpha$ -pinene (%1,7-10,3), 1,8-Pentadecadien (%1,0-7,5) ve  $\beta$ -pinene (%0-13,0) olarak bildirilmiştir.

Kanada'nın Summerland bölgesinde bulunan Ziraat Araştırma Merkezi'nden toplanan farklı çeşitlerdeki kurutulmuş ekinezya bitkilerinin (*Echinacea angustifolia*, *Echinacea pallida*, ve *Echinacea purpurea*) kök, sap, yaprak ve çiçeklerinde GC-MS cihazı kullanarak headspace yöntemi ile uçucu bileşen analizi yapılmıştır. 70'e yakın bileşenin

saptandığı bu çalışmada  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -pinene, limonene, camphene,  $\beta$ -pinene, trans-ocimene, 3-hexen-1-ol, ve 2-methyl-4-pentenal ekinezyanın tüketime uygun kısımlarında (yaprak ve çiçek) bulunan önemli uçucu bileşikler kategorisinde yer almıştır. Çalışmamızda da kullanılan bitki olan *Echinacea purpurea*'nın yaprak ve çiçeklerindeki uçucu bileşen dağılımı %4-10 alkol, %9-29 aldehit, %0-13 ester, %1 hidrokarbon, %46-83 terpenoid olarak bildirilmiştir (Mazza ve Cottrell 1999).

#### 4.2.3. Adaçayı uçucu yağ bileşen analizi ve tartışma

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş adaçayı bitkisinde belirlenen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.57'de gösterilmiştir.

Adaçayı bitkisinden elde edilen uçucu yağ GC-MS'de analiz edilmiş olup 33 adet bileşen tespit edilmiştir. Ancak bunlardan 26'sı tanımlanabilmiştir. Tanımlanabilen uçucu bileşen toplamı, adaçayı uçucu yağının %92,53'ünü oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlara göre adaçayının başlıca uçucu bileşenlerini 1,8 cineole (%38,11±0,19), camphor (%12,82±0,16),  $\alpha$ -pinene (%8,27±0,13), caryophelene (%5,19±0,08), myrcene (%4,68±0,04) ve  $\beta$ -pinene (%4,49±0,04) oluşturmuştur. Alanları %1-4,5 arasında değişen diğer uçucu bileşenlerin ise sırasıyla, viridiflorol, borneol,  $\alpha$ -terpineol, borneol-acetate,  $\alpha$ -humulene  $\alpha$ -thujone ve  $\beta$ -thujone olduğu saptanmıştır.

Adam ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada kurutulmuş adaçayından (*Salvia fruticosa*) su distilasyonu ile uçucu yağ elde etmiştir. Bu yağda baskın olan 1,8 cineole (%43,10), camphor (%18,34),  $\beta$ -pinene (%8,20),  $\alpha$ -pinene (%6,85), sabinene (%4,81), myrcene (%3,16),  $\beta$ -caryophelene (%1,53),  $\alpha$ -humulene (%1,52), limonene (%1,50) ve terpinen-4-ol (%1,45) uçucu bileşenleri saptanmıştır. İlgili literatür sonuçları çalışmamız ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.57. Adaçayı (*Salvia triloba*) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri

Sıra No	RT*(dk)	Bileşenler	% Alan	CAS No
1	2,927	$\alpha$ -Pinene	8,27 $\pm$ 0,13	80-56-8
2	4,09	$\beta$ -Pinene	4,49 $\pm$ 0,04	18172-67-3
3	4,398	Mycrene	4,68 $\pm$ 0,04	123-35-3
4	4,848	$\alpha$ -Phellandrene	0,28 $\pm$ 0,00	99-83-2
5	5,155	$\alpha$ -Terpinene	0,52 $\pm$ 0,00	99-86-5
6	5,45	Limonene	1,79 $\pm$ 0,01	5989-27-5
7	5,716	Sabinene	0,33 $\pm$ 0,00	3387-41-5
8	6,332	1,8 Cineole	38,11 $\pm$ 0,19	470-82-6
9	6,743	$\gamma$ -Terpinene	0,46 $\pm$ 0,19	99-85-4
10	7,72	$\alpha$ -Terpinolene	0,19 $\pm$ 0,01	586-62-9
11	8,650	Linalool	0,57 $\pm$ 0,01	78-70-6
12	9,649	$\alpha$ -Thujone	1,19 $\pm$ 0,01	546-80-5
13	10,016	$\beta$ -Thujone	1,19 $\pm$ 0,01	471-15-8
14	12,361	Borneol	2,28 $\pm$ 0,05	464-45-9
15	12,625	Camphor	12,82 $\pm$ 0,16	567-74-3
16	12,923	Pinocamphone	0,25 $\pm$ 0,00	547-60-4
17	13,425	$\alpha$ -Terpineol	1,87 $\pm$ 0,03	98-55-5
18	16,753	Borneol-acetate	1,84 $\pm$ 0,01	5655-61-8
19	19,319	Carvacrol	0,27 $\pm$ 0,02	499-75-2
20	20,199	Caryophelene	5,19 $\pm$ 0,08	87-44-5
21	20,804	(-)-Alloaromadendrene	0,86 $\pm$ 0,02	25246-27-9
22	21,928	$\alpha$ -Humulene	1,22 $\pm$ 0,03	6753-98-6
23	23,548	(+)-Ledene	0,31 $\pm$ 0,01	21747-46-6
24	28,923	Viridiflorol	2,39 $\pm$ 0,05	552-02-3
25	29,080	Spathulenol	0,45 $\pm$ 0,01	6750-60-3
26	29,242	(-)-Caryophyllene oxide	0,72 $\pm$ 0,02	1139-30-6
Toplam			92,53	

\*Alıkonma süresi

Müller-Riebau ve ark. (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada taze adaçayının (*Salvia fruticosa*) başlıca uçucu bileşeni olan 1,8 cineole'un miktarı 297,3 mg/mL ile en yüksek Temmuz ayında saptanırken Ağustos ayında azalma göstermiştir (193,3 mg/mL). Camphor bileşenin en yüksek konsantrasyonu (75,8 mg/mL) da temmuz ayında saptanmıştır. Buna ek olarak  $\beta$ -pinene (28,3 mg/mL) ve  $\beta$ -caryophelene (25,8 mg/mL) bileşikleri Mayıs ayında en yüksek konsantrasyonu göstermiştir. Çalışmamız ilgili literatür ile karşılaştırıldığında her iki çalışmada da Türkiye'den toplanan adaçaylarının kullanıldığı görülmüş, bu nedenle önemli uçucu bileşenlerin ortaklık gösterdiği

saptanmıştır. Çalışmamızda farklı mevsimde toplanan adaçayı örnekleri açısından bir değerlendirme yapılmamış olup sezona bağlı karşılaştırma yapılmasının uygun olmayacağı belirlenmiştir.

#### 4.2.4. Biberiye uçucu yağ bileşen analizi ve tartışma

Hammadde olarak kullanılan kurutulmuş biberiye yaprağında belirlenen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.58’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.58. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkisinin uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri

Sıra No	RT*(dk)	Bileşenler	% Alan	CAS No
1	2,929	$\alpha$ -Pinene	11,38 $\pm$ 0,09	80-56-8
2	3,404	Camphene	3,98 $\pm$ 0,02	79-92-5
3	4,074	$\beta$ -Pinene	0,54 $\pm$ 0,01	18172-67-3
4	4,350	Mycrene	1,07 $\pm$ 0,01	123-35-3
5	4,755	<i>p</i> -Cymene	0,28 $\pm$ 0,01	99-87-6
6	5,154	$\alpha$ -Terpinene	0,33 $\pm$ 0,00	99-86-5
7	5,457	Limonene	2,96 $\pm$ 0,01	5989-27-5
8	6,354	1,8 Cineole	52,90 $\pm$ 0,46	470-82-6
9	8,639	Linalool	0,61 $\pm$ 0,01	78-70-6
10	12,334	Borneol	6,00 $\pm$ 0,03	464-45-9
11	12,517	Camphor	8,85 $\pm$ 0,05	464-48-2
12	13,490	$\alpha$ -Terpineol	5,41 $\pm$ 0,04	98-55-5
13	16,742	Bornyl acetate	1,31 $\pm$ 0,02	76-49-3
14	18,600	Thymol	0,64 $\pm$ 0,65	89-83-8
15	19,324	Carvacrol	1,20 $\pm$ 0,10	499-75-2
16	20,118	Caryophellene	0,81 $\pm$ 0,02	87-44-5
17	22,651	Eugenol	0,65 $\pm$ 0,00	97-53-0
18	29,220	Caryphelene oxide	0,25 $\pm$ 0,01	1139-30-6
Toplam			99	

\*Alıkonma süresi

Biberiye bitkisinden elde edilen uçucu yağ GC-MS’de analiz edilmiş olup 21 adet bileşen tespit edilmiştir. Ancak bunlardan 18’i tanımlanabilmiştir. Tanımlanabilen uçucu bileşen toplamı, biberiye bitkisinin uçucu yağının %99’unu oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, biberiyenin başlıca uçucu bileşenleri 1,8 cineole (%52,90 $\pm$ 0,46),  $\alpha$ -pinene (%11,38 $\pm$ 0,09), camphor (%8,85 $\pm$ 0,05), borneol (%6,00 $\pm$ 0,03),  $\alpha$ -terpineol

(%5,41±0,04) ve camphene (%3,98±0,02) olarak belirlenmiştir. Alanları %1-4 arasında değişen diğer uçucu bileşenlerin ise sırasıyla, limonene, bornyl acetate, carvacrol ve mycrene olduğu saptanmıştır.

El-Ghorab (2003) yapmış olduğu çalışmada, biberiyeden süperkritik sıvı ekstraksiyonu ile elde ettiği uçucu yağın bileşenlerini %52,31 1,8 cineole, %13,52 camphor, %6,54  $\alpha$ -pinene, %6,17 borneol, %5,48 caryophyllene, %3  $\alpha$ -terpineol ve %2,38 camphene olarak bildirmiştir. Literatür verisi, çalışmamızda belirlenen sonuçlar ile uyumludur.

Baratta ve ark. (1998), endüstriyel üretim yapan bir firmadan temin ettikleri biberiye ekstraktında en önemli uçucu bileşenin 1,8-cineole (%46,6) olduğunu saptamıştır. Diğer bileşenler ise  $\alpha$ -pinene (%11,8), limonene (%9,3),  $\beta$ -pinene (%8,3) ve camphor (%6,1) olarak belirlenmiştir. Literatürde elde edilen sonuçlar çalışmamızla uyum göstermektedir.

Calin-Sanchez ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, taze biberiye yapraklarını farklı oranda vakum uygulaması ile kombine ettikleri mikrodalga kurutma sisteminde kurutmuş ve bu uygulamalara bağlı olarak uçucu bileşen değişimini araştırmıştır. 360 W mikrodalga uygulaması yapılan örneklerde vakum artışına bağlı olarak (72-98kPa) biberiye bitkisinin önemli uçucu bileşenlerinin ( $\alpha$ -pinene, 1,8 cineole, camphor, limonene, borneol,  $\alpha$ -terpineol) konsantrasyonunda azalma görülmüştür.

#### **4.2.5. Bitki çayları karışımı (Miks) uçucu yağ bileşen analizi ve tartışma**

Hammadde olarak kullanılan miks karışımında belirlenen uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4.59'da gösterilmiştir.

Miks bitki karışımından elde edilen uçucu yağda, 37 adet bileşen tespit edilmiştir. Ancak bunlardan 30 adedi tanımlanabilmiştir. Tanımlanabilen uçucu bileşen toplamı, bitki çayları karışımından (miks) elde edilen uçucu yağının %98,29'unu oluşturmaktadır. Bitki çayları karışımının (miks) başlıca uçucu bileşenlerinin 1,8 cineole (%35,79±1,95), L-camphor (%7,04±1,52), borneol (%4,97±1,10),  $\alpha$ -terpineol

(%4,75±1,05),  $\alpha$ -pinene (%4,52±0,55), palmitik asit (%4,27±1,35) ve (-)-borneol (%4,18) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.59. Bitki çayları karışımının (Miks) uçucu yağının GC-MS ile tanımlanabilen bileşenleri

Sıra No	RT*(min)	Bileşenler	% Alan	CAS No
1	2,902	$\alpha$ -Pinene	4,52±0,55	80-56-8
2	3,383	Camphene	1,85±0,42	79-92-5
3	4,350	Mycrene	0,63±0,02	123-35-3
4	4,755	(-)-Borneol	4,18**	464-45-9
5	5,419	Limonene	3,36±1,22	5989-27-5
6	5,544	Camphor	3,39**	76-22-2
7	6,219	1,8 Cineole	35,79±1,95	470-82-6
8	8,039	$\alpha$ -Terpinene	3,94**	99-86-5
9	8,617	Linalool	1,00±0,22	78-70-6
10	12,210	Borneol	4,97±1,10	464-45-9
11	12,377	4-Terpineol	1,19±0,23	562-74-3
12	12,517	L-Camphor	7,04±1,52	464-48-2
13	13,409	$\alpha$ -Terpineol	4,75±1,05	98-55-5
14	14,095	Borneol-acetate	1,25**	5655-61-8
15	16,731	D,L-Isobornyl Acetate	1,41±0,49	92618-89-8
16	17,811	<i>t</i> -Anethole	1,97**	4180-23-8
17	18,578	Caryophyllene	1,39**	87-44-5
18	19,319	Carvacrol	0,90±0,23	499-75-2
19	19,405	Anethole	1,62±0,33	104-46-1
20	20,107	Z-Caryophellene	1,40±0,30	13877-93-5
21	23,615	Eugenol	0,75**	97-53-0
22	29,220	Caryphelene oxide	1,03±0,17	1139-30-6
23	34,136	Myristic acid	1,14	544-63-8
24	35,703	Hexahydrofarnesyl acetone	0,88**	502-69-2
25	40,867	Palmitic acid	4,27±1,35	57-10-3
26	41,334	Heneicosane	0,00**	629-94-7
27	44,238	Phytol	1,00±0,37	150-86-7
28	46,534	Tricosane	1,23**	638-67-5
29	47,009	Linoleik asit	0,72**	60-33-3
30	47,792	Ethyl linoleate	0,75**	544-35-4
Toplam			98,29	

\*Alıkonma süresi

\*\* paraleller arasında standart sapma hesaplanamamıştır.

Bitki çayları karışımında (miks) bulunan uçucu bileşenler bu karışımı oluşturan bitkilerin uçucu bileşenlerini yansıtmaktadır. Biberiye bitkisinin önemli uçucu

bileşenlerinden olan 1,8 cineole,  $\alpha$ -pinene, borneol miks bitki karışımında da saptanmıştır. İhlamur bitkisinde bulunan önemli bileşenlerden olan hexadecanoic acid, 2-phenethyl benzoate, benzyl benzoate, camphor, linalool, carvacrol, anethole, pulegone, menthol, citronellol, geraniol, carvone ve 1,8 cineole (Toker ve ark. 1999) kısmen miks bitki karışımında bulunan uçucu bileşikler ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte mate bitkisinde bulunan önemli uçucu bileşenlerden geranyl acetone, limonene ve  $\beta$ -(E)-ionone, miks bitki karışımında da tespit edilen bileşenlerle uyum göstermiştir (Bastos ve ark. 2006).

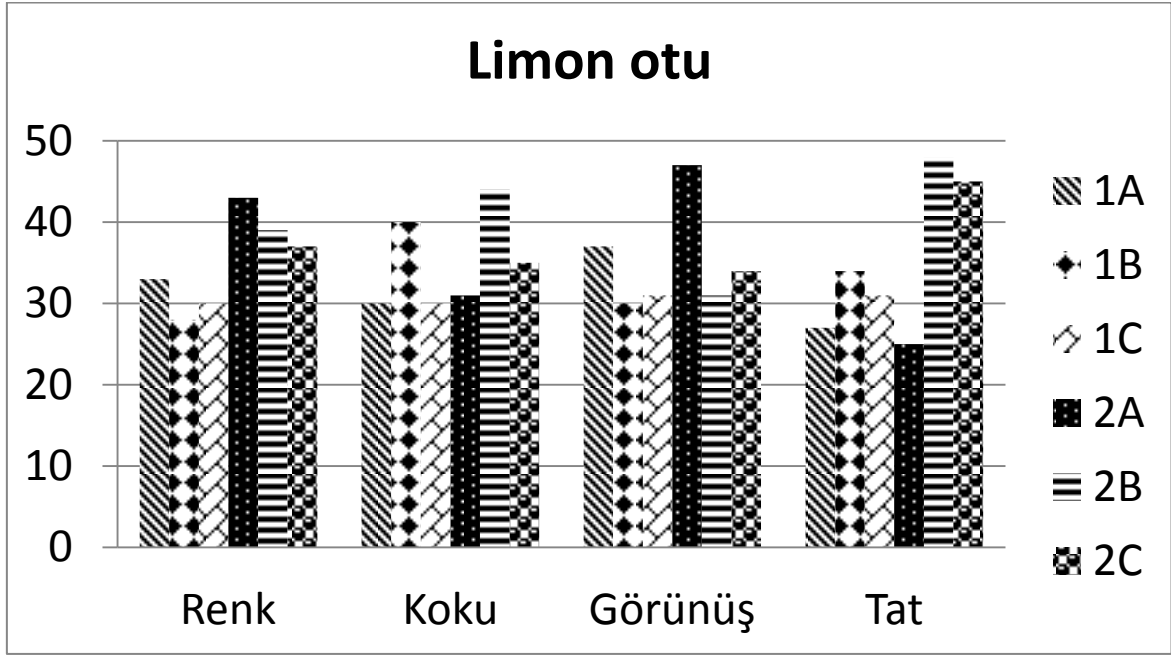
### **4.3. Duyusal Analizler**

#### **4.3.1. Bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi duyusal analiz sonuçları**

Bitki içeceklerinde, bir çoklu kıyaslama testi örneği olan “sıralama testi” uygulanmıştır (Altuğ 1993). Panelistlerden bitki çayı içeceklerini renk, koku, görünüş ve tat özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir.

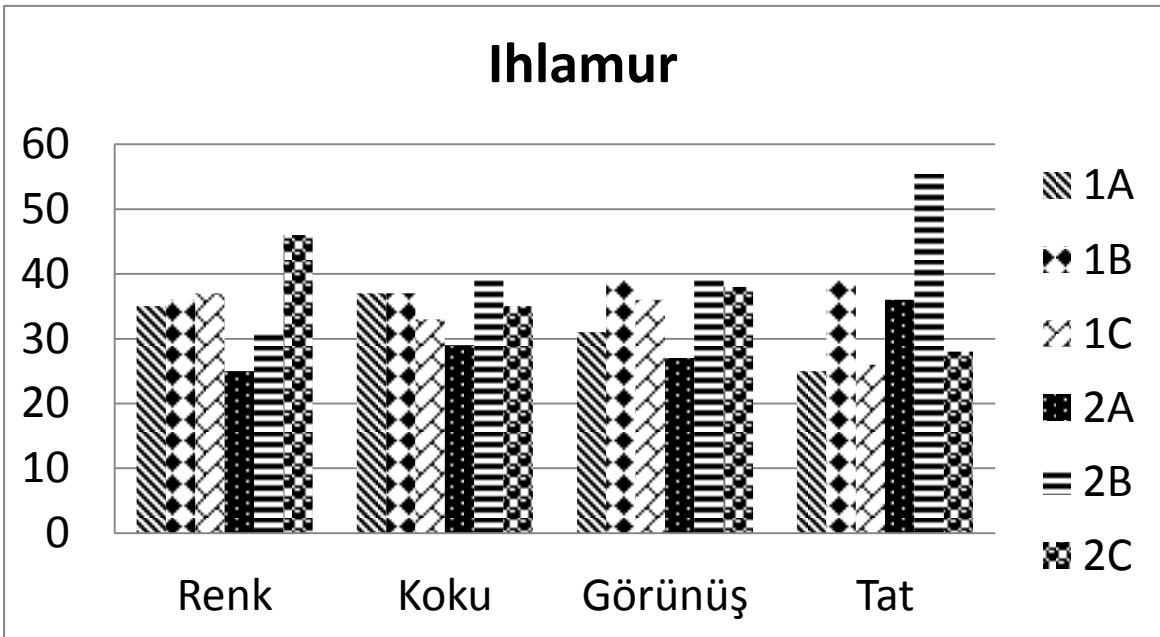
Limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, funda, biberiye, yeşil çay, mate ve miks örneklerinin yapılan sıralama testi sonuçları sırasıyla Şekil 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18’de verilmiştir. Örneklerin sıralama toplamları istatistiksel olarak 6 işlemle (6 örnek), 10 tekrara (10 panelist) karşılık verilen üst değerlere (22-48) göre %5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir (Kramer 1973). Bu yöntemle göre, sıralama toplamları 22’ nin altında olan örnekler %95 olasılıkla tercih edilmiş; 22-48 arasında olan örnekler %95 olasılıkla farklılık göstermemiş; 48’in üzerindeki örnekler ise %95 olasılıkla reddedilmiş, şeklinde yorumlanmıştır.

Limon otu içeceklerinde renk, koku, görünüş ve tat kriterleri dikkate alınarak yapılan sıralama testi sonucunda, sıralama toplamları verilen üst değerler (22–48) arasında olduğu için, örnekler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.10. Limon otu bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

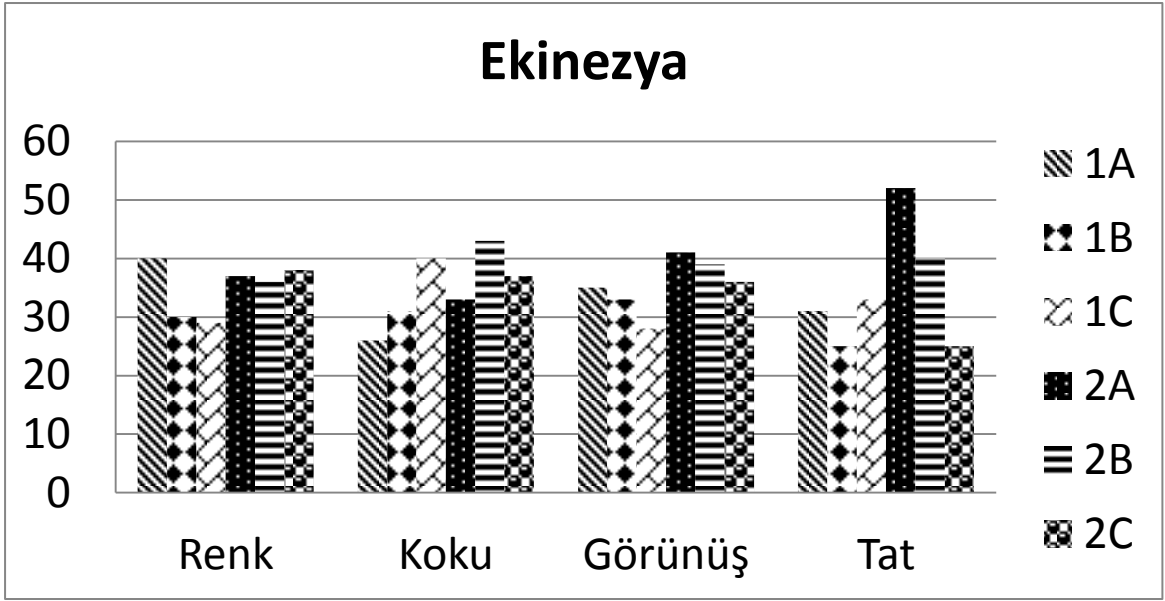
Ihlamur içeceklerine ait duyu analizi sonuçları incelendiğinde, enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış olan 2B örneği, tat kriterine göre verilen üst limitin üzerinde olduğundan (56) panelistlerce %95 olasılıkla reddedilmiştir. Diğer örnekler arasında renk, koku, görünüş ve tat kriterlerince istatistiksel bir fark gözlenmemiştir.



Şekil 4.11. Ihlamur bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

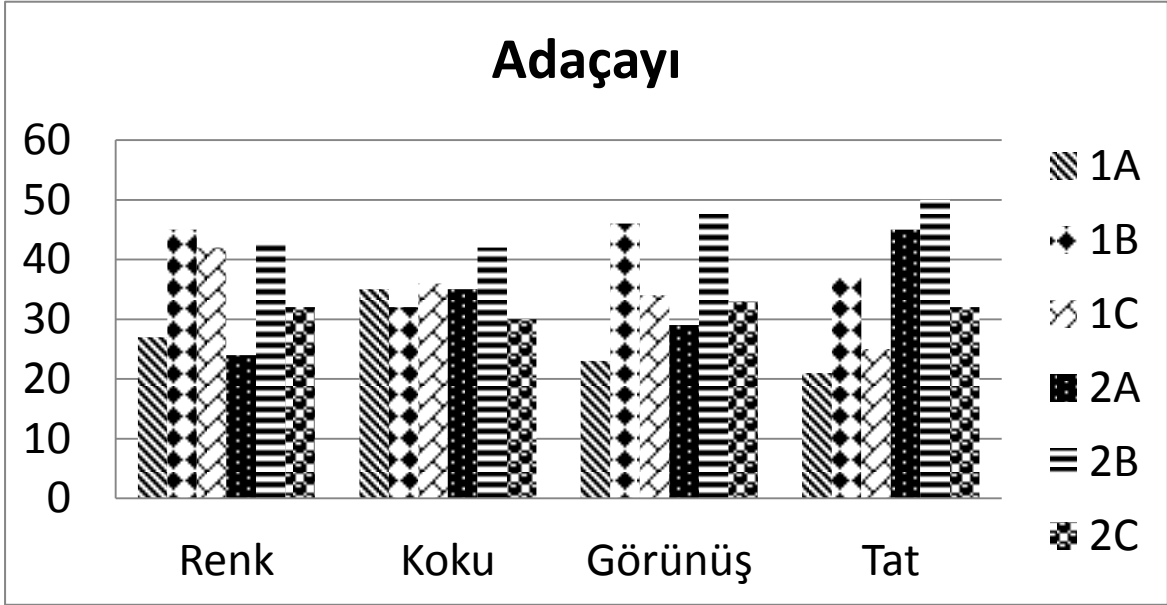


Ekinezya içecekleri tat kriteri açısından incelendiğinde, enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olarak kodlanan “2A” örneğinin sıralama değerleri toplamının 52 puan ile üst değerlerin (22 - 48) üzerinde yer aldığı ve panelistlerce %95 olasılıkla reddedildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, renk, koku, görünüş ve tat kriterlerine göre, diğer örnekler arasında istatistiki olarak bir farklılık görülmemiştir.



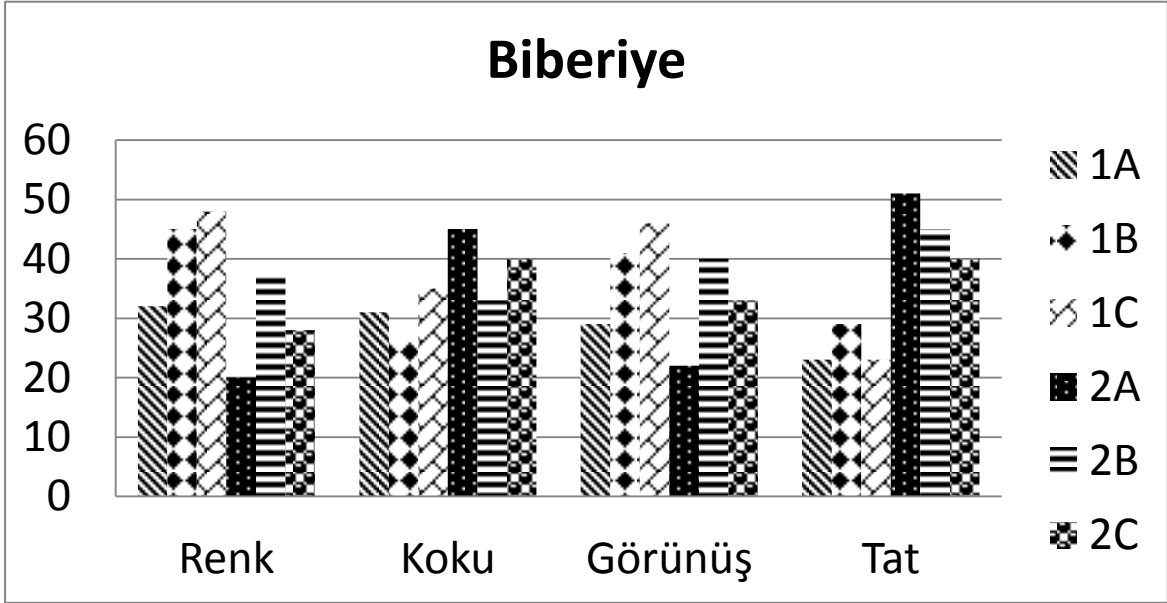
Şekil 4.12. Ekinezya bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

Şekil 4.13 tat kriterine göre incelendiğinde, 1A örneğinin (21) panelistlerce tercih edildiği; 2B örneğinin (50) ise reddedildiği görülmektedir. Adaçayı örneklerinin renk, koku ve görünüş kriterlerine ait analiz sonuçları ele alındığında ise, sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır.



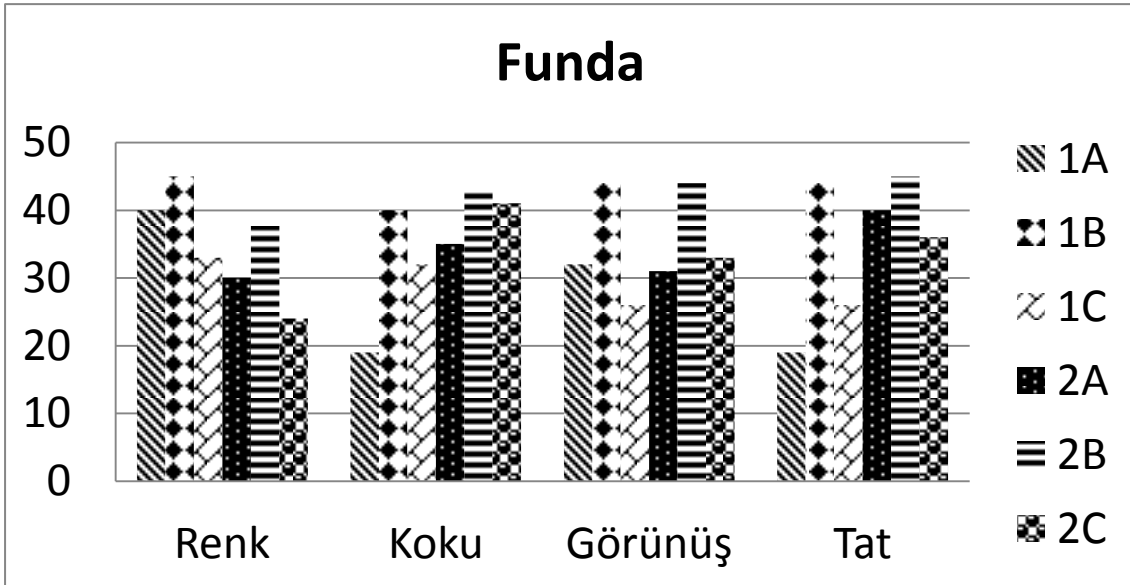
Şekil 4.13. Adaçayı bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

Biberiye içeceklerine ait koku ve görünüş kriterleri incelendiğinde, örnekler arasında istatistiki olarak bir farklılık görülmemiştir. 2A örneğinin, renk kriterince tercih edildiği (20), tat kriterine göre ise reddedildiği (51) belirlenmiştir. Bununla birlikte, renk kriterine göre tercih edilen 2A örneğinin bulanıklık değerinin (NTU:  $1,50 \pm 0,17$ ) de bu sonuçla paralellik gösterdiği ve berrak kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Ayrıca diğer örnekler renk ve tat kriterleri bakımından incelendiğinde, aralarında istatistiki bir fark olmadığı ortaya konmuştur.



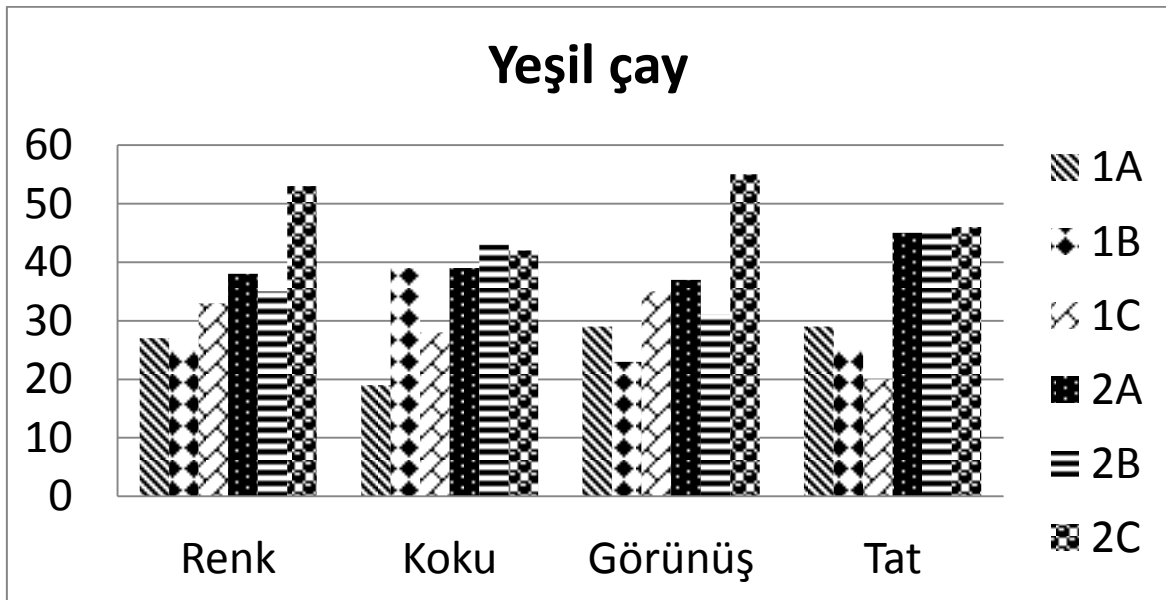
Şekil 4.14. Biberiye bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

Renk ve görünüş kriterleri değerlendirildiğinde, funda içecekleri arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte, sakkarozlu bitki çayı içeceği olan 1A, koku (19) ve tat (19) kriterlerince panelistler tarafından tercih edilen örnek olmuştur. Aynı kriterler bakımından diğer örnekler değerlendirildiğinde ise, istatistiki açıdan bir fark saptanmamıştır.



Şekil 4.15. Funda bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

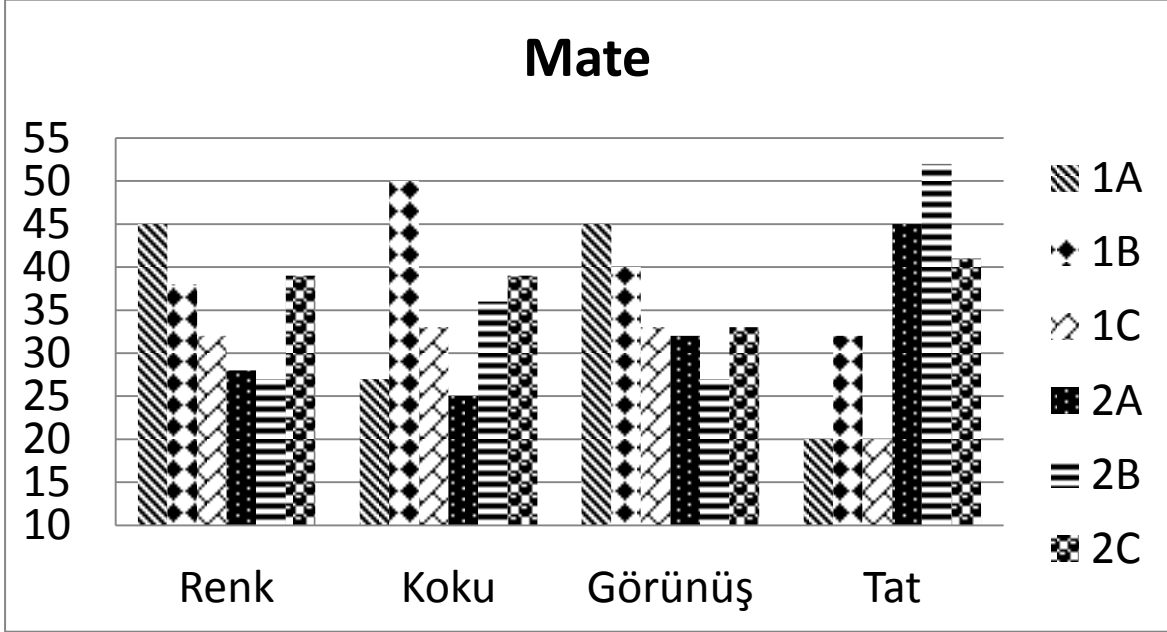
Yeşilçay içecekleri, tat kriterine göre incelendiğinde; örnekler arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Enerjisi azaltılmış ve mineralli su eklenmiş bitki çayı içeceği olan 2C örneği, renk ve görünüş kriterlerince sırasıyla 53 ve 55 puan alarak verilen üst sınırların üzerinde yer almış ve panelistlerce reddedilmiştir. Buna bağlı olarak, 2C örneğinin bulanıklık değerleri NTU:  $3,90 \pm 0,10$  olarak analiz edilmiş olup, bu örnek hafif bulanık kategorisinde yer almıştır. Koku kriteri değerlendirildiğinde, sakkarozlu bitki çayı içeceği olan 1A örneği, 19 puanlık sıralama toplamı ile panelistler tarafından tercih edilmiştir. Diğer örnekler renk, koku ve görünüş kriterleri açısından incelendiğinde, aralarında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir.



Şekil 4.16. Yeşilçay bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

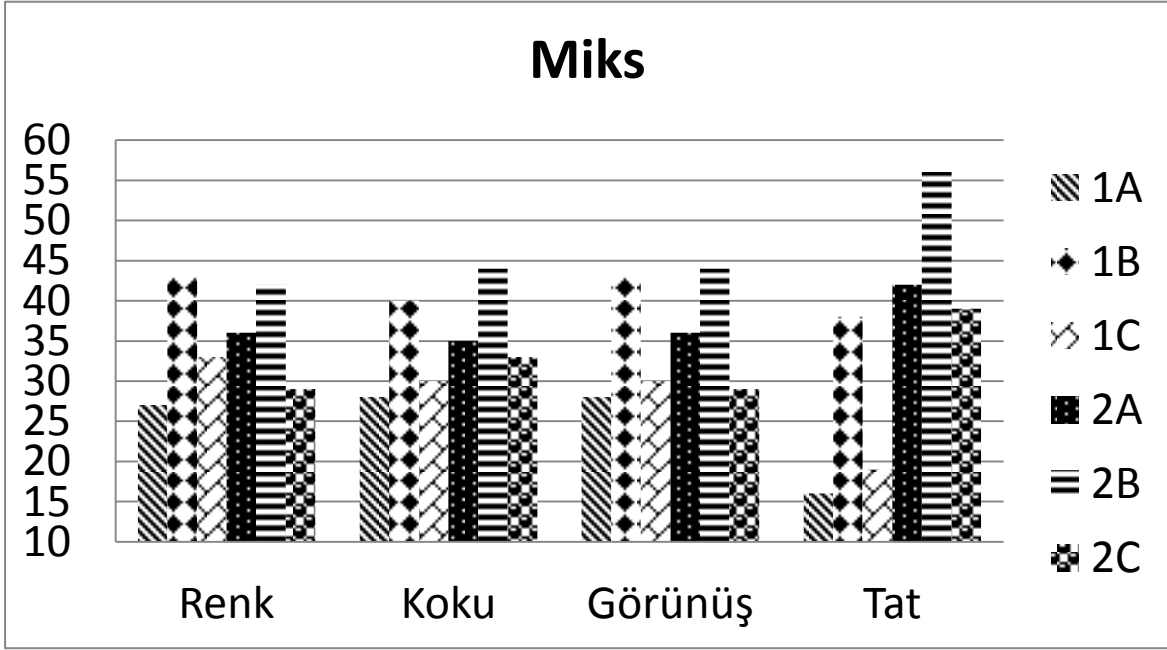
Mate içecekleri, renk kriteri açısından incelendiğinde, örnekler arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Sakkarozlu bitki çayı içeceği 1A ile, sakkarozlu ve doğal mineralli su ilaveli 1C örnekleri, tat kriteri yönünden değerlendirildiğinde panelistlerce tercih edilmiş (20, 20); 2B örneği ise toplam 52 sıralama puanı ile reddedilmiştir. Örnekler koku kriterine göre değerlendirildiğinde, sakkarozla tatlandırılan ve gazlama uygulaması yapılan 1B örneğinin, toplam 50 sıralama puanı ile panelistlerce reddedildiği görülmüştür. Diğer örnekler arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Ayrıca mate bitki çayı içecekleri görünüş kriterince yorumlandığında,

tüm örneklerin birbirine benzer görüntüde olması ve aradaki farkların duyuşal olarak hissedilemeyecek kadar az olması nedeniyle örnekler arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir.



Şekil 4.17. Mate bitki çayı içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

Biberiye, funda, ıhlamur, yeşil çay ve mate çayından elde edilen ekstraktın işlenmesiyle üretilen miks içecekleri, renk, koku ve görünüş kriterlerine göre incelendiğinde, örnekler arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Tat kriterine göre, sırasıyla 16 ve 19 sıralama puanları ile 1A ve 1C örnekleri panelistler tarafından tercih edilirken, 56 sıralama puanı ile 2B örneği reddedilmiştir. Diğer örnekler arasında istatistiksel bir farklılık belirlenememiştir.



Şekil 4.18. Miks içeceklerine ait sıralama testi sonuçları

#### 4.3.2. Bitki çayı içeceklerine ait hedonik test duyu analizi sonuçları

1A, 1B, 1C, 2A, 2B ve 2C olarak kodlanmış içecek çeşitleri üzerine ayrıca “hedonik test” uygulanmıştır. Sıralama testi yönteminde belirtilen panelist grubu ile yapılan hedonik duyu analizi değerlendirilmede, renk, koku, görünüş ve tat kriterleri ele alınmıştır. Buna göre panelistler örnekler 9 puanlı hedonik skalaya göre; “9: çok fazla beğendim, 8: çok beğendim, 7: orta derecede beğendim, 6: az beğendim, 5: ne beğendim, ne beğenmedim, 4: biraz beğenmedim, 3: orta derecede beğenmedim, 2: çok beğenmedim, 1: hiç beğenmedim” olmak üzere puan vermiştir. Bitki çaylarına ait hedonik test sonuçları Çizelge 4.60, 4.61, 4.62, 4.63, 4.64 ve 4.65’te verilmiştir.

Sakkarozlu içecek olan 1A örnekleri renk kriterine göre değerlendirildiğinde, en yüksek değerleri ekinezya ve mate örnekleri alırken, funda 1A içeceğinin en az tercih edilen örnek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.60). Görünüş kriteri incelendiğinde, limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, funda, mate ve miks örneklerinin aynı grupta yer aldığı, yalnızca yeşil çay içeceğinin daha az beğenildiği saptanmıştır. Koku ve tat kriteri ele alındığında, örnekler arasında herhangi bir istatistiksel farklılık görülmemiştir. Buna

bağlı olarak, 1A içecek çeşidinin hedonik skala ile yorumlanması sonucunda, farklı hammaddelerin koku ve tatlarının ayırt edici unsur olmadığı, panelistlerin seçimlerini daha çok renk ve görünüş kriterlerini temel alarak gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

Sakkarozla tatlandırılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 1B içecekleri renk, görünüş ve koku kriterleri açısından değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir. Tat kriteri incelendiğinde ise ekinezya örneğinin en çok tercih edildiği, adaçayının ise en az beğenilen örnek olduğu görülmüştür (izelge 4.61). Bu bağlamda, 1B içeceklerinin duyusal olarak analiz edilmesinde örneklerin kendilerine has aromalarının oldukça önem taşıdığı ve beğeniyi etkileyen en önemli kriter olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.60. 1A kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	6,5±1,51bc	7,1±0,88abc	8,0±0,67a	7,2±1,23abc	6,4±1,51bc	6,2±1,55c	6,5±1,18bc	8,0±0,67a	7,4±0,97ab
Görünüş	7,3±1,42a	7,9±0,74a	7,8±0,79a	8,0±0,67a	7,0±2,05ab	7,6±1,26a	6,1±1,85b	8,0±0,47a	7,7±0,67a
Koku	6,6±1,78	7,2±1,87	6,3±2,26	5,9±2,28	7,1±1,20	6,3±2,00	6,7±2,00	6,5±1,58	7,4±0,97
Tat	6,5±2,32	6,6±2,41	5,9±2,23	4,2±1,87	6,0±2,31	6,8±1,75	6,0±2,31	6,4±1,51	6,6±2,50

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.61. 1B kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	7,0±1,33	7,5±0,85	7,5±1,35	7,6±1,07	7,3±1,34	7,1±1,20	7,3±1,49	7,2±1,23	7,4±1,07
Görünüş	7,7±1,06	7,0±1,25	7,8±0,79	7,7±1,06	7,8±1,23	7,0±1,56	7,7±1,16	7,3±1,57	7,1±1,10
Koku	7,7±0,95	6,8±0,79	7,1±1,52	6,0±2,11	7,5±1,27	6,5±1,27	6,9±1,37	7,3±1,25	7,1±0,99
Tat	6,9±1,60ab	7,4±1,26ab	7,8±1,03a	4,3±2,21c	6,8±1,03ab	6,8±1,75ab	6,5±1,35b	6,4±1,26b	6,6±0,97ab

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir (p<0,05).



Sakkarozla tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilave edilmiş 1C içecekleri, renk ve koku kriterlerine göre değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Görünüş kriteri açısından en çok beğeni kazanan sırasıyla en yüksek puandan düşüğe doğru ıhlamur, miks, limon otu, biberiye, adaçayı, yeşilçay ve ekinezya olarak sıralanan örnekler aynı grupta yer almış olup, funda örneği en az tercih edilen örnek olmuştur (Çizelge 4.62). Tat kriteri incelendiğinde, miks, limon otu ve ıhlamur örnekleri en çok tercih edilen örnekler olarak aynı grupta yer almıştır. Mate çayı ise en az beğeni kazanan örnek olmuştur. Bu anlamda, içeceklerin üretildiği farklı hammaddelerin örneklerin lezzetini etkileyen en büyük faktör olduğu ortaya konulmuştur.

Enerjisi azaltılmış 2A, içecekleri renk ve görünüş kriterlerince değerlendirildiğinde, aralarında herhangi bir istatistiksel farklılık bulunamamıştır. Koku kriteri incelendiğinde, limon otu 2A içeceğinin en beğenilen örnek olduğu, adaçayı, biberiye ve yeşil çay örneklerinin ise aynı grupta yer alarak en az tercih edilen örnekler kategorisinde yer aldığı görülmüştür (Çizelge 4.63). Tat kriterine göre, limon otu örneği en çok tercih edilen örnek olurken, adaçayı içeceği en az beğeni kazanan örnek olarak saptanmıştır. 2A örnekleri koku ve tat kriterlerine göre genel olarak yorumlandığında, limon otu örneğinin en çok tercih edilen bitki çayı olduğu, bu durumun aksine adaçayı ve biberiye örneklerinin ise panelistler tarafından en az derecede beğenildiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.62. 1C kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	7,5±0,97	7,5±0,85	7,5±1,35	7,1±1,10	6,7±1,34	6,8±1,81	6,8±1,48	6,9±1,45	7,8±0,79
Görünüş	7,7±1,06a	8,0±0,67a	7,5±0,85a	7,6±0,97a	7,6±0,84a	6,2±1,81b	7,6±0,97a	7,1±1,29ab	7,9±0,74a
Koku	7,6±0,97	7,1±1,37	6,1±1,10	6,2±2,39	6,9±1,45	6,8±1,48	6,5±1,43	7,2±1,48	7,0±1,15
Tat	7,9±0,99a	7,9±1,29a	6,8±1,40bc	5,4±1,43de	7,5±0,53ab	6,0±1,41cd	6,9±0,99abc	4,7±1,49e	7,9±0,74a

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir (p<0,05).

Çizelge 4.63. 2A kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	7,1±1,91	7,1±1,37	7,5±1,72	6,5±1,35	6,7±1,25	6,1±1,85	5,3±2,16	7,0±1,63	7,1±1,85
Görünüş	7,2±1,40	6,2±2,62	6,6±2,07	7,3±1,25	6,3±1,16	6,9±1,79	6,5±1,96	7,5±1,35	7,4±1,43
Koku	8,0±0,82a	6,6±1,96abc	6,0±1,70bc	5,8±2,44c	5,7±1,64c	6,3±1,34bc	5,7±1,42c	6,5±1,27bc	7,3±0,95ab
Tat	8,1±0,88a	7,0±1,05ab	6,2±1,14bc	3,5±2,07d	5,2±1,93c	4,9±1,73cd	5,7±1,49bc	4,9±1,45cd	6,7±2,21ab

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir (p<0,05).

Enerjisi azaltılmış ve gazlama uygulaması yapılmış 2B kodlu içecekler renk, görünüş ve koku ölçütleri açısından değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. 2B kodlu bitki çayı içecekleri tat kriterine göre değerlendirildiğinde, limon otu örneğinin 2A içeceklerinde de olduğu gibi en çok, adaçayının ise en az tercih edilen örnek olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 4.64).

Enerjisi azaltılmış ve doğal mineralli su ilave edilmiş 2C kodlu içecekler renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. Renk ve görünüş kriterlerine göre, limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, biberiye, funda, mate çayı ve miks aynı grupta yer alarak en çok tercih edilen örnekler olarak gruplandırılmış, yeşil çay ise en az beğenilen örnek olmuştur (Çizelge 4.65). Koku kriterine göre, limon otu ve miks aynı grupta yer alarak en çok, ekinezya ve funda ise en az beğeni kazanan örnek olmuştur. 2C içecekleri tat kriteri açısından incelendiğinde, limon otu örneğinin en çok, ekinezyanın ise en az beğenilen örnek olduğu görülmüştür. 2C örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde, limon otu örneğinin renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince en çok tercih edilen örnek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.64. 2B kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	7,1±1,79	6,7±1,34	7,6±1,51	6,9±1,37	7,3±0,95	6,4±1,51	6,4±2,07	7,1±1,66	6,8±2,30
Görünüş	6,5±2,07	5,8±2,15	7,5±1,18	7,3±1,16	7,0±1,56	7,1±0,99	7,0±1,33	6,7±2,16	7,2±0,92
Koku	7,1±0,99	6,2±2,04	5,1±1,73	5,2±2,15	5,8±1,93	5,6±1,90	5,6±1,71	6,7±1,16	6,8±1,23
Tat	7,2±1,14a	6,0±1,83abc	6,2±1,40ab	3,4±2,37d	5,3±1,42bc	5,5±1,72bc	4,8±2,04bcd	4,6±1,43cd	6,3±1,70ab

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.65. 2C kodlu bitki çayı içeceklerine ait hedonik test sonuçları

	<b>Limon otu</b>	<b>Ihlamur</b>	<b>Ekinezya</b>	<b>Adaçayı</b>	<b>Biberiye</b>	<b>Funda</b>	<b>Yeşil Çay</b>	<b>Mate Çayı</b>	<b>Miks</b>
Renk	6,8±1,55a	7,0±1,70a	7,6±1,17a	7,6±1,26a	6,4±1,78a	6,2±1,69a	4,2±2,70b	6,8±1,81a	7,6±1,84a
Görünüş	7,5±1,08a	7,2±1,69a	7,9±0,88a	8,0±0,82a	7,0±2,21a	6,6±2,07a	4,1±2,69b	6,9±0,99a	7,5±1,72a
Koku	7,3±1,64a	6,5±1,51ab	4,4±2,80c	6,4±1,35ab	6,6±1,07ab	5,4±1,84bc	6,3±1,16ab	6,5±1,78ab	7,0±1,41a
Tat	7,5±1,08a	6,6±1,51ab	3,6±2,46d	5,7±2,11bc	6,1±1,52abc	6,2±1,62abc	5,2±2,20bcd	4,9±1,79cd	6,8±1,48ab

Aynı satırda yer alan ve farklı harflerle gösterilen ortalama değerler istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Bitki çayı içecekleri bitkiler bazında genel bir perspektif ile değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Limon otu içecekleri için en iyi renk 2C, görünüş 1C, koku ve tat 2A örneğinden elde edilmiştir.
- Ihlamur içeceklerinde en iyi renk 2C, görünüş 1A, koku 2C ve tat kriteri 1C örneklerinden elde edilmiştir.
- Ekinezya içeceklerinde ise en iyi renk 1A, görünüş 2C, koku 2C ve tat kriteri 1B örneklerinden elde edilmiştir.
- Adaçayı içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince incelendiğinde en çok tercih edilen örneğin 2C olduğu saptanmıştır.
- Biberiye içeceklerinde renk, görünüş ve koku kriterlerince 2C örneğinin, tat kriterine göre ise 1C örneğinin tercih edildiği görülmüştür.
- Funda içeceklerinde en iyi renk 2C, görünüş 1A, koku 2A ve tat 1B örneklerinden sağlanmıştır.
- Yeşil çay içeceklerinde en iyi renk 2C, görünüş 1C, koku 2C ve tat 1B örneklerinden elde edilmiştir.
- Mate içeceklerinde en iyi renk ve görünüş 1A, koku 2C ve tat 1B örneklerinden elde edilmiştir.
- Miks içeceklerinde ise renk 2C, görünüş 1A, koku 2C ve tat 1C örneklerinden elde edilmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada limon otu (*Lippia citriodora*), ıhlamur (*Tilia argentea*), ekinezya (*Echinacea purpurea*), adaçayı (*Salvia triloba*) biberiye (*Rosmarinus officinalis*), funda (*Erica arborea*), yeşil çay (*Camellia sinensis*), mate (*Ilex paraguarensis*) bitkileri ile miks olarak adlandırılmış bitki karışımı materyal olarak kullanılarak, farklı formlarda bitki çayı içeceği üretimi yapılmıştır. Bitki çayı içeceği üretiminde, sakkaroz ilave edilmiş bitki çayı içeceği (1 kodlu) ve enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği (2 kodlu) olmak üzere iki farklı ana uygulama yapılmıştır. Bu kategorilerin her biri içerisinde, bitki çayı içeceği (A), gazlı bitki çayı içeceği (B) ve doğal mineralli su ilaveli bitki çayı içeceği (C) olarak adlandırılan üç ayrı çeşit içecek üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu içeceklerin üretimi ile piyasada bulunmayan yeni ve fonksiyonel bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Yıl içerisinde özellikle kış aylarında sıcak olarak tüketilen bitki çaylarının, farklı formlarının üretimiyle soğuk olarak, istenirse de ısıtılarak sıcak olarak tüketilebilmesi sağlanmış, dolayısıyla bitki çayı tüketiminin tüm mevsimlere yayılması sağlanmıştır.
2. Tatlandırıcı kullanılan ürün çeşitlerinde, şeker oranının düşürülmesi ve enerjisinin azaltılması ile, tüketiciye sakkaroz içeren ürünlere kıyasla daha düşük kalorili ürünler sunulmuştur. Bu uygulama, özellikle aşırı şeker tüketiminden kaçınan bireyler ve diyabet hastaları için bir alternatif oluşturmuştur.
3. Bitki çayı içeceklerinin gazlanması ile ürünün ferahlatıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özelliği arttırılmıştır. Buna bağlı olarak piyasada mevcut gazlı içecek ürün portföyüne alternatif bir içecek üretilmiştir.
4. Bitki çayı içeceklerine doğal mineralli su eklenmesi ile, günlük diyetle alınması gereken mineral ihtiyacının önemli bir bölümü karşılanabilecektir.

5. Yağ yakma özelliği olduğu öne sürülen bitkilerden hazırlanan bitki çayı miksi, farklı formlarda (enerjisi azaltılmış, doğal mineralli su ilavesi yapılmış, gazlanmış) içeceğe dönüştürülerek alternatif yeni bir ürün elde edilmiştir.
6. Ülkemiz içecek pazarında, üretilmesi planlanan bu içecek çeşitlerine eş değer ürün bulunmamaktadır. Bu nedenle, patent alma olasılığının yüksek olması çalışmanın önemini artırarak, özgünlüğünü ortaya koymaktadır.
7. Hammadde üreticilerinin, ürünlerinden katma değeri yüksek yeni bir ürün elde edileceğini bilmeleri, onların bu ürünleri kültüre alarak, tarımını yapmalarına olanak sağlayacaktır. Bu da istihdamın ve ürün yelpazesinin artmasına ve birim maliyetlerin düşmesine olanak tanıyacaktır.
8. Söz konusu bitkilerden farklı formlarda içecek elde edilmesiyle, toplumun her bölge ve kesiminden tüketiciye bu fonksiyonel ürünün ulaştırılması mümkün olacaktır. Tıbbi ve aromatik bitkiler yönünden zengin bir floraaya sahip ülkemizin, bu potansiyelinden yararlanarak ülke ekonomisine ihracat boyutunda da katkı sağlaması beklenen faydalar arasındadır.
9. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “sıralama testi” duyuusal analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir. Bu duyuusal analiz yönteminde, aynı hammaddeden üretilen içecek çeşitleri arasında renk, görünüş, koku ve tat kriterlerine göre kıyaslama yapılmıştır. Limon otu içecekleri arasında renk, koku, görünüş ve tat kriterleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır. Ihlamur içeceklerinde 2B örneği, tat kriterine göre %95 olasılıkla reddedilirken, diğer örnekler arasında renk, koku, görünüş ve tat kriterlerince istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. Ekinezya örneklerinde tat kriteri açısından 2A örneği panelistlerce % 95 olasılıkla reddedilirken, renk, koku, görünüş ve tat kriterlerine göre, diğer örnekler arasında istatistiki olarak bir farklılık görülmemiştir. Adaçayı içecekleri tat kriterine göre değerlendirildiğinde 1A örneğinin panelistlerce tercih edildiği; 2B örneğinin ise reddedildiği

belirlenmiştir. Funda içecekleri renk ve görünüş kriterine göre değerlendirildiğinde içecekler arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte, sakkarozlu bitki çayı içeceği olan 1A, koku ve tat kriterlerince panelistler tarafından tercih edilen örnek olmuştur. Biberiye içeceklerine ait koku ve görünüş kriterleri incelendiğinde, örnekler arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık görülmemiştir. 2A örneğinin, renk kriterince tercih edildiği, tat kriterine göre ise reddedildiği belirlenmiştir. Yeşilçay içecekleri, tat kriterine göre incelendiğinde; örnekler arasında istatistiki açıdan herhangi bir farklılık görülmemiştir. Enerjisi azaltılmış ve mineralli su ilave edilmiş bitki çayı içeceği olan 2C örneği, renk ve görünüş kriterlerine göre panelistlerce reddedilmiştir. Koku kriterine göre ise 1A örneği tercih edilen örnek olmuştur. Mate bitki çayı içecekleri, renk kriteri açısından incelendiğinde, örnekler arasında istatistiksel herhangi bir farklılık görülmemiştir. Sakkarozlu bitki çayı içeceği 1A ile, sakkarozlu ve doğal mineralli su ilaveli 1C örnekleri, tat kriteri yönünden panelistlerce tercih edilmiş; 2B örneği ise reddedilmiştir. Örnekler koku kriterine göre değerlendirildiğinde, sakkarozla tatlandırılan ve gazlama uygulaması yapılan 1B örneğinin reddedildiği görülmüştür. Miks içecekleri, renk, koku ve görünüş kriterlerine göre incelendiğinde, örnekler arasında istatistiki açıdan bir farklılık görülmemiştir. Tat kriterine göre, 1A ve 1C örnekleri panelistler tarafından tercih edilirken, 2B örneği reddedilmiştir.

10. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçları aşağıda yer almaktadır. Bu duyuşsal analiz yönteminde, içecek çeşitleri baz alınarak hammaddeler arasında renk, görünüş, koku ve tat kriterlerine göre kıyaslama yapılmıştır. Buna göre 1A içecekleri, renk kriterine göre değerlendirildiğinde, en yüksek değerleri ekinezya ve mate çayı örnekleri alırken, funda 1A içeceğinin en az tercih edilen örnek olduğu görülmüştür. Görünüş kriteri incelendiğinde, limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, funda, mate ve miks örneklerinin aynı grupta yer aldığı, yalnızca yeşil çay içeceğinin daha az beğenildiği saptanmıştır. Koku



ve tat kriteri ele alındığında, örnekler arasında herhangi bir istatistiksel farklılık görülmemiştir.

11. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçlarına göre 1B içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince hammadde bazında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Sakkarozla tatlandırılmış ve gazlama uygulaması yapılmış bitki çayı içeceği olan 1B kodlu örnekler, renk, görünüş ve koku kriterleri açısından değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Tat kriteri incelendiğinde ise ekinezya örneğinin en çok tercih edildiği, adaçayının ise en az beğenilen örnek olduğu görülmüştür.
12. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçlarına göre 1C içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince hammadde bazında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Sakkarozla tatlandırılmış ve doğal mineralli su ilave edilmiş 1C bitki çayı içecekleri, renk ve koku kriterlerine göre değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Görünüş kriteri açısından en çok beğeni kazanan örnekler sırasıyla en yüksek puandan düşüğe doğru ıhlamur, miks, limon otu, biberiye, adaçayı, yeşilçay ve ekinezya olarak sıralanan örnekler aynı grupta yer almış olup, funda örneği en az tercih edilen örnek olmuştur. Tat kriteri incelendiğinde, miks, limon otu ve ıhlamur örnekleri en çok tercih edilen örnekler olarak aynı grupta yer almıştır. Mate çayı ise en az beğeni kazanan örnek olmuştur.
13. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçlarına göre 2A içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince hammadde bazında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Enerjisi azaltılmış bitki çayı içeceği olan 2A kodlu örnekler, renk ve görünüş kriterlerince değerlendirildiğinde, aralarında herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmamıştır. Koku kriteri incelendiğinde, limon otu 2A içeceğinin en beğenilen örnek olduğu, adaçayı, biberiye ve yeşil çay örneklerinin ise aynı grupta yer alarak en az tercih edilen örnekler

kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Tat kriterine göre, limon otu örneği en çok tercih edilen örnek olurken, adaçayı içeceği en az beğeni kazanan örnek olarak saptanmıştır. 2A örnekleri koku ve tat kriterlerine göre genel olarak yorumlandığında, limon otu örneğinin en çok tercih edilen bitki çayı olduğu, bu durumun aksine adaçayı ve biberiye örneklerinin ise panelistler tarafından en az derecede beğenildiği belirlenmiştir.

14. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçlarına göre 2B içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince hammadde bazında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. 2B içecekleri renk, görünüş ve koku kriterince değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Tat kriterine göre limon otu örneğinin 2A içeceklerinde de olduğu gibi en çok, adaçayının ise en az tercih edilen örnek olduğu ortaya konulmuştur.

15. Bitki çayı içeceklerine uygulanan “hedonik test” sonuçlarına göre 2C içecekleri, renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince hammadde bazında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. 2C içecekleri renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince değerlendirildiğinde, örnekler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Renk ve görünüş kriterlerine göre, limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, biberiye, funda, mate çayı ve miks aynı grupta yer alarak en çok tercih edilen örnekler olarak gruplandırılmış, yeşil çay ise en az beğenilen örnek olmuştur. Koku kriterine göre, limon otu ve miks aynı grupta yer alarak en çok, ekinezya ve funda ise en az beğeni kazanan örnek olmuştur. Tat kriteri açısından limon otu örneğinin en çok, ekinezyanın ise en az beğenilen örnek olduğu görülmüştür. 2C örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde, limon otu örneğinin renk, görünüş, koku ve tat kriterlerince en çok tercih edilen örnek olduğu saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

**Abad, M.J., Sanchez, S., Bermejo, P., Villar, A., Carrasco, L., 1997.** Antiviral activity of medicinal plant extracts. *Phytotherapy Research*, 11: 198-202.

**Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M. 1998.** Antifungal Activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* Essential Oils against Human Pathogenic Fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 1739-1745.

**Akış, T. 2010.** Piyasada çay olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik yapılarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

**Akrout, A., Mighri, H., Krid, M., Thabet, F., Turki, H. 2012.** Chemical Composition and Antioxidant Activity of Aqueous Extracts of Some Wild Medicinal Plants in Southern Tunisia. *International Journal of Life Science and Medical Science*. 2: 1-4.

**Akşit, Z. 2013.** Nane (*Mentha Piperita L.*) ve Kekik (*Thymus Vulgaris*) Bitkilerinden Üretilen Suda Çözünebilir Çayın Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.

**Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., Albayrak, S. 2012.** Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of some medicinal herbs consumed as tea and spices in Turkey. *Journal of Food Biochemistry*. 36: 547-554.

**Al-Ghamdi, S.M., Cameron, E.C., Sutton, R.A. 1994.** Magnesium deficiency: pathophysiologic and clinical overview. *American Journal of Kidney Diseases*. 24: 737-54.

**Ali, H.F.M., El-Beltagi, H., Nasr, N.F. 2008.** Assesment of volatile components, free radical-scavenging capacity and anti-mikrobial activity of lemon verbena leaves. *Research Journal of Phytochemistry*. 2(2): 84-92.

**Almajano, M. P., Carbo, R., Lopez Jimenez, J.A., Gordon, M.H. 2008.** Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. 108: 55-63.

**Altuğ, T. 1993.** Duyusal Test Teknikleri. EÜ Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir, 56 s.

**Alvarez, S., Riera, F.A., Alvarez, R., Coca, J., Cuperus, F.P., Th Bouwer, S., Boswinkel, G., van Gemert, R.V., Veldsink, J.W., Giorno, L., Donato, L., Todisco, S., Drioli, E., Olsson, J., Tragardh, G., Gaeta, S.N., Panyor, L. 2000.** A new integrated membrane process for producing clarified apple juice and apple juice aroma concentrate. *Journal of Food Engineering*. 46: 109-125.

**Amezouar, F., Hsaine, M., Bourhim, N., Faugroch, H. 2013.** Antioxidant and anti-inflammatory activities of Moroccan Erica arborea L. *Pathologic Biology*. 61: 254-258.

**Anonim, 1993.** ADA Reports, Position of The American Dietetic Association, Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. The American Dietetic Association, 93(7):818-825.

**Anonim, 2005.** JMP (Six Sigma) JMP Statistical Software, Version 6. SAS Institute, Cary, NC 27513, USA.

**Anonim 2007**

[http://www.nmkl.org/index.php?option=com\\_zoo&task=item&item\\_id=359&Itemid=319&lang=en](http://www.nmkl.org/index.php?option=com_zoo&task=item&item_id=359&Itemid=319&lang=en)

**Anonim 2012a** <http://www.baka.org.tr/uploads/1357649536TiBBi-VE-AROMATiK-BiTKiLER-SEKTOR-RAPORU-5ARALiK.pdf>

**Anonim, 2012b.**

[http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/kodeks\\_yonetmelik/gida\\_katki\\_maddeleri\\_yonetmelik.html](http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/kodeks_yonetmelik/gida_katki_maddeleri_yonetmelik.html)

**Anonim, 2012c.** <http://www.buski.gov.tr/SuKaliteRaporlari.aspx? PG=3&KOD=>

**Anonim, 2014a.** <https://www.nrv.gov.au/nutrients>

**Anonim, 2014b.** <https://www.tse.org.tr>, siyah ay, bitkisel Çaylar, kahve, baharatlar, eşni maddeleri ve gıda katkıları.

**Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Altun, M. 2005.** Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (II)-neocuproine as chromogenic oxidant: The CUPRAC method. *Free Radical Research*. 39(9): 949-961.

**Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Erağ, E. 2006.** The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 57(5/6): 292-304.

**Argyropoulou, C., Daferera, D., Tarantilis, P.A., Fasseas, C., Polissiou, M. 2007.** Chemical composition of the essential oil from leaves of Lippia citriodora H.B.K. (Verbenaceae) at two developmental stages. *Biochemical Systematics and Ecology*. 35: 831-837.

**Arslan, D., Özcan, M.M. 2008.** Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management*. 49: 1258–1264.

**Ashurt, P.R. 2005.** Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices, Blackwell Publishing, 2nd edition, USA, 369 pp.

**Aucamp, J.P., Harab, Y., Apostolidesa , Z. 2000.** Simultaneous analysis of tea catechins, caffeine, gallic acid, theanine and ascorbic acid by micellar electrokinetic capillary chromatography. *Journal of Chromatography A*. 876: 235–242.

**Ay, M., Bahadori, F., Öztürk, M., Kolak, U., Topçu, G. 2007.** Antioxidant activity of *Erica arborea*. *Fitoterapia*. 78: 571-573.

**Ayyıldız, Y. 2008.** *Melissa officinalis* L. Subsp. *officinalis*'ten elde edilen polifenoloksidazın karakterizasyonu ve fenolik madde içeriğinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir.

**Bakker, J., Pridle, P., Timberlake, C.F. 1986.** Tristimulus measurements (CIELAB 76) of portwine colour. *Vitis*. 25: 67 -78

**Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Ruberto, G. 1998.** Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*. 13: 235-244.

**Bailey-Shaw, Y.A., Salmon, C.N.A., Green, C.E., Hibbert, S.L., Smith, A.M., Williams, L.A.D. 2012.** Evaluation of the nutraceutical potential of *Rhytidophyllum tomentosum* (L.) Mart.:HPTLC fingerprinting, elemental composition, phenolic content and *in vitro* antioxidant activity. *Pharmaceutical crops*. 3: 47-63.

**Barbooti, M.M., Al-Sammerrai, D.A. 1986.** Thermal decomposition of citric acid. *Thermochimica Acta*. 98(1): 119-126.

**Barut, B. 2011.** Antioxidant capacities of selected fruits and herbal teas consumed in regular diet and their antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus*, *MS Thesis*, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of METU, Ankara.

**Bastos, D.H.M., Fornari, A.C., Queiroz, Y.S., Torres, E.A.F.S. 2006.** Bioactive Compounds Content of Chimarrão Infusions Related to the Moisture of Yerba Maté (*Ilex Paraguariensis*) Leaves. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 49(3): 399-404.

**Bastos, D.H.M., Ishimoto, E.Y., Marques, M.O.M., Ferri, A.F., Torres, E.A.F.S. 2006.** Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusions, *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 538–543.

**Başgel, S., Erdemoğlu, S.B. 2006.** Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science and Total Environment*, 359 (1–3): 82–89.

**Bates, M.N., Hopenhayn, C., Rey, O.A, Moore, L.E. 2007.** Bladder cancer and Mate consumption in Argentina: a case-control study. *Cancer Lett.* 246: 268–273.

**Baublis, A.J., Clydesdale, F.M., Decker, E.A. 2000.** Antioxidants in Wheat Based Breakfast Cereals, *Cereals Foods World*, 45:71-74.

**Baydar, H. 2005.** Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın no: 51, Isparta. 216 s.

**Baydar, H., Baydar, N.G. 2005.** The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). *Ind Crop Prod*, 21: 251-255.

**Bayram, E., Kırıcı, E., Tansi, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. Telci, I. 2010.** Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.

**Baytop, T. 1984.** Türkiye’de zehirli bitkiler, bitki zehirlenmeleri ve tedavi yöntemleri. İ.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları, İstanbul, 290.

**Beck, C. 2007.** Healthy Nutrition: Growth Impulse for the Juice Industry, IFU Congress the Netherlands, 15th Edition.

**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: 70-76.

**Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. 2005.** Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry.* 82(4): 390-393.

**Beveridge, T. 1997.** Haze and Cloud in Apple Juices. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 37 (1): 75-91.

**Bouayed, J., Hoffmann, L., Bohn, T. 2011.** Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry.* 128:14-21.

**Boulton, R. 1980.** The relationship between total acidity, titratable acidity and pH in grape tissue. *Vitis.* 19: 113-120.

**Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S. 1990.** Food Additives. Marcel Dekker Inc. Newyork, 736 p.

**Brody, T. 1998.** Nutritional Biochemistry. Academic Press, San Diego, CA, USA. pp 1006.

**Büyükuncel, E. 2013.** Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*. 17: 93-103.

**Calin-Sanchez, A., Szumny, A., Figiel, A., Jalozyński, K., Adamski, M., Carbonell-Barrachina, A.A. 2011.** Effects of vacuum level and microwave power on rosemary volatile composition during vacuum–microwave drying. *Journal of Food Eng.* 103: 219-227.

**Canadovic-Brunet, J., Cetkovic, G., Djilas, S., Tumbas, V., Bogdanovic, G., Mandic, A. 2008.** Radical scavenging, antibacterial and antiproliferative activities of *Melissa officinalis* L. Extracts, *J. Med. Food*. 11(1): 133-143.

**Caris-Veyrat, C., Amiot, M.J., Tyssandier, V., Grasselly, D., Buret, M., Mikolajczak, M., Guillan, J.C., Bouteloup-Demange, C., Borel, P. 2004.** Influence of organic versus conventional agricultural practice on antioksidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 6503- 6509.

**Carlsen, M.H., Halvorsen, B.L., Holte, K., Bøhn, S.K., Dragland, S., Sampson, L., Willey, C., Senoo, H., Umezono, Y. Sanada, C., Barikmo, I., Berhe, N., Willett, W.C., Phillips, K.M., Jacobs Jr, D.R., Blomhoff, R. 2010.** The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition Journal*. 9(3): 1-11.

**Carnat, A.P., Carnat, A., Fraisse, D., Lamaison, J.L. 1998.** The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L. subsp. *officinalis*) tea. *Pharmaceutics Acta Helvetiae*. 72: 301-305.

**Cemeroğlu, B. 2009.** Meyve ve sebze işleme teknolojisi: 1. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizim Grup Basımevi, Ankara, 707 s.

**Cemeroğlu, B. 2007.** Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 535 s.

**Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Mehmet, Ö. 2001.** Meyve ve sebze işleme teknolojisi: Meyve ve sebzelerin bileşimi soğukta depolanmaları, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 327 s.

**Chan, E.W.C., Kong, L.Q., Yee, K.Y., Chua, W.Y., Loo, T.Y. 2012.** Antioxidant and antibacterial properties of some fresh and dried Labiatae herbs. *Free Rad. Antiox* 2(3): 20-27.

**Chandini, S.K., Rao, L.J., Subramanian, R. 2013.** Membrane Clarification of Black Tea Extracts. *Food Bioprocess Technol*. 6: 1926–1943

**Cheynier, V., Fulerand, H., Guyot, S., Oszmianski, J., and Moutounet, M., 1995.** Reactions of enzymically generated quinones relation to browning in grape musts and wines: Enzymatic browning and its prevention. Editorler: Lee, C.Y., Whitaker, J.R., ACS, Washington, DC. pp: 338.

**Chohan, M., Forster-Wilkins, G., Opara, E.I. 2008.** Determination of the antioxidant capacity of culinary herbs subjected to various cooking and storage processes using the ABTS\*+ radical cation assay. *Plant Foods Hum Nutr.* 63: 47–52.

**Chu, D.C., Juneja, L.R. 1997.** General Chemical Composition of Green Tea and its Infusions: Chemistry and Applications of Green Tea. Editörler: Yamamoto, T., Juneja, L.R., Chu, D.C., Kim, M., CRC Press, s.13-22.

**Cosio, M.S., Buratti, S., Mannino, S., Benedetti, S. 2006.** Use of electrochemical method to evaluate the antioksidant activity of herb extracts from the Labiatae family. *Food Chemistry.* 97: 725–731.

**Costa, L.M., Gouveia, S.T., Nobrega, J.A. 2002.** Comparison of heating extraction procedures for Al, Ca, Mg and Mn in tea samples. *Analytical Sciences.* 18: 313–318.

**Costa, A.S.G., Nunes M.A., Almeida, I.M.C., Carvalho, M.R., Barroso, M.F., Oliveira, M.B.P.P., Alves, R.C. 2012.** Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. *LWT-Food Science and Technology,* 49: 324-328.

**Costa, P., Grevenstuk, T. Rosa da Costa, A.M., Gonc Alves, S., Romano, A. 2014.** Antioxidant and anti-cholinesterase activities of *Lavandula viridis* L'Hér extracts after in vitro gastrointestinal digestion. *Industrial Crops and Products,* 55: 83-89.

**Çalışkan, Ö., Odabaş, M.S. 2011.** Ekinezya (*Echinacea sp.*) Türleri, Genel Özellikleri ve Yetiştiriciliği. *Anadolu J. Agr Sci.* 26(3): 265-270.

**Çalışkan, Y., Yıldız, A. 2010.** Kronik Böbrek Hastalığında Beslenme Desteği. *İç Hastalıkları Dergisi,* 17: 247-256.

**Çelik, F. 2006.** Çay (*Camellia sinensis*); İçeriği, Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkisi ve Önerilen Tüketimi, *Türkiye Klinikleri J Med Sci.* 26: 642-648.

**Çoban, Ö.E., Patır, B. 2010.** Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi,* 5(2):7-19.

**Davidsson, L., Galan, P., Kastenmayer, P., Cherouvrier, F., Juillerat, M.A., Hercberg, S., Hurrell, R.F. 1994.** Iron Bioavailability Studied in Infants The influence of phytic acid and ascorbic acid in infant formulas based on soy isolate. *Pediatric Research.* 36(6): 816-822.



**Davey, M.W., Dekempeneer, E., Keulemans, J. 2003.** Rocket-powered high-performance liquid chromatographic analysis of plant ascorbate and glutathione. *Anal. Biochem.* 316: 74–81.

**Delamare, A.P.L., Moschen-Pistorello, I.T., Artico, L., Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S. 2007.** Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry.* 100: 603–608.

**Demirkıran, Ö., Topçu, G., Bahadori, F., Ay, M., Nazemiyeh, H., Choudhary, I. 2010.** Two New Phenylpropanoid Glycosides from the Leaves and Flowers of *Erica arborea*. *Helvetica Chimica Acta.* 93(1): 77 - 83.

**Dias, M.I., Barros, L., Sousa, M.J., Ferreira, I.C.F.R. 2012.** Systematic comparison of nutraceuticals and antioxidant potential of cultivated, in vitro cultured and commercial *Melissa officinalis* samples. *Food and Chemical Toxicology.* 50: 1866-1873.

**Diken, E.M. 2009.** Bazı Şifalı Bitkilerin Antioksidan İçerikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir.

**El-Ghorab, A.H. 2003.** Supercritical Fluid Extraction of the Egyptian Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Leaves and *Nigella sativa* L. Seeds Volatile Oils and Their Antioxidant Activities. *Jeobp.* 6 (2):67-77.

**El-Hamidi, A., Ahmed, S.S., Shaarawy, F. 1983.** *Lippia Citriodora* Grown in Egypt. A New Crop Under Development. *Acta Hort.* 132: 31-34.

**Erkan, N., Ayrancı, G., Ayrancı, E. 2008.** Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnolic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry.* 110: 76–82.

**Erol Türkmen, N., Sari, F., Veliöğlu, Y.S. 2009.** Green and roasted mate: phenolic profile and antioxidant activity. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry.* 33: 353-362.

**Fernandez, P.L., Pablos, F., Martin, M.J., Gonzalez A.G. 2002.** Multi-element analysis of tea beverages by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Food Chemistry.* 76: 483–489.

**Figueredo, G., Ünver, A., Chalchat, J.C., Arslan, D., Özcan, M.M. 2010.** A Research on The Composition of Essential Oil Isolated From Some Aromatic Plants by Microwave and Hydrodistillation. *Journal of Food Biochemistry.* 36(3): 334-343.

**Filip, R., Ferraro, G.E. 2003.** Researching on new species of "Mate": *Ilex brevicuspis*: phytochemical and pharmacology study. *Eur J Nutr.* 42: 50–54.

- Filip, R., Lotito, S.B., Ferraro, G., Fraga, C.G. 2000.** Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. *Nutr Res.* 20: 1437–1446.
- Frankel, E.N., Meyer, A.S. 2000.** The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1925-1941.
- Gallaher, R.N., Gallaher, K., Marshall, A.J., Marshall, A.C. 2006.** Mineral analysis of ten types of commercially available tea. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 53-57.
- Gasquet, M., Delmas, F., Timon-David, P., Keita, A., Guindo, M., Koita, N., Diallo, D., Doumbo, O., 1993.** Evaluation in vitro and in vivo of a traditional antimalarial, 'Malarial-5'. *Fitoterapia* 64: 423–426.
- Goldenberg, D., Golz, A., Joachims, H.Z. 2003.** The beverage Mate: a risk factor for cancer of the head and neck. *Head Neck.* 25: 595–601.
- Gonzalez, A., Ferreira, F., Vazquez, A., Moyna, P., Paz, E.A. 1993.** Biological screening of Uruguayan medicinal-plants. *J Ethnopharmacol.* 39: 217–220.
- Gökçek, M.İ. 2008.** Şifalı bitkiler ve alternatif tıp, Gündüz kitabevi, İstanbul, 1800 s.
- Green, R.J., Murphy, A.S., Schulz, B., Watkins, B.A., Ferruzzi, M.G. 2007.** Common tea formulations modulate in vitro digestive recovery of green tea catechins. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 1152 – 1162.
- Guth, H. Grosh, W. 1993.** Identification of potent odourants in static headspace samples of green and black tea powders on the basis of aroma extract dilution analysis (AEDA). *Flavour and Fragrance Journal.* 8(4): 173-178.
- Haro-Vicente J.F., Martnez-Gracia C., Ros, G. 2006.** Optimization of in vitro measurement of available iron from different fortificants in citric fruit juices *Food Chemistry.* 98: 639–648.
- Heck, C.I., De Mejia, E.G. 2007.** Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. *Journal of Food Science.* 72(9): 138-151.
- Heimler, D., Isolani, L., Vignolini, P., Tombelli, S., Romani, A. 2007.** Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 55: 1724-1729.
- Heinrichs, R., Malavolta, E. 2001.** Mineral Composition of a Commercial Product From Mate-Herb (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). *Cienc. Rural.* 31: 781-785.

**Helal, A., Tagliacozzi, D., Verzelloni, E., Conte, A. 2014.** Bioaccessibility of polyphenols and cinnamaldehyde in cinnamon beverages subjected to in vitro gastro-pancreatic digestion. *Journal of Functional Foods*. 7:506-516.

**Henning, S.M., Zhang, Y., Rontoyanni, V.G., Huang, J., Lee, R.P., Trang, A., Nuernberger, G., Heber, D. 2014.** Variability in the Antioxidant Activity of Dietary Supplements from Pomegranate, Milk Thistle, Green Tea, Grape Seed, Goji, and Acai Effects of in Vitro Digestion. *J Agric Food Chem*. 62(19):4313-4321.

**Hinneburg, I., Dorman, H.J.D., Hiltunen, R. 2006.** Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry*. 97:122-129.

**Holla, M., Vaverkova, S., Farkas, P., Tekel, J., 2005.** Content of essential oil obtained from flower heads of *Echinacea purpurea* L. and identification of selected components, *Herba Polonica*, 51: 26-30.

**Hortwitz, W. 1980.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC. pp513.

**House, W.A. 1999.** Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*. 60: 115-141.

**Ivanova, D., Gerova, D., Chervenkov, T., Yankova, T. 2005.** Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *J. Ethnopharmacol*. 96: 145-150.

**Janisch, K.M., Olschlager, C., Treutter, D., Elstner, E.F. 2006.** Simulated digestion of *Vitis vinifera* seed powder: polyphenolic content and antioxidant properties *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54: 4839-4848.

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

**Joubert, E., Viljoen, M., De Beer, D., Manley, M. 2009.** Effect of Heat on Aspalathin, Iso-orientin, and Orientin Contents and Color of Fermented Rooibos (*Aspalathus linearis*) Iced Tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 4204–4211.

**Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K. 1999.** Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 3954–3962.

**Kamiloğlu, S., Demirci, M., Selen, S., Toydemir, G., Boyacıoğlu, D., Capanoğlu, E. 2013.** Home processing of tomatoes (*Solanum lycopersicum*): effects on in vitro bioaccessibility of total lycopene, phenolics, flavonoids, and antioxidant capacity. *J Sci Food Agric*. 94: 2225–2233.

**Kamiloğlu, S., Paşlı, A.A., Özçelik, B., Çapanoğlu, E. 2014.** Evaluating the in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant activity during consumption of dried fruits with nuts. *LWT-Food Science and Technology*. 56: 284-289.

**Karakaya, S., El, S.N. 2006.** Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and In Vitro Bioavailability of Black Tea Polyphenols. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 23 (1): 1-8.

**Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M. 2006.** Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*. 94: 550-557.

**Kato, M., Shibamoto, T. 2001.** Variation of Major Volatile Constituents in Various Green Teas from Southeast Asia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 1394-1396.

**Keskin, H., Erkmen, G. 1987.** Besin Kimyası, Güray Matbaacılık 5.basım, İstanbul, 558 s.

**Kitchens, M., Owens, B.M. 2007.** Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the *in vitro* erosion characteristics of dental enamel. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 31: 153-159.

**Kosar, M., Tunalier, Z., Özek, T., Kürkcüoğlu, M., Baser, K.H.C. 2004.** A Simple Method to Obtain Essential Oils from *Salvia triloba* L. and *Laurus nobilis* L. by Using Microwave-assisted Hydrodistillation. *Z. Naturforsch.* 60: 501-504.

**Koutchma, T., Keller, S., Chirtel, S., Parisi, B. 2004.** Ultraviolet disinfection of juice products in laminar and turbulent flow reactors. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 5: 179-189.

**Kramer, A. 1973.** Fruit and Vegetables: Quality control for the food industry, Editörler: Kramer, A., Twigg, B.A.. The Avi Pub. Company, INC. Westport, Connecticut, USA. pp 120-154.

**Kumazawa, K., Nasuda, H. 1999.** Identification of Potent Odorants in Japanese Green Tea (Sen-cha). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 5169-5172.

**Kümbet, Y. 2010.** Investigation of antioxidant activities of fruit juices and herbal teas and their antimicrobial effects on *proteus mirabilis*, *MS. Thesis*. Department of Biochemistry, METU, Ankara.

**Lata, B., Przeradzka, M., Binkowska, M. 2005.** Great difference in antioxidant properties exist between 56 apple cultivars and vegetation seasons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 8970-8978.

- Liang, Y., Ma, W., Lu, J., Wu, Y. 2001.** Comparison of chemical compositions of *Ilex latifolia* Thumb and *Camellia sinensis* L. *Food Chemistry*. 75: 339–343.
- Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S., Wu, Y. 2003.** Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. *Food Chemistry*. 80: 283–290.
- Liu, T., Sui, X., Zhang, R., Yang, L., Zu, Y., Zhang, L., Zhang, Y., Zhang, Z. 2011.** Application of ionic liquids based microwave-assisted simultaneous extraction of carnosic acid, rosmarinic acid and essential oil from *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Chromatography A*. 1218: 8480–8489.
- Lozano, P.R., Cadwallader, K.R., Gonzalez de Mejia, E. 2007.** Identification of characteristic aroma components of Mate (*Ilex paraguariensis*) Tea: Hispanic foods: chemistry and flavor. Editörler: Tunick, M.H., de Mejia, E.G., Amer Chem Soc., Washington, D.C. 143–150.
- Magalhaes, L.M. Segundo, M.A., Reis, S., Lima J.L.F.C. 2008.** Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica Chimica acta*. 613:1–19.
- Mathew, S., Abraham, T.E. 2006.** Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Food Chemistry*. 94: 520-528.
- Matsuura, H., Hokura, A., Katsuki, F., Itoh, A., Haraguchi, H. 2001.** Multielement determination and speciation of major-to-trace elements in black tea leaves by ICP-AES and ICP-MS with the aid of size exclusion Chromatography. *Analytical Sciences*, 17: 391–398.
- Mazza, G., Cottrell T. 1999.** Volatile Components of Roots, Stems, Leaves, and Flowers of *Echinacea* Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 3081–3085.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R., Van Beek, T.A. 2004.** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*. 85: 231–237.
- Monaci, F., Leidi, E.O., Mingorance, M.D., Valdes, B., Oliva, S.R., Bargagli, R. 2011.** Selective uptake of major and trace elements in *Erica andevalensis*, an endemic species to extreme habitats in the Iberian Pyrite Belt. *Journal of Environmental Sciences*. 23(3): 444–452.
- Morton, J.F. 1981.** Atlas of Medicinal Plants of Middle America, Vol. I. Springfield, Illinois, USA, pp. 745–750.

**Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domõnguez, J.M., Sineiro, J., Domõnguez, H., Nunez, M.J., Carlos Parajo, J. 2001.** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*. 72: 145-171.

**Müller-Riebau, F.J., Berger, B.M., Yegen, O., Cakir, C. 1997.** Seasonal variations in the chemical compositions of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45: 4821-4825.

**Nabechima, G.H., Provesi, J.g., Mantelli, M.B.H., Vieira, M.A., Amboni, R.D.M.C., Amante, E.R. 2014.** Effect of the Mild Temperature and Traditional Treatments on Residual Peroxidase Activity, Color, and Chlorophyll Content on Storage of Mate (*Ilex paraguariensis*) Tea. *Journal of Food Science*. 79: 163-168.

**Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. 1054: 95-111.

**Natesan, S., Ranganathan, V. 1990.** Content of various elements in different parts of the tea plant and in infusion of black tea from South India. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 125–139.

**Newall, C.A. Anderson, L.A., Phillipson, J.D. 1996.** Herbal Medicines: A Guide for Health-Care Professionals. Pharmaceutical Press, London.

**Nizamliõlu, M., Gürbüz, Ü., Doğruer, Y. 1996.** Potasyum sorbatın kaşar peynirin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. *Vet. Bil. Dergisi*, 12(2): 23-29

**Nookabkaew, S., Rangkadilok, N., Satayavivad, J. 2006.** Determination of trace elements in herbal tea products and their infusions consumed in Thailand. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 6939-6944.

**Nunez, R., Anastacio, A., Carvalho I.S. 2012.** Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Different Plant Parts From Two Erica Species. *Journal of Food Quality*. 35: 307-314.

**Okonkwo, C., Ogu, A. 2014.** Nutritional Evaluation of Some Selected Spices Commonly Used in the South-Eastern Part of Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4(15): 97-102.

**Oh, J., Jo, H., Cho, A.R., Kim, S.J., Han, J. 2013.** Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. *Food Control*. 31: 403-409.

**Ortega, N., Reguant, J., Romero, M.P., Macia, A., Motilva, M.J. 2009.** Effect of Fat Content on the Digestibility and Bioaccessibility of Cocoa Polyphenol by an in Vitro Digestion Model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 5743–5749.

**Ötleş, S., Akçiçek, E. 2010.** İçecekler Beslenme ve Sağlık, Palme yayıncılık, 370 s.

**Özcan, M.M., Akbulut, M. 2008.** Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry*. 106: 852–858.

**Özcan, M.M., Ünver, A., Uçar, T., Arslan, D. 2008.** Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction. *Food chemistry*. 106: 1120–1127.

**Özdemir, F., Özcan, M.M., Topuz, A., Şahin, H. 2009.** Adaçayı (*Salvia fruticosa*) ve Dağ Çayından (*Sideritis stricta*) Farklı Yöntemlerle Çözünür (Instant) Bitki Çayı Üretimi, Ürünün Özgün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK-105 O 381 nolu Proje Kesin Raporu, Antalya.

**Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoglu, F., Ekren, S. 2005.** Tütün, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti, VI. Teknik Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 3-7 Ocak 2005, Ankara.

**Pagliosa, C.M., Vieira, M.A., Podesta, R., Maraschin, M., Zeni, A.L.B., Amanta, E.R., Amboni, R.D.M.C. 2010.** Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). *Food Chemistry*. 122: 173–178.

**Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J.F., González-Aguilar, G.A. 2011.** The Role of Dietary Fiber in the Bioaccessibility and Bioavailability of Fruit and Vegetable Antioxidants. *J Food Sci*. 76(1): 6–15.

**Pascual, M.E., Slowing K., Carretero, E., Sanchez Mata, D., Villar, A. 2001.** Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *Journal of Ethnopharmacology*. 76: 201–214.

**Patil, B.S., Jayaprakasha, G.K., Murthy, K.N.C., Vikram, A. 2009.** Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 8142–8160.

**Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F. 2003.** Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays, *The Journal of Nutrition*, 133: 2812–2819.

**Penuelas, J., Filella, I., Tagnetti, R. 2001.** Leaf mineral concentrations of *Erica arborea*, *Juniperus communis* and *Myrtus communis* growing in the proximity of a natural CO<sub>2</sub> spring. *Global Change Biology*. 7: 291-301.

**Pesek, J.J., Matyska, M.T. 1997.** Determination of aspartame by high performance capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 781:423-428.

- Phelan, J., Rees, J. 2003.** The erosive potential of some herbal teas. *Journal of Dentistry*. 31: 241–246.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E., Conte, L.S. 2002.** Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82: 1645-1651.
- Pomilio, A.B, Trajtemberg, S., Vitale, A.A. 2002.** High-performance capillary electrophoresis analysis of Mate infusions prepared from stems and leaves of *Ilex paraguariensis* using automated micellar electrokinetic capillary chromatography. *PhytochemAnal*. 13: 235–241.
- Prior, R.L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., Mainland, C.M. 1998.** Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanins content, maturity and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 2686-2693.
- Prior, R.L., Cao, G. 1999.** In Vivo Total Antioxidant Capacity: Comparison of Different Analytical Methods. *Free Radical Biology & Medicine*. 27: 1173–1181.
- Prior, R.L., Wu, X., Scaich, K. 2005.** Standardized methods for the determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(8): 3110-3113.
- Pytlakowska, K., Kita, A., Janoska, P., Polowniak, M., Kozik, V. 2012.** Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions. *Food Chemistry*, 135:494-501.
- Ramirez-Mares, M.V., Chandra, S., Gonzalez De Mejia, E. 2004.** In vitro chemopreventive activity of *Camellia sinensis*, *Ilex paraguariensis* and *Ardisia compressa* tea extracts and selected polyphenols. *Mutation Research*. 554: 53–65.
- Reto, M., Figueira, M.E., Filipe, H.M., Almeida, C.M.M. 2007.** Chemical Composition of Green Tea (*Camellia sinensis*) Infusions Commercialized in Portugal. *Plant Foods Hum Nutr*. 62: 139–144.
- Rodriguez-Roque, M.J., Rojas-Graü, M.A., Elez-Martinez, P., Martin-Belloso, O. 2014.** In vitro bioaccessibility of health-related compounds as affected by the formulation of fruit juice and milk based beverages. *Food Research International*. 62: 771-778.
- Salkic, A., Zeljkovic, S.C. 2015.** Preliminary Investigation of Bioactivity of Green Tea (*Camellia Sinensis*), Rooibos (*Asphalatus Linearis*), and Yerba Mate (*Ilex Paraguariensis*). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 21: 259–266.



- Sanchez, M.C., Larrauri, J., Saura, C.F. 1998.** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the science of food and agriculture*. 76: 270-276.
- Sandström, B. 2001.** Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*, 85(2):181-185.
- Santos-Gomes, P.C., Fernandes-Ferreira, M. 2001.** Organ- and Season-Dependent Variation in the Essential Oil Composition of *Salvia officinalis* L. Cultivated at Two Different Sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 2908–2916.
- Scartezzini, P., Antognoni, F., Raggi, M.A., Poli, F., Sabbioni, C. 2006.** Vitamin C content and antioxidant activity of the fruit and of the Ayurvedic preparation of *Embllica officinalis* Gaertn. *J Ethnopharmacol*. 104(1-2):113-118.
- Schinella, G., Fantinelli, J.C., Mosca, S.M. 2005.** Cardioprotective effects of *Ilex paraguariensis* extract: evidence for anitricoxide-dependent mechanism. *Clin Nutr*. 24: 360–366.
- Sembratowicz, I., Prystupa, E.R. 2014.** Effects of brewing time on the content of minerals in infusions of medicinal herbs. *Pol. J. Environ. Stud*. 23(1):177-186.
- Sengul, H., Surek, E., Nilufer-Erdil, D. 2014.** Investigating the effects of food matrix and food components on bioaccessibility of pomegranate (*Punica granatum*) phenolics and anthocyanins using an in-vitro gastrointestinal digestion model. *Food Research International*. 62: 1069–1079.
- Sewram, V., De Stefani, E., Brennan, P., Boffetta, P. 2003.** Mate consumption and the risk of squamous cell esophageal cancer in Uruguay. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 12: 508–513.
- Shahidi, F., Naczk, M. 1995.** Food phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications, Technomic Publishing Company Inc., Lancaster U.S.A., 331 pp.
- Siebert, K.J. 1999.** Effects of protein-polyphenol interactions on beverage haze, stabilization and analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47(2): 353-362.
- Suna, S., Tamer, C.E., Çopur, Ö.U., Turan, M.A. 2013.** Determination of antioxidant activity, total phenolics and mineral contents of some functional vegetable juice. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 11(2): 213-218.
- Şahin, Z.A., Şahin, M. 2013.** The View of Patients with Choronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) on Complementary and Alternative Medicine (CAM) in Eastern Turkey. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 10(4): 116–121.

**Şensoy, N.D. 2007.** Adaçayı (*Salvia officinalis*) yapraklarından süperkritik karbon dioksit ekstraksiyonu ile doğal antioksidan eldesi ve tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği, Ankara.

**Tagliacruzchi, D., Verzelloni, E., Bertolini, D., Contea, A. 2010.** In vitro bio-accessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. *Food Chemistry*. 120: 599-606.

**Tajchakavit, S., Boye, J.I., Couture, R. 2001.** Effect of processing on post bottling haze formation in apple juice. *Food Research International*. 34: 415–424.

**Talcott, S.T., Percival, S.S., Pittet-Moore, J., Celoria, H. 2003.** Phytochemical Composition and Antioxidant Stability of Fortified Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 935–941.

**Tan, A. 2010.** Türkiye Gıda ve Tarım Bitki Genetik Kaynaklarının Durumu Gıda ve Tarım için Bitki Kaynaklarının Muhafazası ve Sürdürülebilir Kullanımına İlişkin Türkiye İkinci Ülke Raporu. [www.pgrfa.org/gpa/tur/docs/turkey2\\_tur.pdf](http://www.pgrfa.org/gpa/tur/docs/turkey2_tur.pdf)

**Tekeli, Y., Sezgin, M. 2007.** *Centaurea carduiiformis* (peygamber çiçeği)'in antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen dergisi*. 2(2): 204-209.

**Terblanche, F.C., Kornelius, G. 1996.** Essential oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae)- a literature review. *Journal of Essential Oil Research*. 8: 471-485.

**Thappa , R.B., Bakshi, S.K. Dhar, P.L., Agarwal S.G., Kitchlu, S., Kaul, M.K., Suri K.A. 2004.** Significance of changed climatic factors on essential oil composition of *Echinacea purpurea* under subtropical conditions. *Flavour Fragr. J.* 19: 452–454.

**Thorsen, M., Hildebrandt, K.S. 2003.** Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts Aspects of accurate quantification. *Journal of Chromatography A*. 995: 119-125.

**Toker, G., Baser, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Özek, T. 1999.** The Composition of Essential Oils from *Tilia L.* Species Growing in Turkey. *J. Essent. Oil Res.* 11: 369-374.

**Toksoy, D., Bayramoğlu, M., Hacısalihioğlu, S. 2010.** Usage and economic potential of the medicinal plants in Eastern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31(5):623-628.

**Toroğlu, S., Çenet, M. 2006.** Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Metodlar. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9(2): 12-20.

- Torun, E., Tanyeri, B., Ünsal, N., Doğan Demir, A., Bayraktar, S., Öktem, F. 2013.** The effect of phototherapy on oxidative stress in newborns with indirect hyperbilirubinemia, *Dicle Medical Journal*. 40(3): 379-383.
- Troncoso, N., Sierra, H., Carvajal, L., Delpiano, P., Gunther, G. 2005.** Fast high Performance Liquid Chromatography and Ultraviolet–Visible Quantification of Principal Phenolic Antioxidants in Fresh Rosemary. *Journal of Chromatography A*, 1100: 20–25.
- Turan, Z.M. 1998.** İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207 s.
- Türkmen, N., Veliöglu, Y.S., Sari, F., Polat, G. 2007.** Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*. 12(3): 484-496.
- Uğurluer, G., Karahan, A., Edirne, T., Şahin, H.A. 2007.** Ayaktan Kemoterapi Ünitesinde Tedavi Alan Hastaların Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Uygulamalarına Başvurma Sıklığı ve Nedenleri. *Van Tıp Dergisi*. 14 (3):68-73.
- Usal, G., Özde A.A. 2001.** Türkiye'nin tıbbi bitkiler ihracat potansiyeli. *Gıda*. 10: 78–79.
- Uylaşer, V., Başoğlu, F. 2004.** Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Kılavuzu. Dora Yayıncılık, Bursa, 125 s.
- Veliöglu, S. 2005.** Ekstraksiyon Koşullarının Siyah Çayda ve Mate Çayında Polifenol, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- VanderJagt, T.J., Ghattas, R., VanderJagt, D.J., Crossey, M., Glew, R.H. 2002.** Comparison of the total antioxidant content of 30 widely used medicinal plants of New Mexico. *Life Sci*. 70: 1035–1040.
- Venskutonis, P. R. 1997.** Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*. 59: 219-227.
- Vetsch, W. 1985.** Aspartame: Technical Consideration and Predicted Use. *Food Chemistry*, 16: 245-258.
- Vitali, D., Vedrına Dragojevic, I., Sebecic, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114: 1462–1469.

**Vieira, M.A., Rovaris, A.A., Maraschin, M., De simas, K.N., Pagliosa, C.M., Podesta, R., Amboni, R.D., Barreto, P.L., Amante, E.R. 2008.** Chemical Characterization of Candy Made of Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) Residue. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 4637–4642.

**Vucic, D.M., Petkovic, M.R., Rodic-Grabovac, Blozan.B., Stefanovic, O.D., Vasic, S.M., Comic, L.R. 2013.** Phenolic Content, Antibacterial and Antioxidant Activities of Erica Herbacea L. *Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research*. 70(6): 1021-1026.

**Waterlow J.C. 1992.** Protein energy malnutrition, Edward Arnold, London. 407 pp.

**Wichtl, M. 1971.** Die Pharmakognostischehemische Analysen, Band 12. Frankfurt

**Wrobel, K., Worbel, K., Urbina, E.M.C. 2000.** Determination of Total Aluminum, Chromium, Copper, Iron, Manganese, and Nickel and Their Fractions Leached to the Infusions of Black Tea, Green Tea, Hibiscus sabdariffa, and Ilex paraguariensis (Mate) by ETA-AAS. *Biological Trace Element Research*. 78: 271-280.

**Yamaguchi, K., Shibamoto, T. 1981.** Volatile Constituents of Green Tea, Gyokuro (*Camellia sinensis* L. var Yabukita). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 29: 366-370.

**Yang, Y., Battesti, M.J., Paolini, J., Muselli, A., Tomi, P., Costa, J. 2012.** Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican ‘Erica arborea spring maquis’ honeys. *Food Chemistry*. 134: 37-47.

**Yıldız, B. 2012.** Limonotu (*Lippia citriodora* Kunth) Bitkisinde Doku Kültürü Çalışmaları. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.

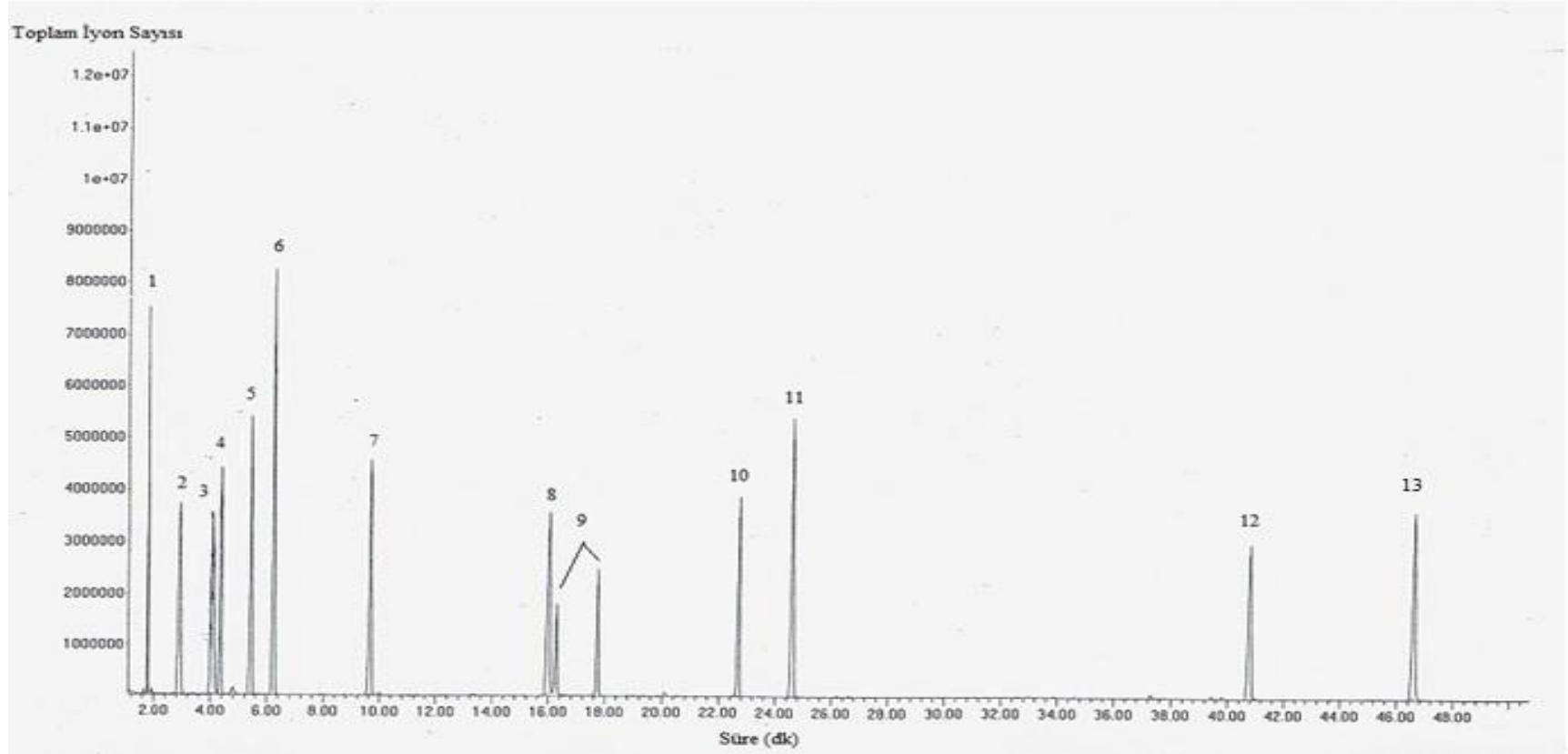
**Yıldız, L. 2007.** Bazı Bitki Örneklerinde Antioksidan Kapasitenin Spektrofotometrik ve Kromatografik Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Programı, İstanbul.

**Zaporozhets, O.A., Krushynska, O.A., Lipkovska, N.A., Barvinchenk, V.N. 2004.** A new test method for the evaluation of total antioxidant activity of herbal products. *J Agric Food Chem*. 52: 21–25.

**Zhang, D., Hamauzu, Y. 2004.** Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*. 88: 503-509.

## EKLER

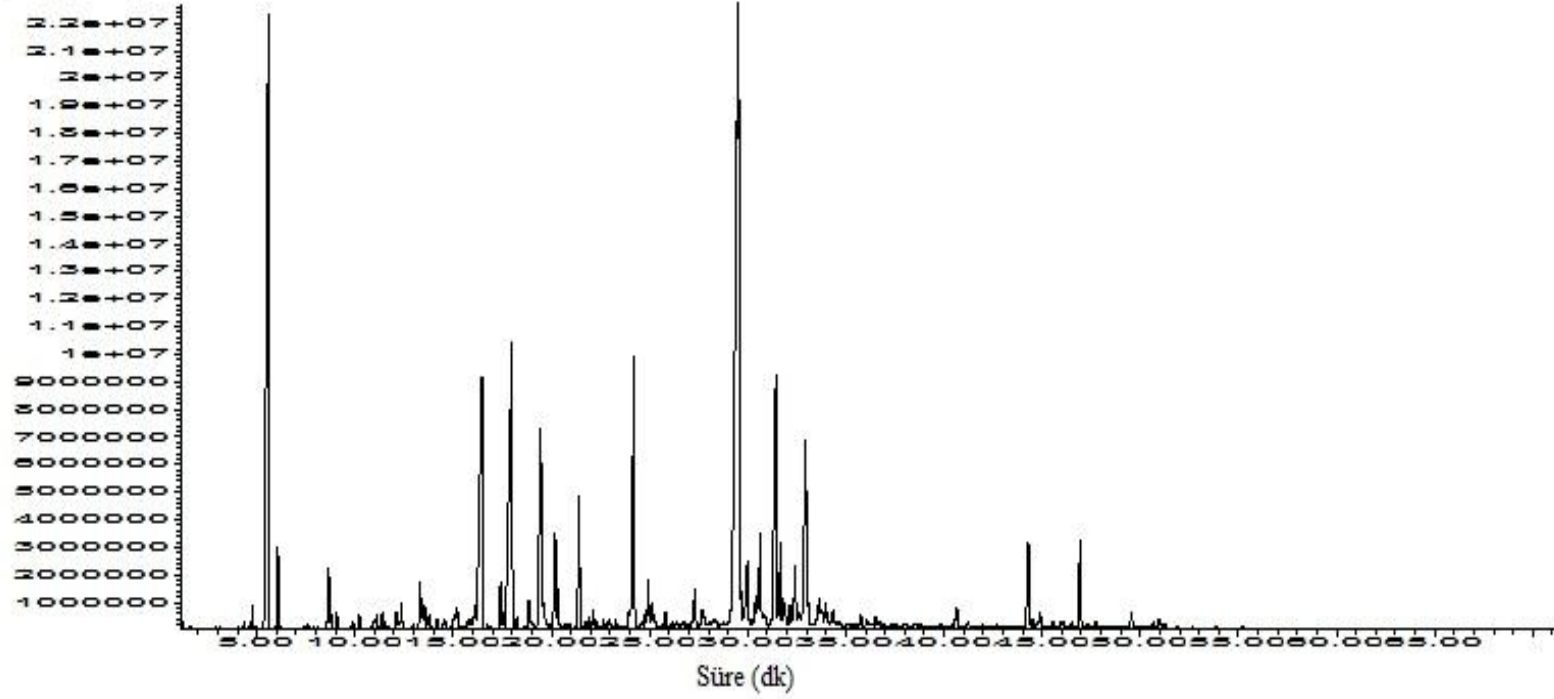
### EK 1. Standartlara ait GC-MS kromatogramı



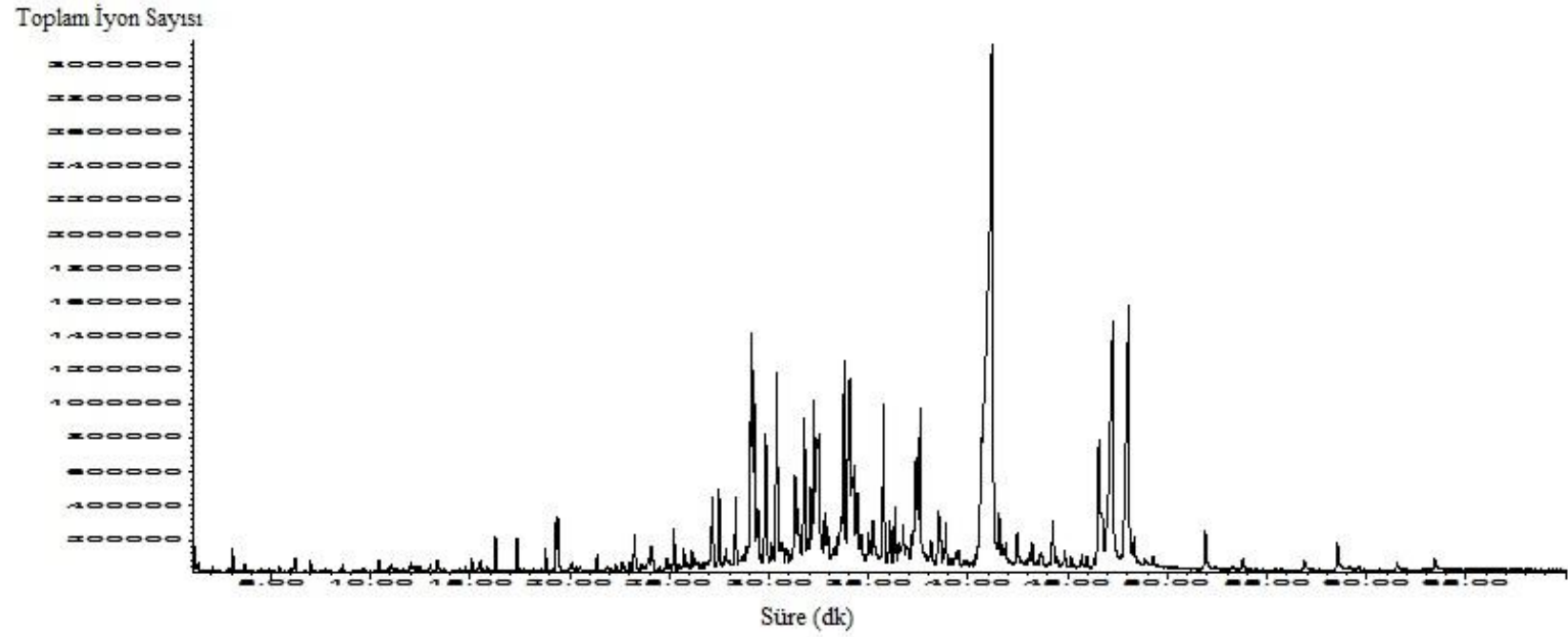
(1: cis-2-penten-1-ol, 2:  $\alpha$ -pinene, 3:  $\beta$ -pinene, 4: mycrene, 5: limonene, 6: p-cymene, 7:  $\alpha$ -thujene, 8: geraniol, 9: citral, 10: indole, 11: cis-jasmone, 12: heneicosane, 13: tricosane)

EK 2. Limon otu bitkisine ait GC-MS kromatogramı

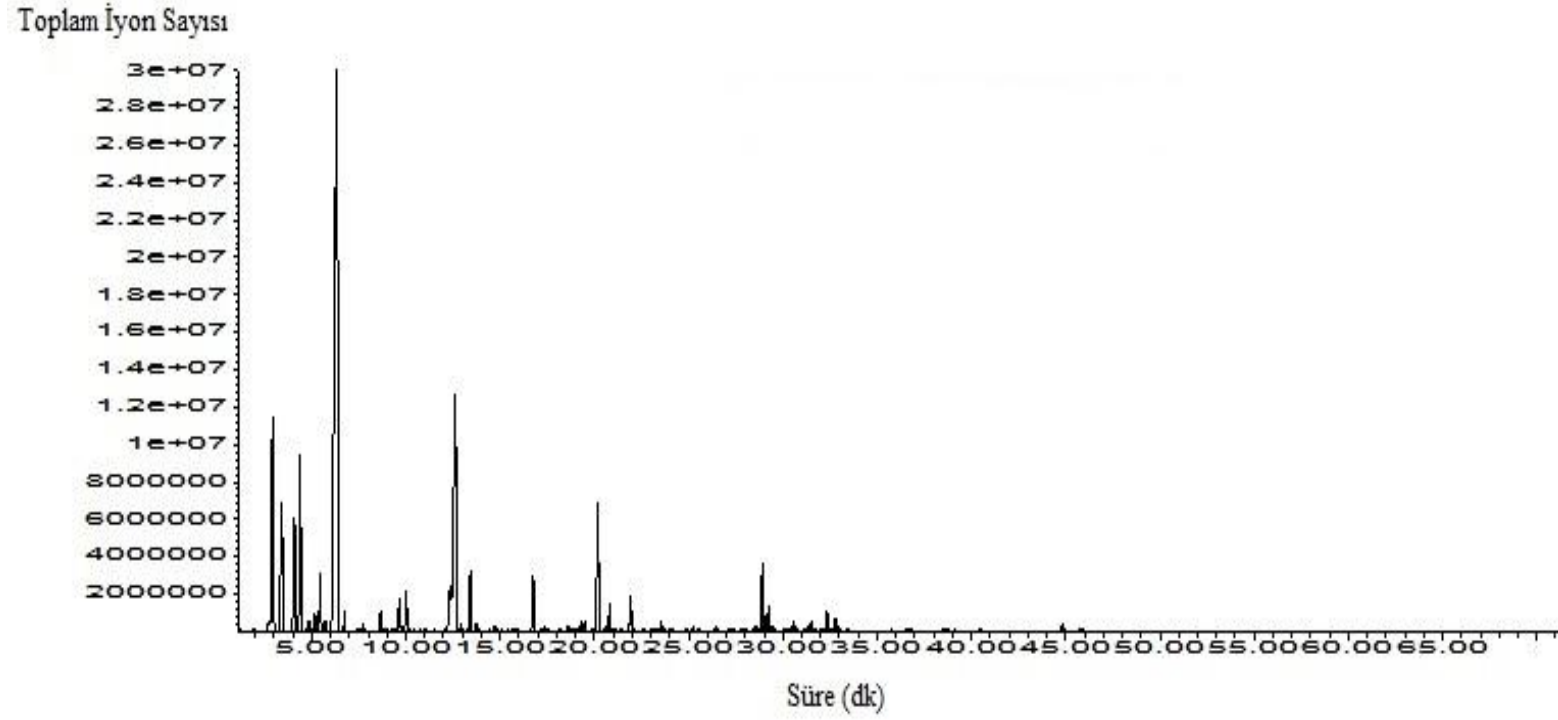
Toplam İyon Sayısı



EK 3. Ekinezya bitkisine ait GC-MS kromatogramı

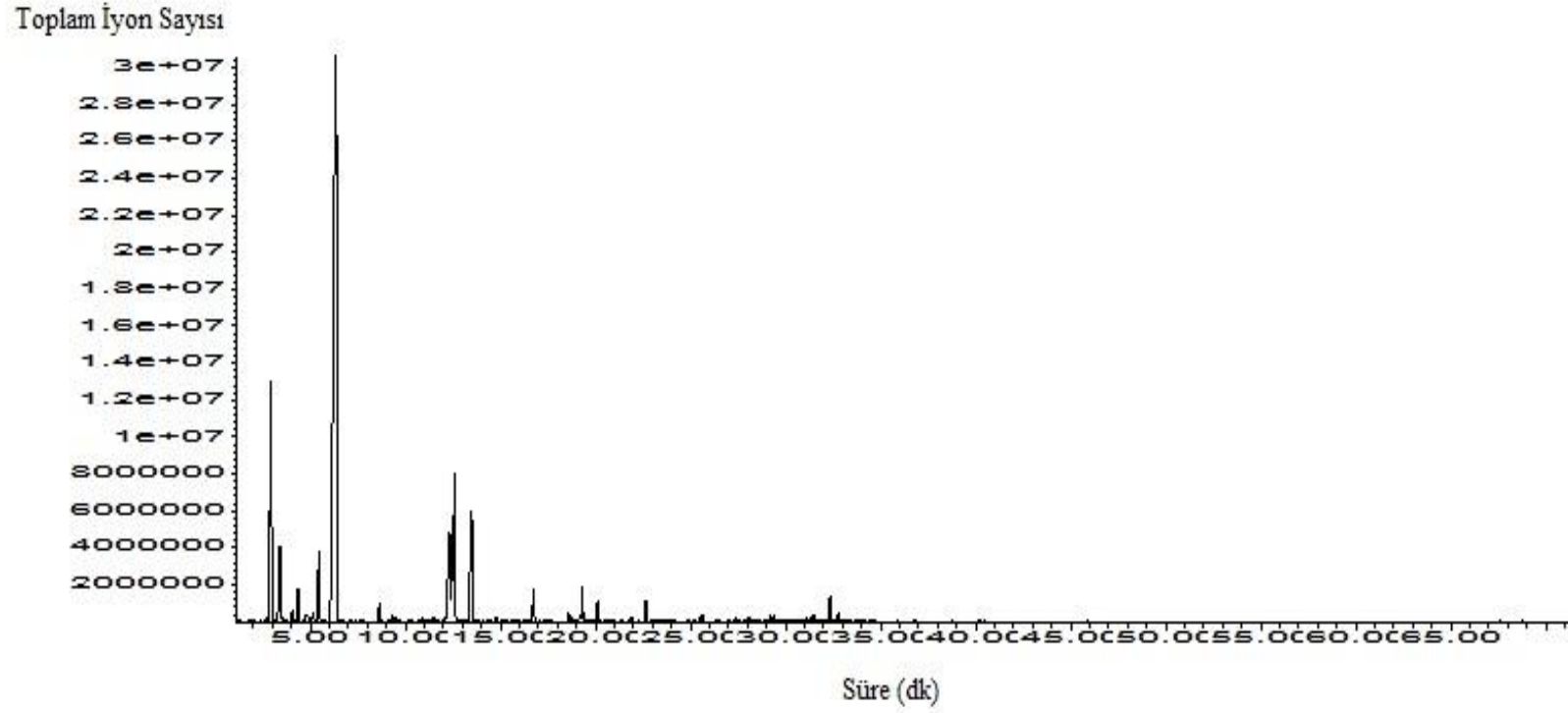


EK 4. Adaçayı bitkisine ait GC-MS kromatogramı

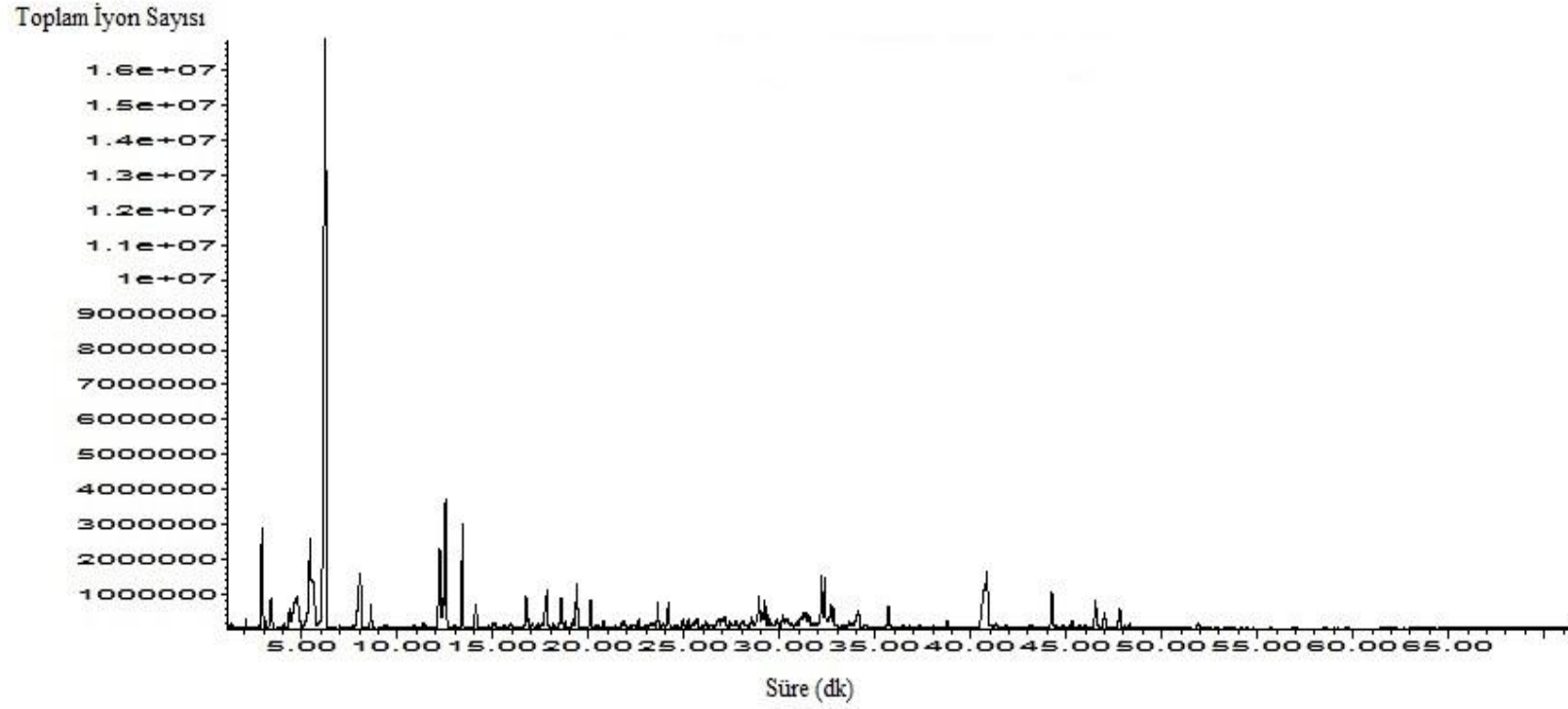




EK 5. Biberiye bitkisine ait GC-MS kromatogramı



EK 6. Bitki çayları karışımına (Miks) ait GC-MS kromatogramı



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Senem SUNA

Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa 18.09.1984

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Şükrü Şankaya Anadolu Lisesi 2002

Lisans : Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği 2007

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği 2009

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği 2010-....

İletişim (e-posta) : syonak@uludag.edu.tr

Yayımları :

**Suna, S., Tamer, C. E., İncedayı, B., Özcan Sinir, G., Çopur, Ö. U. 2014.** Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13: 47-55.

**Suna, S., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. Turan, M. A. 2013.** Determination of antioxidant activity, total phenolics and mineral contents of some functional vegetable juice. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2): 213-218.

**İncedayı, B., Suna, S. 2012.** Effects of modified atmosphere packaging on quality of minimally processed cauliflower. *Acta Alimentaria*, 41 (4): 401-413.

**Tamer, C. E., İncedayı, B., Parseker Yönel, S., Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2010.** Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 76-80.

**İncedayı, B., Tamer, C. E., Suna, S., Çopur, Ö. U. 2014.** Hurdle Technology for Shelf Stable Minimally Processed Potato cv. *Agria*. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 28: 29-42.

**Karakılıç, M., Suna, S., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. 2014.** Gıda alerjisi reaksiyonları. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 28: 73-82.

**Peker, B. B., Suna, S., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. 2013.** The effects of lecithin and polyglycerol polyricinoleate (PGPR) on quality of milk, bitter and white chocolates. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 27: 55-69.

**Suna, S., Öztürk, A., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. 2011.** Effects of different drying processes and pretreatments on quality properties and nutrients of *Lentinus edodes* (Shiitake) mushroom. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61: 120.

**Suna, S., Özcan Sinir, G., Tamer, C. E., 2014.** Nano spray drying applications in food industry. XI<sup>th</sup> International Conference Of Food Physicists Food Physics And Innovative Technologies. 10-12 June 2014, Plovdiv, Bulgaria.

**Özcan Sinir, G., Suna, S., Tamer, C. E., 2014.** Rapid Monitoring Of Volatile Organic Compounds: Selected Ion Flow Tube Mass Spectrometry (SIFT-MS). XI<sup>th</sup> International Conference Of Food Physicists Food Physics And Innovative Technologies. 10-12 June 2014, Plovdiv, Bulgaria.

**Suna, S., İncedayı, B., Tamer, C. E., Özcan Sinir, G., Çopur, Ö. U. 2013.** Determination of antioxidant activity and total phenolics of *Erica arborea* herbal tea beverage. International Conference on Food Science and Nutrition. 8-9 July 2013, London, United Kingdom. 1056-1058.

**Tamer, C. E., İncedayı, B., Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2010.** Farklı yörelerden temin edilen kestanelerin kestane şekeri üretimine uygunluğunun belirlenmesi. 1st International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus. 15-17 Nisan 2010, Tekirdağ. 135-138.

**Suna, S., Özcan Sinir, G., Anlar, D. 2012.** Bal Üretim Prosesinde HACCP Uygulaması. 3<sup>rd</sup> International Mugla Beekeeping and Pine Honey Congress. 1-4 November 2012, Mugla, Turkey. 439-444.

**Özcan Sinir, G., Suna, S. 2012.** Balın Bileşimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi. 3<sup>rd</sup> International Mugla Beekeeping and Pine Honey Congress. 1-4 November 2012, Mugla, Turkey. 439-444.

**Suna, S., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. 2014.** Practices of food enrichment. Bursa 3<sup>rd</sup> International Food Congress. 26-27 September 2014, Bursa, Turkey.

**İncedayı, B., Suna, S., Çopur, Ö. U. 2014.** Use of supercritical CO<sub>2</sub> in food industry. XI<sup>th</sup> International Conference Of Food Physicists Food Physics And Innovative Technologies. 10-12 June 2014, Plovdiv, Bulgaria.

**Suna, S., Tamer, C. E., Sayın, L. 2014.** Impact of innovative technologies on fruit and vegetable quality. XI<sup>th</sup> International Conference Of Food Physicists Food Physics And Innovative Technologies. 10-12 June 2014, Plovdiv, Bulgaria.

**Suna, S., İncedayı, B., Çopur, Ö. U. 2013.** Grape Juice (Şıra). The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 24-26 October 2013, Struga, Ohrid, Macedonia.

**Türkben, C., Uylaşer, V. Suna, S., Yıldız, G. 2013.** Characteristics of Pekmez (Grape Molasses) Traditionally Processed in Bursa, Turkey. The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 24-26 October 2013, Struga, Ohrid, Macedonia.

**Özcan Sinir, G., Tamer, C. E., İncedayı, B., Suna, S., Çopur, Ö. U. 2013.** Effects of high fructose corn syrup (HFCS) on health. International Conference on Food Science and Nutrition. 8-9 July 2013, London, United Kingdom. 1015-1016.

**Suna, S., İncedayı, B., Çopur, Ö. U. 2012.** Health Effects of some Herbs consumed as Tea. BIT's 1st Annual World Congress of SQ Foods. November 1-3 2012, Shenzhen, China.

**Özcan Sinir, G., Tamer, C. E., Suna, S. 2011.** Sugar Free Sweeteners: Sugar Alcohols, 4<sup>th</sup> International Congress on Food and Nutrition and 3rd Safe Consortium International Congress on Food Safety, 12-14 October 2011, İstanbul, Turkey. 186.

**Tamer, C. E., Suna, S. Çopur, Ö. U. 2011.** Bursa'da Gıda Sektörü ve Gıda Güvenliği. TMMOB. 3. Bursa Kent Sempozyumu. 29-30 Nisan 2011. Bursa. 96-104.

**Şahin, O. I., Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2009.** Ülkemiz Gıda Sanayinde Bursa'nın Yeri ve Önemi. Bursa Kentine Çözümler Sempozyumu. 6-7 Mart 2009. Bursa.

**Çopur Ö. U., Yonak, S., Şenkoyuncu, A., 2010.** Gıda Güvenliği ve Denetim Sistemi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak 2010, Ankara Bildiriler Kitabı-2 1127-1137.

**Suna, S., Tamer, C. E. Çopur, Ö. U. 2014.** Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve İzlenebilirlik. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 22-25 Eylül 2014, Bursa.

**Özcan Sinir, G., Suna, S., İncedayı, B. 2014.** Turunçgillerde Hasat Sonrası Meydana Gelen Bozulmalar. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 22-25 Eylül 2014, Bursa.

**Suna, S., İncedayı, B., Çopur, Ö. U. 2013.** Ülkemizde tüketilen bazı bitki çaylarının üretimi ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda Teknolojisi*, 17: 74-75.

**Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2010.** Fonksiyonel içecek pazarında meyve-sebze sularının yeri ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 30: 101-107.

**Şahin, O. I., Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2010.** Ülkemiz gıda sanayi içinde Bursa' nın yeri ve önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 30: 98-100.

**Suna, S., Özcan Sınır, G., Özyürek, H., Çopur, Ö. U. 2013.** Türkiye'de üretilen bazı kurutulmuş meyvelerin ekonomik önemi. *Tarım Türk*, 41: 66-71.

**Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2009.** Güvenilir gıda sistemleri. *Tarım Türk*, 186: 28-33.

**Suna, S., Özcan Sınır, G., Yekeler, F. Z. 2012.** Geleneksel Bir Lezzet: Lohusa Şerbeti. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs 2012. Konya.

**Parseker Yönel, S., Uylaşer, V., Yonak, S., 2008.** Trabzon Hurmasının Bileşimi ve Besleyici Değeri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008. Erzurum.

**Yonak, S, Parseker Yönel, S., İncedayı, B., 2008.** Küresel Bir Sorun: Beslenme, VIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran 2008. Bursa.

**Parseker Yönel, S., İncedayı, B., Yonak, S., 2008.** Gıda Sanayinde Uygulanan Kalite Yönetim Sistemleri, VIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25- 27 Haziran 2008. Bursa

**Öztürk A., Tamer, C.E., Yonak, S., Çopur, Ö.U. 2008.** Sebzelerin Radyasyonla Muhafazası, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü 7. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008. Yalova.

**İncedayı, B., Parseker Yönel, S., Yonak, S., 2008.** Fresh-Cut (Minimal İşlenmiş) Marul Prosesinde HACCP Sisteminin Uygulanması, Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 08-11 Ekim 2008. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.