



**ELMA SİRRESİNDEN YAPILAN İÇEÇEKLERİN
FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİN
ARAŞTIRILMASI**

Esra TERAKYE



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELMA SİRKESİNDEN YAPILAN İÇECEKLERİN FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

Esra TERAKEYE

Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2019

TEZ ONAYI

Esra TERAKYE tarafından hazırlanan "ELMA SİRKESİNDEN YAPILAN İÇECEKLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

Başkan : Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

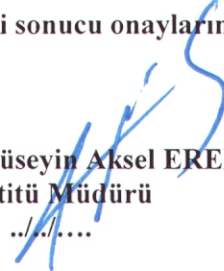
Üye : Doç. Dr. C. Ece TAMER
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gökşen ARIK
Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

Yukarıdaki sonucu onaylarım


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

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez 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.**

02/08/2019

Esra TERAKYE

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELMA SİRKESİNDEN YAPILAN İÇECEKLERİN FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Esra TERAKEYE

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

Bu çalışmada, farklı baharat ekstraktları, elma sirkesi ve çeşitli tatlandırıcıların kullanımı ile tüketime hazır, yeni ve fonksiyonel bir içeceğin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 5B (zencefil, karanfil, tarçın, karabiber, zerdeçal) ve K (kakule, zencefil, tarçın, karanfil, karabiber, zerdeçal) olarak kodlanan baharat formülasyonları (%5), kaynar suda 10 dakika demlenmiş ve elde edilen ekstraktlara elma sirkesi (1,2 mL/ 100 mL) ve sitrik asit (0,1 g/ 100 mL) eklenmiştir. Sirke içecekleri sakkaroz (6,78 g/ 100 mL), stevia (0,025 g/ 100 mL) ve aspartam (0,008 g/ 100 mL) ile asesülfam-K (0,008 g/ 100 mL) ilavesi ile farklı tatlandırıcılar kullanılarak üretilmiş ve sırasıyla “5B-Ş ve K-Ş”, “5B-ST ve K-ST”, “5B-SU ve K-SU” şeklinde kodlanmıştır. Ürünler daha sonra 200 mL’lik cam şişelere doldurularak, 98° C’de 15 dk pastörize edilmiştir. Sirke içeceklerinin pH, toplam asitlik (asetik asit cinsinden) ve suda çözünür kuru madde (briks^o) değerleri sırasıyla 2,88-2,92, 1,21-1,35 g/ 100 mL ve 0,24-7,12 g/ 100 g aralığında saptanmıştır. İçeceklerin renk değerleri ise L^* , a^* , b^* ve kroma (C^*) değerleri için sırasıyla 93,34-94,57, (-)0,31- (-)0,08, 3,87-8,11 ve 3,88-8,11 aralığında değişim göstermiştir. Bununla birlikte örneklerin toplam antioksidan kapasitesi hem kimyasal, hem de fizyolojik ekstraksiyon (*in vitro* gastrointestinal sindirim) ile belirlenmiştir. Kimyasal ve fizyolojik ekstraktlara ait toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla DPPH yönteminde 21,46-986,32 ile 10,64-559,77 µmol troloks/ mL suda çözünür kuru madde (şçkm), FRAP yönteminde 11,33-1104,59 ile 8,69-640,05 µmol troloks/ mL şçkm, CUPRAC yönteminde 38,82-4910,97 ile 15,05-523,46 µmol troloks/ mL şçkm aralığında saptanmıştır. Örneklerin antioksidan kapasitesi *in vitro* gastrointestinal sindirim sürecinde incelendiğinde en yüksek değer stevia ilave edilen K kodlu örnekten (K-ST) elde edildiği görülmüştür (DPPH, FRAP, CUPRAC yöntemleri ile sırasıyla 559,77±9,26, 640,05±7,26 ve 523,46±16,95 µmol troloks/ mL şçkm). Ayrıca sirke içecekleri renk, görünüş, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik kriterlerine göre duyuşal olarak analiz edilmiş ve tüm örnekler kabul edilir niteliklerde bulunmuştur. Sirkenin çeşitli baharat ekstraktları ve tatlandırıcılar ile birlikte kullanılması, duyuşal nitelikleri bakımından kabul gören alternatif bir soğuk içeceğin üretimine olanak sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite, elma sirkesi, *in vitro* gastrointestinal sistem, stevia.

2019, vii +74 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND QUALITY PROPERTIES OF DRINKS PRODUCED BY USING CIDER VINEGAR

Esra TERAKEYE

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

Supervisor: Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR

In this study, production of a ready to drink, new and functional beverage by using different spice extracts, apple cider vinegar and various sweeteners was aimed. For this purpose, 5B (ginger, cloves, cinnamon, black pepper, turmeric) and K (cardamom, ginger, cinnamon, cloves, black pepper, turmeric) coded spice formulations (5%) were brewed in boiling water for 10 min then apple cider vinegar (1,2 mL/ 100 mL) and citric acid (0,1 g/ 100 mL) were added to each of these extracts. Vinegar beverages were produced in different flavoring formulations with the addition of sucrose (6,78 g/ 100 mL), stevia (0,025 g/ 100 mL), aspartame (0,008 g/ 100 mL) and acesulfame-K (0,008 g/ 100 mL) and coded as “5B-Ş and K-Ş”, “5B-ST and K-ST”, “5B-SU and K-SU” respectively. The products were then filled into 200 mL glass bottles and pasteurized at 98° C for 15 minutes. pH, total acidity (as acetic acid) and total soluble solid content (brix) of the beverages were ranged between 2,88-2,91, 1,21-1,35 g/ 100 mL ve 0,24-7,12 g/ 100 g respectively. Color were also changed between 93,34-94,57, (-)0,31-(-)0,08, 3,87-4,56 and 3,88-8,11 respectively for L^* , a^* , b^* and chroma (C^*) values. Besides, total antioxidant capacity were determined both with chemical and physiological extracts (*in vitro* gastrointestinal digestion). Total antioxidant capacity of chemical and physiological extracts were determined as 21,46-986,32 and 10,64-559,77 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ soluble solid content (ssc) in DPPH, 11,33-1104,59 and 8,69-640,05 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ssc in FRAP and 38,82-4910,97 and 15,05- 523,46 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ssc in CUPRAC methods. When the antioxidant capacity of the samples were examined during *in vitro* gastrointestinal digestion, the highest values was obtained from K-ST (K coded and stevia added) sample ($640,05 \pm 7,26$, $559,77 \pm 9,26$ and $523,46 \pm 16,95$ $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ssc respectively from FRAP, CUPRAC, DPPH methods). As a result of sensorial analysis, all the beverages were accepted according to color, appearance, odor, taste and over all acceptability criterias. The usage of vinegar in combination with various spice extracts and sweeteners allowed the production of an alternative cold beverage which is favored by consumers in terms of sensorial features.

Key words: Antioxidant capacity, apple cider vinegar, *in vitro* gastrointestinal digestion, stevy.

2019, vii +74 pages.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında hoşgörü ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR'a, çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Ece TAMER ve Doç. Dr. Bige İNCEDAYI'ya, tez çalışmalarım sırasında tecrübelerini benimle paylaşarak destek veren Araş. Gör. Dr. Senem SUNA'ya, uzun ve yorucu laboratuvar çalışmalarındaki yol arkadaşım Merve Gözde BAYRAKDAR'a, desteklerini hiç esirgemeyen canım arkadaşlarım Merve SABUNCU ve Betül AVŐAR'a yıllardır emek verip beni bugünlere getiren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Zeynep TERAKYE ve canım babam Erdoğan TERAKYE'ye, varlığıyla hep güç bulduğum canım kardeşim Büőra TERAKYE'ye sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Esra TERAKYE
02/08/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Antioksidan Bileşikler.....	4
2.2. Antioksidan Kapasite.....	6
2.3. <i>In vitro</i> gastrointestinal sindirim.....	8
2.4. Sirke.....	9
2.4.1 Sirkenin tanımı ve bileşimi.....	9
2.4.2. Sirke ile ilgili yapılan çalışmalar.....	11
2.5. Baharatlar.....	13
2.5.1. Zencefil (<i>Zingiber Officinale</i>).....	13
2.5.2. Zerdeçal (<i>Curcuma Longa</i>).....	15
2.5.3. Kakule (<i>Elettaria Cardomomum</i>).....	16
2.5.4. Tarçın (<i>Cinnamomum Caryophyllata</i>).....	18
2.5.5. Karabiber (<i>Piper Nigrum</i>).....	20
2.5.6. Karanfil (<i>Eugenia Caryophyllata</i>).....	21
2.6. Tatlandırıcılar.....	23
2.6.1. Sakkaroz.....	23
2.6.2. Stevia.....	23
2.6.3. Aspartam (E951).....	25
2.6.4. Asesülfam-K (E950).....	26
2.7. Sitrik Asit (E330).....	27
2.8. Bitki Çayları İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	32
3.1. MATERYAL.....	32
3.2. YÖNTEM.....	33
3.2.1. pH tayini.....	35
3.2.2. Toplam asitlik tayini.....	35
3.2.3. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini.....	35
3.2.4. Renk tayini.....	35
3.2.5. Toplam antioksidan kapasite tayini.....	36
3.2.6. Biyoalınabilirlik (<i>in vitro</i> gastrointestinal sindirim metodu).....	39
3.2.7. Duyusal analiz.....	39
3.2.8. İstatiksel analiz.....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
4.1. Fizikokimyasal Analizler.....	43
4.2. Toplam Antioksidan Kapasite ve <i>In vitro</i> Gastrointestinal Sindirim.....	49
4.3. Duyusal Değerlendirme.....	55
5. SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	74

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
<i>C</i>	Chroma (kroma)
<i>g</i>	Gram
<i>h°</i>	Hue açısı
<i>a</i>	Kırmızı (+) ya da yeşil (-) renk
<i>kg</i>	Kilogram
R^2	Korelesyon katsayısının karesi
<i>L</i>	Litre
μmol	Mikromol
<i>mg</i>	Miligram
<i>mmol</i>	Milimol
<i>L</i>	<i>Parlaklık</i>
<i>b</i>	Sarı (+) ya da mavi (-) renk

Kısaltmalar	Açıklama
CUPRAC	Bakır(II) indirgeme kapasitesi
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TE	Trolox eşdeğeri
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite
Trolox	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboksilik asit
TS	Türk Standartları
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	United States Department of Agriculture

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Antioksidanların sınıflandırılması	5
Şekil 2.2. Fermente olabilir şekerlerin 2 aşamalı oksidasyonu	9
Şekil 2.3. Taze ve toz zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	14
Şekil 2.4. Taze ve toz zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	15
Şekil 2.5. Kakule (<i>Elettaria cardomamum</i>)	17
Şekil 2.6. Seylan tarçını (<i>Cortex cinnamomum verum</i>) ve Çin tarçını (<i>Cortexcinnamomum cassia</i>)	18
Şekil 2.7. Karabiber (<i>Piper nigrum</i>) baharatının tane hali	21
Şekil 2.8. Karanfil (<i>Eugenia caryophyllata</i>)	22
Şekil 2.9. Stevia bitkisi ve toz formu	24
Şekil 2.10. Aspartam (E951)	25
Şekil 2.11. Asesülfam-K (E950)	26
Şekil 2.12. Sitrik asit (E330)	28
Şekil 3.1. DPPH yöntemi akış şeması	37
Şekil 3.2. CUPRAC yöntemi akış şeması	38
Şekil 3.3. Sirke içeceklerinin hedonik test değerlendirme formu örneği	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Baharat formülasyonları.....	32
Çizelge 3.2. Üretim girdileri	34
Çizelge 3.3. Ürün kodları	34
Çizelge 4.1. Sirke içeceklerinin pH, toplam asitlik (asetik asit cinsinden) ve suda çözünür kuru madde analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.2. Sirke içeceklerine ait renk analiz sonuçları	48
Çizelge 4.3. Sirke içeceklerine ait DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları	49
Çizelge 4.4. Sirke içeceklerine ait FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları	50
Çizelge 4.5. Sirke içeceklerine ait CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları.....	51
Çizelge 4.6. Sirke içeceklerinin duyusal analiz sonuçları.....	55

1. GİRİŞ

Toplumun beslenme ve sağlık ilişkisi konusunda bilinçlenmesi, fonksiyonel gıdalara olan ilgiyi giderek arttırmaktadır. Fonksiyonel gıda “vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleri” şeklinde tanımlanmaktadır. Fonksiyonel içecek ise, vitamin ve minerallerle zenginleştirilmiş içecekleri, enerji ve sporcu içeceklerini, bitki çaylarını ve sağlığa yararlı etki gösteren ürünleri içermektedir (Beck 2007).

Nutrasötikler, “tek veya karışım halinde bulunan bir veya birden fazla bitkinin bir gıda ürününün bileşimine girerek destekleyici veya sinerjik etkiyle kronik hastalıkların gelişiminde tedavi edici veya koruyucu etki gösteren maddeler” şeklinde tanımlanmaktadır. Nutrasötik bileşenlerin etki mekanizmaları çeşitlilik göstermektedir. Genellikle, serbest radikal süpürücülerin, pek çok kimyasal mekanizmayı etkileyerek bağışıklık sistemini güçlendirmesi şeklinde etki etmektedir (Shahidi 1999). Organizma tarafından sentezlenmeyen o nedenle dışarıdan vücuda alınan esansiyel besinler de, eğer insan vücudunun normal büyüme ve gelişme gibi etki metabolizmalarına yarar sağlıyorsa nutrasötik besin olarak ele alınmaktadır. Nutrasötik besinler, sağlığın korunması ve hastalıkların tedavisi amacıyla doğada bulunan elementlerden oluşan gıda ve maddeleri kapsamaktadır (Anonim 2017, Anonim 2018). Yüksek miktarda kurkumin içeren zerdeçal, selüloz içeren çoğu bitki ve baharat türleri, kateşin içeren elma ve ürünleri, karnosol içeren biberiye nutrasötik madde içeren gıdalara örnektir (Anonim 2017).

Bitki ve baharatlar, eski çağlardan beri tüketilmektedir (Baydar 2005). Günümüzde ise tıbbi ve aromatik bitkilerin önemi gün geçtikçe artmakta olup bu bitkiler, gıda, kozmetik ve ilaç sanayi olmak üzere pek çok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda, bileşimlerinde bulunan biyoaktif bileşenlerin, sağlık açısından öneminin vurgulanması bu bitki ve baharatların tüketimini arttırmıştır (Usal ve Özde 2001, Özgüven ve ark. 2005).

Yapılan çalışmalar dünya nüfusunun %80'inin tıbbi bitkileri sağlık problemleri için kullandığını göstermiştir (Toksoy ve ark. 2010). Dünya genelinde, yaklaşık 422 000 farklı tür bitki olduğu ve bunlardan ortalama 52 885 kadarının tıbbi bitki olarak belirtildiği bilinmektedir (Anonim 2012). Türkiye florası 10 000'in üzerinde bulunan bitki çeşidi ile büyük bir çeşitlilik ve zenginlik göstermektedir. Floranın 1/3'ü aromatik bitkiler olup, tıbbi amaçlı kullanılan bitki sayısı 500 civarındadır (Temel ve ark. 2018).

Baharatların tanımlanması bitkilere oranla biraz daha zordur. Bu nedenle baharatların özel bir tanımları mevcut olmayıp baharatlar, "aroma ve keskinlik özellikleri nedeniyle lezzet katma veya yeni lezzet oluşturmaya yardımcı olan gıda maddeleri" şeklinde bilinmektedir. Farklı miktarlarda protein, yağ, karbonhidrat ve organik olmayan element içermelerine rağmen bu oran sebze ve meyvelerdeki miktardan oldukça azdır. Ancak, baharatlar yüksek miktarda antioksidan ve antimikrobiyal etkileri yüksek ikincil bileşenler içermektedir (Wang ve ark. 2000).

Sirke, alkol fermentasyonu ve asetik asit fermentasyonu olmak üzere iki aşama sonucunda oluşan fermente bir üründür. Asetik asit fermentasyonuna bağlı olarak keskin bir lezzet ve aromaya sahiptir (Budak 2010). Bu nedenle sirkelerde bulunan en önemli organik asit, asidik gıdalarda tampon olarak da görev yapan asetik asittir (Garcia Romero ve ark. 1993). Bileşiminde bulunan biyoaktif bileşenler nedeniyle sirkenin antitümör, antimikrobiyal ve antienfektif gibi çeşitli terapötik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Johnston ve Gaas 2006).

Sirkenin insan sağlığı üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda, üzüm sirkesinin sindirimi kolaylaştırıcı (Liljeberg ve Bjorck 1998), elma sirkesinin antitümör etki, kolesterol düzenleyici ve karaciğer yağlanmasını azaltıcı (Abe ve ark. 2007, Budak ve ark 2011) ve hububat sirkesinin kalsiyum emilimini artırıcı ve iştah açıcı (Kishi ve ark. 1999) etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Sirkede farklı çeşit ve miktarda fenolik bileşen bulunmakta olup, bu fenolik bileşenlerin insan sağlığını olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Williamson ve Manach 2005, Verzelloni ve ark. 2007). Yapılan çalışmalarda, sirke tüketiminin pıhtı oluşumunu

önlediği (Knekt ve ark. 2000), kardiyovasküler ve kronik akciğer hastalıkları (Tabak ve ark 2001) ile akciğer kanseri riskini azaltıcı etki gösterdiği (Wolfe ve ark. 2003) tespit edilmiştir.

Günümüzde bitki çaylarının kullanımı genellikle aktarlardan yaprak, kök veya sap gibi kısımların kurutulmuş halde satın alınıp farklı metotlarla hazırlanışı ya da hazır poşetler halinde tüketimi şeklindedir. Ancak her bitki veya baharat çeşidinin kullanım miktarı, demleme yöntem ve parametreleri farklılık gösterdiğinden, bilinçsizce yapılan uygulamalar nedeniyle beklenen fayda sağlanamamakta veya önemli sağlık problemleri görülebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada üretimin standardize edilmesi, baharat ile hazırlanan içeceklerde optimizasyonun sağlanması ve içecek sektörü için katma değeri yüksek fonksiyonel bir ürünün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, sağlık üzerine yararlı etkileri olan sirkenin içecek üretiminde kullanılması ile bitki çaylarına alternatif her mevsim tüketilebilen ve katma değeri yüksek bir fonksiyonel ürün elde edilmesi, ürün formülasyonlarında doğal ve yapay çeşitli tatlandırıcıların kullanımıyla şeker oranının düşürülmesi ve üretilen sirke içeceklerinin fizikokimyasal özellikleri ile birlikte antioksidan özellik gösteren bileşenler yönünden biyoalınabilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

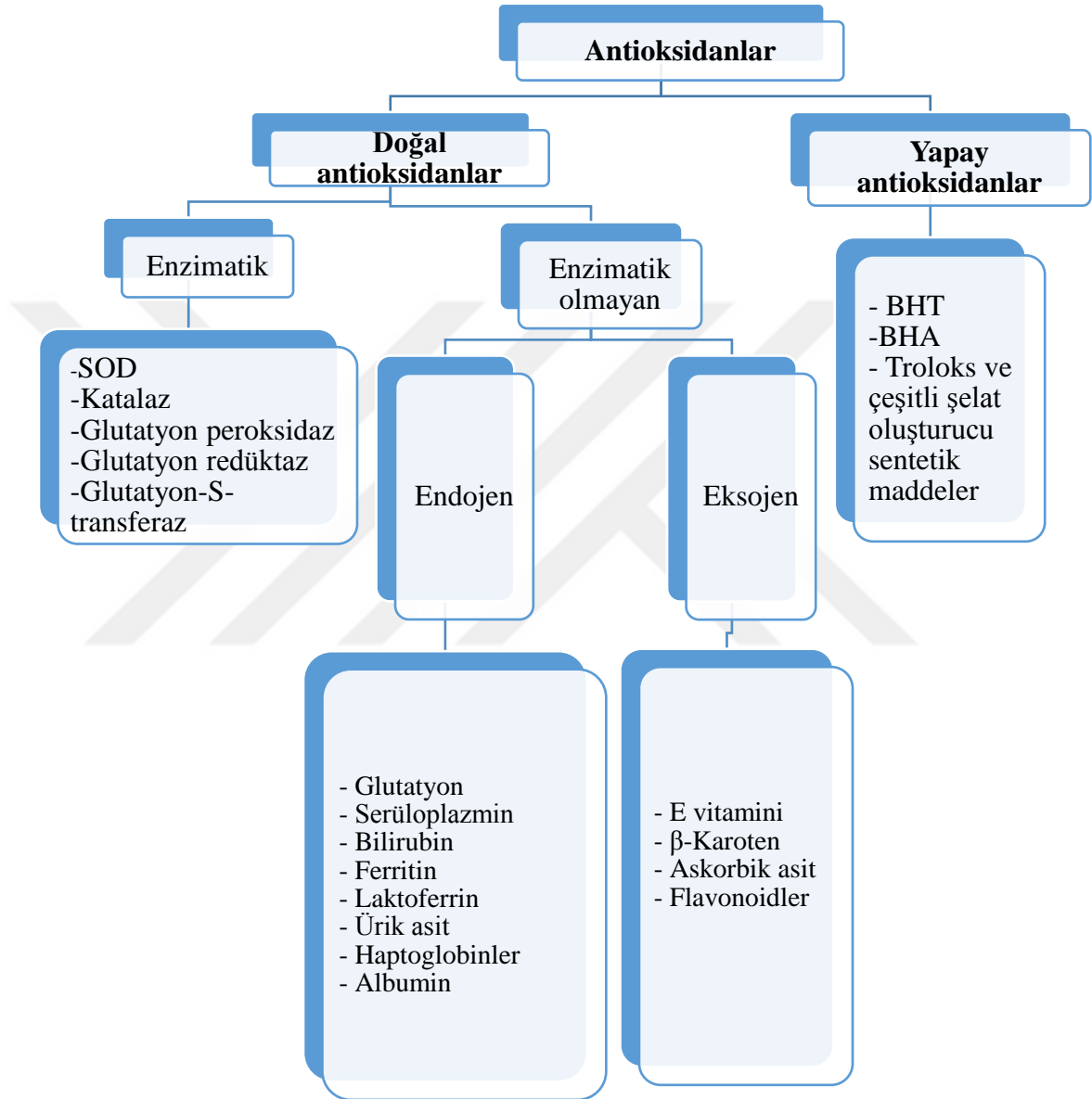
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Antioksidan Bileşikler

Antioksidan maddeler genellikle “oksidasyona karşı koyarak veya oksijenle yürütülen reaksiyonları engelleyerek, oksidasyondan kaynaklanan acılaşıma ve diğer tat bozukluklarını geciktirmeye veya önlemeye yarayan maddeler” şeklinde tanımlanmaktadır (Frankel ve Meyer 2000, Heinonen 2002).

Enerji kaynağı olarak aerobik metabolizma yürüten canlı dokular, metabolizma ile aldıkları oksijeni şeker yakmak için kullanarak yaşam enerjilerini üretirler (Gramza ve Korczak 2005). Bu işlem sırasında karbonhidrat ve yağların oksidasyona uğraması sonucu vücut için zararlı olan serbest oksijen radikalleri oluşur. Oluşan bu zararlı radikaller peroksidasyon reaksiyonlarına sebep olmaktadır (Tekeli ve Sezgin 2007). Peroksidasyon reaksiyonlarının, kardiyovasküler hastalıklar, çeşitli kanser türleri, romatizmal kireçlenme ve kalp damar hastalıkları gibi pek çok rahatsızlık sırasında oluşan durumlar üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Kolaylı ve ark. 2007, Torun ve ark. 2013). Ancak, vücutta serbest radikalleri etkisiz hale getiren antioksidan savunma sistemi mevcuttur. Bu sistemin iyi çalışmaması durumunda söz konusu hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Antioksidan savunma sistemi, farklı antioksidan bileşiklerden oluşmakta ve bu bileşiklerin antioksidan kapasiteleri vücutta üretilen serbest radikaller ve gıdalarla alınan antioksidanlar arasındaki dengeye göre değişmektedir. Bu durumda, serbest radikalleri uzaklaştırma görevini üstlenecek serbest radikal süpürücü maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu maddeler “antioksidan” olarak tanımlanmıştır (Hamid ve ark. 2010). Antioksidan maddeler doğal ve yapay olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.1). Vitamin veya mineral yapısında olmayan bileşikler (fitokimyasallar), mineraller, vitaminler ve zincir kırıcı özelliğiyle ROS (reaktif oksijen türleri) ve RNS (reaktif azot türleri) ile reaksiyona giren lipid radikalleri doğal antioksidanlar grubunda, BHA (bütilendirilmiş hidroksianisol), BHT (bütilendirilmiş hidroksitoluen), TBHQ (tersiyer bütilhidroksikinon), eritorbik asit, sodyum eritobat, gallatlar ve EDTA (etilendiamin tetraasetik asit) yapay antioksidanlar grubunda yer almaktadır (Hamid ve ark. 2010).

Meyve ve sebzeler, bitkisel çaylar ve baharatlar önemli doğal antioksidan kaynaklarıdır (Okcu ve Keleş 2009, Özen 2012).



Şekil 2.1. Antioksidanların Sınıflandırılması (Wootton-Beard ve Rayn 2011).

2.2. Antioksidan Kapasite

Antioksidan aktivite, reaktif türlerin etkisiz hale getirilmesi için antioksidan etki kinetiği ile ilgili birim zaman başına düşen süpürücü yüzdeler olarak, antioksidan kapasite ise, reaktif türlerin antioksidanlar tarafından termodinamik açıdan dönüşümünün etkinliği şeklinde ifade edilmektedir. Antioksidan araştırmalarda bu iki terim sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakta ve karıştırılmaktadır. Çünkü, toplam antioksidan kapasite (TAC), karmaşık bir örnekte var olan tüm antioksidanların (katkı ve muhtemelen sinerjistik) etkisini gösterdiği için, birçok araştırmacı tarafından, gıdadaki antioksidan savunmalarını yorumlamak ve antioksidan bileşenlerin konsantrasyonlarını ayrı ayrı belirleyebilmekten daha kullanışlı olduğu düşünölmektedir (Apak ve ark. 2016).

Antioksidanlar üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Gıda, botanik, nutrasötikler ve diğer diyet ürünlerinde antioksidan kapasiteyi değerlendirmek için standardize edilebilen, birçok analitik yöntem bulunmaktadır (Moharram ve Yossef 2014). Bu metodlar spektrometrik, kromatografik ve elektrokimyasal olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır.

Antioksidan aktivite belirlemede en çok tercih edilen yöntemlerin başında, hızlı ve sabit bir yöntem olan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikal süpürme kapasitesi) yöntemi gelmektedir (Scalzo 2008). Bu yöntem, kararlı bir serbest radikal olan DPPH radikalinin süpürücü etkilerini ölçmeye dayalı bir yöntemdir. 1995 yılında ilk defa, Brand Williams ve ark. tarafından geliştirilmiş ve 1998 yılında Sanchez ve ark. tarafından uygulanmaya başlanmıştır (Ali ve ark. 2008). Bu radikal, hidrojen donörlerle etkileşerek hidrazine indirgenmekte ve kırmızı renkli DPPH radikali, yaklaşık 515 nm dalga boyunda maksimum absorpsiyonu vermektedir. Etanol veya metanollü DPPH çözeltisine antioksidan ilave edilmesiyle, proton sunucusu olarak görev yapan antioksidan madde, DPPH radikaline proton transferi yaparak, absorbansta düşüş meydana getirmekte ve radikalın rengi kırmızıdan sarıya doğru açılmaktadır (Scalzo 2008, Albayrak ve ark. 2010).

DPPH yöntemi, antioksidanların kapasitesini değerlendiren kolay, hızlı ve geçerli bir yöntemdir. Fakat, DPPH radikali lipit peroksidasyona benzemediğinden bunlarla reaksiyona giren antioksidanlarla hızlı reaksiyon veremez. Bununla birlikte, DPPH radikalının süpürme kabiliyeti fizyolojik koşullarda etkin olan reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri radikallerini süpürme gücü ile bağdaştırılmamaktadır (Sanchez ve ark. 1998).

Diğer bir antioksidan aktivite tayin yöntemi, FRAP (demir (III) indirgeyici antioksidan gücü) yöntemidir. Basit ve ucuz bir yöntem olmasının yanında, renkli bir bileşik oluşturarak antioksidanların indirgeyebilme kabiliyetini ölçmektedir. 1996 yılında, ilk olarak Benzie ve Strain tarafından plazmanın demir (III)'ü indirgeme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan gücünü ölçmek için geliştirilmiştir. Bu metot da, demir (III) tripridiltriazin (Fe (III)-TPTZ) kompleksi indirgen tarafından, düşük pH ortamında demir (II) tripridiltriazin (Fe (II)-TPTZ) kompleksine indirgenmektedir. Fe (II)-TPTZ kompleksinin rengi mavidir ve 593 nm'de maksimum absorbans vermektedir (Büyüktuncel 2013).

En zararlı serbest radikallerden olan hidroksil radikalleri, etkileşim sonrasında vücutta oluşmaktadır. Bu nedenle, Fe (II) prooksidan özellik gösterirken, Fe (III) prooksidan özellik göstermemektedir. Askorbik asit, ürik asit gibi bazı antioksidanlar hem Fe (III)'ü hem de reaktif türleri indirgeyebildiğinden, bir bileşiğin indirgeme yeteneğinin ne şekilde ifade edildiği önemlidir. Özetle, Fe (III)'ü indirgeyebilen her indirgen madde antioksidan olmamaktadır (Prior ve Cao 1999).

Antioksidan kapasite yöntemlerinden biri olan CUPRAC (bakır (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite) yöntemi, metot olarak antioksidan maddenin Cu (II)'yi Cu (I)'e indirgemesine dayanmaktadır. Bahtocuproine ve neocuproine Cu (I) ile belli oranda (2:1) birleşerek renkli kompleks oluşturmaktadır. Cu (I) ve Neocuproine (2,9-dimethyl-1,10 phenantrolin) ile 450 nm dalga boyunda gözlenen absorbans ölçülmektedir. FRAP yönteminin, bazı antioksidanları reaksiyon süresince tam yükseltgeyememesi ve glutatyon, tiol tipi antioksidanları ölçememesinden dolayı bu yöntem Fe (III) iyonu

indirgeme kapasitesi cinsinden sonuç veren yöntemlerden daha hızlıdır (Prior ve ark. 2005).

Her antioksidan kapasite yöntemi, antioksidan maddelerin etkinliğini bir kimyasal reaksiyonu prensip olarak ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, mevcut antioksidan kapasiteyi *in vitro* koşullarda saptayabilmek için bir gıdanın antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer 2000).

2.3. *In vitro* gastrointestinal sindirim

Gıdaların sağlık üzerindeki etkileri biyoaktivite çalışmalarına göre belirlenmektedir. *İn vitro* (örn: yapay mide-bağırsak sindirimi), *ex vivo* ve *in vivo* (örn: hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalar) deneysel modelleri kullanılmaktadır. Biyoaktiviteyi ölçmek için kullanılan bu deneysel modeller belirlenecek özelliğe yönelik ve spesifiktir. Biyoaktiviteyi tanımlamak için geliştirilen *in vitro* metotlar antioksidan, antiinflamatuvar ve antitümör gibi farklı aktivitelerin belirlenmesini içermektedir (Fernandez Garcia ve ark. 2009).

Biyoyararlılık, “organizmada fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak için tutulan veya organizmada depolanan biyoaktif besin ögesi” şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, gıdada var olan besin öğelerinin gastrointestinal koşullarda bağırsakta emilen ve vücut fonksiyonları için kullanılan miktarıdır (Rebellato ve ark. 2015). Ancak, biyoyararlılığın *in vitro* metotlarla tam olarak ölçülmesi mümkün değildir. Ayrıca yaş, fizyolojik durum, kronik ve akut enfeksiyon hastalık durumları, besin durumu ya da yapısal faktörler de besin emilimini etkilediğinden dolayı, bu faktörlerin *in vitro* olarak değerlendirilmesi olanaksızdır. Fakat, *in vitro* biyoyararlılık/biyoalınabilirlik metotları, pH ve enzim etkisi, gıda bileşenleri arasındaki etkileşimler ve gıda matriksinin yapısı hakkındaki bilgileri sağlayabilmesi açısından faydalıdır (Etcheverry ve ark. 2012). Bu nedenlerden dolayı, biyoyararlılık çalışmalarına yol gösterici olduğundan, biyoalınabilirlik çalışmaları yürütülmektedir. Biyoalınabilirlik ise, “ince bağırsakta

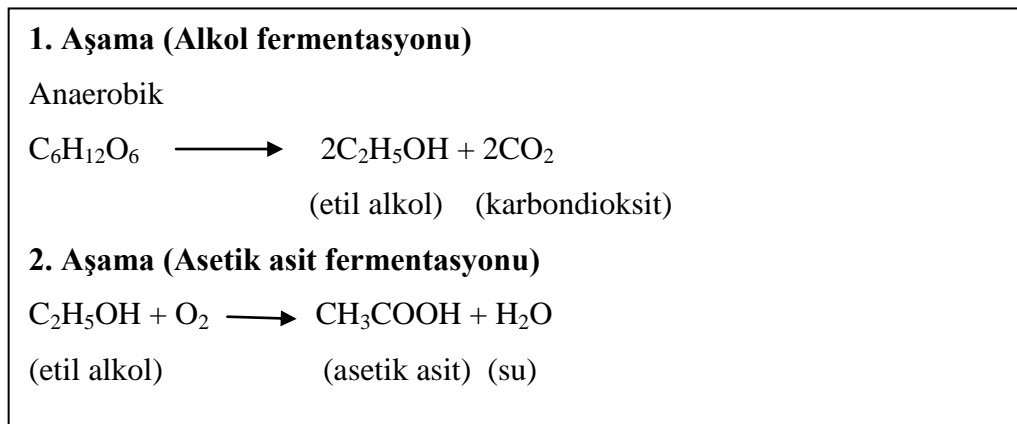
bulunan çözülmüş haldeki bileşiklerin absorbe edilebilen bölümü” şeklinde tanımlanmaktadır (Tagliazucchi ve ark. 2010).

Bir bileşiğin biyolojik olarak kullanılabilirliği, mide bağırsak sıvılarının fizikokimyasal özellikleri, gıdanın bileşimi ve sindirim enzimlerinin baskısı gibi pek çok parametreye bağlıdır (Tagliazucchi ve ark. 2010, Tagliazucchi ve ark. 2012). Geçerli ve hızlı bir metot olması sebebiyle *in vitro* (yapay mide-bağırsak sindirimi) modeli uygulanmaktadır. İnsan vücudundaki metabolik olaylar enzimler kullanılarak sıcaklık ve süre gibi parametrelerle gerçeğe uygun şekilde modellenmektedir. İlk olarak pepsin-HCL ile sindirim uygulanarak gastrik (mide) sindirimi simüle edilmekte ardından, safra tuzlarıyla pankreatik sindirim gerçekleştirilmektedir (Walle ve ark. 2003).

2.4. Sirke

2.4.1. Sirkenin tanımı ve bileşimi

Sirke, değişik hammaddelerden farklı yöntemlerle elde edilen fermente bir üründür (Aktan ve Kalkan 1998, Plessi 2003). Etil alkol ve asetik asit fermentasyonları olmak üzere iki aşamalı fermentasyon ile nişasta ve/veya şeker içeren hammaddelerden üretilerek elde edilmektedir (Anonim 1982). Sirke, ilk olarak *Saccharomyces cerevisiae* gibi mayalar tarafından fermente edilebilen şekerin etanole dönüşümü, ardından etanolün asetik asit bakterileri tarafından oksidasyonu ile oluşmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Fermente olabilir şekerlerin iki aşamalı oksidasyonu (Aktan ve Kalkan 2011).

TSE 1880 EN 13188 sirke standardına göre ise sirke, “Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermentasyonu, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu standartta (Anonim 2003), sirke çeşitleri, üretiminde kullanılan hammaddelere göre, şarap sirkesi, meyve sirkesi, meyve şarabı sirkesi, elma sirkesi, alkol sirkesi, tahıl sirkesi, malt sirkesi, aromalı sirke ve diğer sirkeler olarak verilmiştir. Ülkemizde en yaygın kullanılan sirke elma sirkesidir (Adams 1985).

Sirkenin bileşimi; asetik asit miktarına, kullanılan hammaddeye, yan ürünlere, kullanılan alkollü sıvının cinsine göre değişiklik göstermektedir. Sirkenin bileşimindeki farklılığı sirkeye katılan su veya bakterilerin faaliyeti için kullanılan maddeler de etkilemektedir. Sirkenin %80 gibi büyük bir kısmını su oluşturmaktadır, geriye kalan %20’lik kısmı ise organik asitler, mineraller, alkoller, proteinler ve karbonhidratlardan oluşan ekstrakt ile esterler, aldehitler, diasetil ve aroma maddeleri gibi uçucu unsurlardan oluşmaktadır (Aktan ve Yıldırım 2011).

Elma sirkesinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, elma sirkesinin bileşiminde 50,9 g/ L asetik asit, 0,02 g/ L sitrik asit, 3,56 g/ L malik asit, 0,38 g/ L laktik asit, 0,28 g/ L formik asit ve 0,27 g/ L süksinik asit olduğu bildirilmiştir (Horiuchi ve ark. 1999).

Pizarro ve ark. (2008), elma sirkesi, şarap sirkesi, balsamik sirke ve sherry sirkesindeki uçucu bileşenler ile ilgili yaptıkları çalışmada, dört sirke örneğinde de öjanol, eudesmol, furfural, terpineol, isobütirik asit, nonanoik asit, kuminaldehit, metil salisilat, etil benzoat, benzen asetat başta olmak üzere 14 farklı bileşen tespit etmişlerdir.

İşveç, İspanya, Fransa ve İtalya’daki marketlerden toplanan elma sirkesi, şarap sirkesi ve alkol sirkelerinin kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek kuru madde değerine elma sirkesinin sahip olduğu ve elma sirkesinin diğerlerine göre daha fazla sorbitol içerdiği bildirilmiştir (Gerbi ve ark. 1998).

2.4.2. Sirke ile ilgili yapılan çalışmalar

Ülkemizde piyasaya sunulmuş 13 sirke örneğinde yapılan bir araştırmada, örneklerin toplam asit miktarları 1,8-4,5 g/ 100 mL, kuru madde miktarları 5,1-61,7 g/ L, kül miktarları 1,98-6,97 g/ L, alkol miktarları % 0-3,7 aralığında belirlenmiştir (Kılıç 1976).

Hill ve ark.(2005)'nın elma sirkeleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, elma sirkelerinin pH değerinin 2,9-5,7 ve toplam asitlik değerinin, asetik asit cinsinden %1,04-10,57 aralığında olduğu belirtilmiştir.

Budak (2010), yüzey kültür ve derin kültür yöntemi ile üretilen sirke çeşitlerinde yaptığı çalışmada; yüzey kültür ile üretilen elma sirkesi örneklerinde toplam kuru madde miktarını %1,96; kül miktarını 2,0 g/ L, titrasyon asitliğini %5,72 ve pH değerini 2,87 olarak belirlemiştir. Derin kültür yöntemi ile üretilen elma sirkesi örneklerinde ise, toplam kuru madde miktarını %1,80; kül miktarını 4,7 g/ L, titrasyon asitliğini % 7,37 ve pH değerini 3,16 olarak belirlemiştir.

Pellegrini ve ark. (2003) Red Delicious ve Yellow Golden türü elma çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini FRAP, TRAP ve ABTS (TEAC) metotları ile inceledikleri çalışmada, Yellow Golden çeşidinde sırasıyla FRAP, TRAP ve ABTS metotları ile antioksidan aktiviteyi, 3,32 mmol Fe²/kg toplam antioksidan (TA), 1,54 mmol Trolox kg TA ve 1,31 mmol Trolox/ kg TA; Red Delicious çeşidinde ise 3,84 mmol Fe²/ kg TA, 2,23 mmol Trolox/ kg TA ve 1,59 mmol Trolox/ kg TA olarak belirlemişlerdir.

Romanya elmalarından yapılmış elma sirkesi ile ilgili yapılan benzer bir çalışmada ise, sirkelerin antioksidan kapasite değeri FRAP metodu ile 0,45 mmol/ L olarak tespit edilmiştir (Mariana Atena ve ark. 2007).

Marangoz (2016) yapmış olduğu çalışmada, karadut meyvesinden elde edilen sirkelerin taze meyve ve şarabına göre daha yüksek miktarda antioksidan özellik gösterdiğini tespit etmiştir.

Kırcı (2017), güvem sirkesi çalışmasında meyvenin sirkeleşme prosesi ile ABTS yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivitenin arttığını bulmuştur.

Polifenollerce zengin olan meyve ve sebzeler, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonuna engel olmaktadır (Crozier ve ark. 2009). Birçok çalışmada polifenollerce zengin gıda tüketiminin kardiyovasküler hastalıklardan korunmada etkili olduğu bildirilmiştir (Limpe 1999, Giugliano 2000). Ayrıca, polifenollerce zengin olan sirkenin de kardiyovasküler etkisinin insan sağlığında olumlu etkisi olduğu bilinmektedir (Soleas ve ark. 2002, Xu ve ark. 2007).

Yapılan çalışmalarda, elma sirkesi tüketiminin pıhtı oluşumunu önlediği (Knekt ve ark. 2000), kardiyovasküler ve kronik akciğer hastalıkları riskini azatlığı (Tabak ve ark. 2001), akciğer kanseri riskini etkin bir şekilde azalttığı (Wolfe ve ark. 2003) tespit edilmiştir.

Elma sirkesi, turşu, dereotu ve ticari sirke haplarından alınan günlük asetik asit miktarlarının şeker hastalarındaki hemogloblin A1c üzerindeki etkileri hakkında yapılan bir çalışmada; sirkenin hemogloblin A1c değerini %0,16 oranında düşürdüğü ve düzenli sirke kullanımının kan şekerinin kontrolünü sağladığı tespit edilmiştir (Johnston ve Gaas 2006).

Asetik asitin midenin boşaltılmasını yavaşlatarak (Liljeberg ve Bjorck 1998), nişasta moleküllerinin tamamen sindirimini engelleyen disakkaritaz aktivitesini ve kaslar tarafından glikozun alımını engellediği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Fushimi ve ark. 2001).

Samanidou ve ark. (2001), sirke çeşitlerinin terapötik etkileri üzerine yapmış oldukları çalışmada; sirkede bulunan fenolik maddelerin antioksidan, antitümör, antimutajenik ve antikarsinojenik ajanlarla sağlığımızı koruduklarını bildirmişler ve fenolik maddelerden salisilik asidin enfeksiyon önleme özelliklerinin yanı sıra antibakteriyel aktivitelerinin de olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, kafeik, ferulik ve vanilik asit gibi fenoliklerin

antibakteriyel, antivirüs, antiromatizmal ve ateş düşürücü etkiye sahip olduğunu da açıklamışlardır.

Yapılan başka bir çalışmada, sirke üretimi sırasında meydana gelen maillard reaksiyonlarıyla oluşan kahverengi polimerlerden olan melanoidlerin, sağlığı koruyan antioksidan aktivitesi olduğu bildirilmiştir (Xu ve ark. 2007).

2.5. Baharatlar

Baharatların katkı maddesi olarak gıdalarda kullanımının yanında, gıda sanayinde kullanım alanı genişlemiştir (Akgül 1993). Baharatlar, antimikrobiyal ve antioksidatif etkilerinden dolayı et ve et ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Et ürünleri dışında soslarda, şurup ve şerbet yapımında ve bitkisel çay gibi ürünlerde baharat ve ekstrakt olarak kullanılmaktadır (Akgül 1993, Yalçın ve ark. 1997). Çoğu baharat, içerdiği eterik yağlar ve fenolik bileşikler nedeniyle az ya da çok antioksidan etkiye sahiptir (Lee ve Yoon 1995, Yalçın ve ark. 1997). Bu nedenle özellikle de fonksiyonel ürün olarak geliştirilen soğuk içecek çalışmalarında baharatlar tercih edilmektedir.

2.5.1. Zencefil (*Zingiber officinale*)

Zencefil; *Zingibeaceae* familyasına aittir. Bu familya 24 kadar cinsi ve 300 civarında türü kapsamaktadır. Toprak altında yetişen, yumru köklü, çok yıllık otsu bir bitkidir (Şekil 2.3). 60-90 cm yüksekliğinde, dik koyu yeşil yapraklara sahiptir. Pembe renkli çiçekleri ile orkideye benzemektedir (Ahmed ve ark. 2000). Zencefil, 1807 yılında William Roscoe tarafından tanımlanmış ve "*Zingiber officinale*" adını almıştır (Foster 2000).

Uzun yıllardır yaş ve kurutulmuş haliyle baharat olarak kullanılmaktadır (Plotto 2002). Genellikle tropikal veya subtropikal alanlarda yetişen zencefil yetiştiriciliğinde Hindistan ve Çin ilk sırayı almaktadır (Utpala ve ark. 2006).



Şekil 2.3. Tane ve toz zencefil (*Zingiber officinale*)

Zencefil köklerinin bileşenleri incelendiğinde, zencefil höklerinin %3-6 yağ, %60-70 karbonhidrat, %3-8 ham lif, %9-10 protein, %9-12 su, %2-3 uçucu yağ ve yaklaşık %8 oranında kül içerdiği saptanmıştır (Manhu ve Nalini 2005).

Zencefilin iki temel bileşeni köklerinde bulunan gingerol ve şoagol maddeleridir. Bu polifenolik maddeler yüksek antioksidan etkiye sahiptir. Ayrıca, taze zencefilin %9 ile %12 aralığında nem, %8 oranında kül, %60 ile %70 aralığında karbonhidrat, %9 ile %10 aralığında protein ve %2 ile %3 aralığında linalool, zingiberol, zingiberene gibi yüksek antioksidan aktivitesi olan uçucu yağ içerdiği bilinmektedir. Özellikle kök yapısında, kalsiyum, fosfor, demir, çinko, bakır gibi mineraller ve A vitamini bulundurmaktadır (Shirin ve Jamuna 2010, Baliga ve ark. 2011). Zencefilin aktif bileşenlerinden olan gingerol'un, *in vitro* ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda ağrı kesici, ateş düşürücü, yatıştırıcı ve bakteri önleyici olduğu tespit edilmiştir (Kemper 1999).

Shirin ve Jamuna (2010) baharatların medikal amaçlı kullanılmasında antioksidan etkisini araştırdıkları çalışmada, zencefilin toplam karotenoid ve C vitaminin miktarlarını sırasıyla; 79 ve 9,33 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. DPPH giderme aktivitesinin 1 mg'lık örnek için %84,4 olduğunu ve zencefilin yüksek antioksidan etkisinin medikal amaçlı kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Oldukça aromatik bir baharat olan zencefil özellikle Çin, Hindistan ve Arap ülkelerinde baharat olarak kullanılmasının yanı sıra sindirime yardımcı, mide bulantısını giderici,

romatizmayı azaltıcı, solunum düzenleyici, pıhtılaşmayı önleyici şekilde kullanılmaktadır (Pawar ve ark. 2011).

Yapılan çalışmalarda, zencefil ekstraktının askorbik aside yakın antioksidan aktivite gösterdiği, dizlerdeki ağrıyı önemli ölçüde azalttığı ve kolesterolü düşürdüğü saptanmıştır (Fuhrman ve ark. 2000, Altman ve Marcussen 2001).

2.5.2. Zerdeçal (*Curcuma longa*)

Zingiberaceae familyasına ait olan zerdeçal, toprak altında yetişen çok yıllık otsu bir bitkidir (Şekil 2.4). Sarı çiçekleri ve büyük yaprakları vardır. Zerdeçal; zerdeçöp, safran kökü, sarıboyu, zerdeçav, hint safranı ve turmerik olarak da adlandırılmaktadır (Surh 2003). Ana vatanı Doğu Asya olan zerdeçal Hindistan, Çin, Endonezya ve Peru gibi tropikal ve subtropikal bölgelerde yetişmektedir (Baytop 1999). Pek çok ülkede nezle, öksürük, romatizma, sinüzit, karaciğer ve deri hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Ammon ve ark. 1992, Miquel ve ark. 2002, Auddy ve ark. 2003).



Şekil 2.4. Tane ve toz zerdeçal (*Curcuma longa*)

Toz zerdeçal %6,3 protein, %5,1 yağ ve %2,4-4 esansiyel yağ içermektedir (Chattopadhyay ve ark. 2004, Kermanshahi ve Riasi, 2006). Bu bileşenlerin güçlü bir antioksidan etki gösterdiği ve lipit oksidasyonunu önlemede E vitamininden daha etkili olduğu saptanmıştır. Polifenolik içeriği yüksek bir baharat olan zerdeçal, peroksit oluşumunu engelleyerek raf ömrünü de uzatmaktadır (Jayaprakasha ve ark. 2005).

A vitamininin cilt gelişimi, büyüme, üreme, kemik büyümesi ve hücre büyümesinde etkili olduğu bilinmektedir (Aksoy 2000). E vitamini ise, serbest radikallerin oksidasyonuna karşı hücre membranındaki yağ asitlerini koruma da savunma hattı oluşturmaktadır. Böylece, hidrojen iyonları ile peroksit ve hidroperoksitleri doyurarak peroksit radikallerinin aktivitesini azaltmakta ve reaksiyonu inhibe etmektedir (El Demerdash ve ark. 2004). A vitamin öncüsü olan β -karotenin doymamış yağların oksidasyonunu önleyerek serbest radikallerin oluşumunu engellediği ve C vitamininin ise; süperoksit, peroksidler ve tokoferoller gibi reaktif oksijen türlerini indirgediği, lipit hidroperoksitlerinin oluşumunu engellediği bilinmektedir (Sies ve ark. 1992). Yapılan çalışmalarda toz halindeki zerdeçalın A, C ve E vitamini ile β -karoten bakımından zengin olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark. 2011, Tuncer ve ark. 2012).

Bileşimde bulunan yüksek C vitamini sayesinde zerdeçalın, hazımsızlık ve damar sertliği gibi sağlık problemlerinde etkili olduğu bilinmektedir (Kumar ve ark. 2006). Fareler üzerinde yapılan *in vitro* çalışmalarda zerdeçalın bazı tümör türlerinin gelişimini önleyici etkisinin olduğu bulunmuştur (Kuttan ve ark. 1985).

Yapılan bir çalışmada tavuk kıymasına zerdeçal ekstraktı eklenerek zerdeçalın antioksidan etkisi ölçülmüş, araştırma sonunda zerdeçal ekstraktın antioksidan etkisinin oldukça yüksek olduğu ve bu durumun zerdeçalın içerdiği fenolik bileşiklerden kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Sharma 1976).

Başka bir çalışmada ise, zerdeçalın etken maddesi olan kurkuminioidlerin antioksidan etkisi incelenmiş ve antioksidan etkisinin askorbik asitle eşdeğer olduğu belirtilmiştir (Khanna 1999). Ak ve Gülçin (2008)'de kurkuminioidlerin antioksidan özelliği üzerine yaptığı çalışmada benzer bir sonuç bildirmişlerdir.

2.5.3. Kakule (*Elettaria cardomomum*)

Zingiberaceae familyasına ait olan kakule (Şekil 2.5), Güney Asya kökenli bir bitki olarak bilinmektedir (Akgül 1993, Baytop 1999). 2-4 m boyunda, büyük yapraklı, beyaz çiçekli ve rizumlu bir bitkidir. Meyveleri 7-15 mm boyunda ve 6-8 mm genişliğinde, üç

köşeli ve sarı yeşil kapsüllüdür. Her meyvede ortalama 15-20 adet tohum bulunmaktadır. Hindistan, Çin Endonezya, Kosta Rika, Malezya ve El Salvador yetiştirilmektedir. Oldukça yoğun, aromatik ve baharlı bir kokusu vardır. Acımsı ve yakıcı bir lezzete sahiptir (Akgül 1993)



Şekil 2.5. Kakule (*Elettaria cardomomum*)

Kakule baharatı uçucu yağ, uçucu olmayan yağ ve reçine içermektedir. 100 g kakule baharatı ortalama 311 kcal enerji sağlamaktadır. Bileşiminde 8,3 g su, 10,8 g protein, 6,7 g yağ, 68,5 g karbonhidrat, 11,3 g lif, 5,8 g kül, 383 mg Ca, 14 mg Fe, 229 mg Mg, 178 mg P, 1119 mg K, 18 mg Na, 7 mg Zn ve 1 mg niasin bulunmaktadır. Ayrıca, %25-45 1,8-sinenol, %28-34 α -terpinenol, jeranil asetat, nerol, linalol, neril asetat, metil heptenon, borneol ve monoterpen gibi uçucu yağları da içermektedir (Akgül 1993).

Kakule, ağız kokusunu giderici, bulantı ve kusmayı kesici, epilepsi hastalığını tedavi edici olarak da kullanılmaktadır (Özgülen 1998, Pamuk 1998).

En büyük üreticisi olan Hindistan'da depresyon, kalp hastalıkları, ishal ve dizanteri tedavisinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda nezle, hazımsızlık, baş ağrısı ve epilepsi hastalığını tedavi edici özellikleri olduğu bildirilmiştir (Özgülen 1998, Pamuk 1998, Karaca ve ark. 2005).

Kakule ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda, ülser ve gastrit gibi mide rahatsızlıklarında etkili olduğu ve trombositler üzerinde agregasyon etkiyle trombositlerin birbiriyle yapışmasını engelleyerek kalp damar sağlığında etki gösterdiği bildirilmiştir (Karaca ve ark. 2005, Jamal ve ark. 2006). Kakulenin petrol eter ekstresinin ranitidinden daha aktif

bir etkiye sahip olduğu ve kakulenin trombosit agregasyonunu önleyici aktivite gösterdiği benzer çalışmalarla kanıtlanmıştır (Suneetha ve Krishnakantha 2005, Jamal ve ark. 2006).

2.5.4. Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*)

Tarçın, defnegil familyasından olan Güney ve Güneydoğu Asya kökenli bir bitkidir (Ceylan 1995). Japonya, Seylan, Güney Amerika ve Sumatra'da yetişmektedir (Beal ve Reinhard 1980). Bazı *cinnamomum* türlerinin, kabuklarının dış kısmının iç kısmından ayrılarak kurutulup iç kısmının öğütülmesiyle, baharat formu elde edilmektedir (Gunther Robert 1959).



Şekil 2.6. Seylan tarçını (*Cortex cinnamomum verum*) ve çin tarçını (*Cortex cinnamomum cassia*)

Seylan Tarçını (*Cortex cinnamomum verum*) ve Çin Tarçını (*Cortex cinnamomum cassia*) (Şekil 2.6) olmak üzere iki cins tarçın kabuğu bulunmaktadır ve her iki tarçın bileşiminde tanen ve %1-2 oranında uçucu yağ bulunmaktadır (Shan ve ark. 2005). Tarçın kabuğuna ait bilgilere eski Roma, eski Çin, eski Yunan, eski Hint ve mezopotamya yazıtlarında rastlanmaktadır. Yazıtlardaki tarçının daha kalın kabuklu ve daha az aromatik olan çin tarçını olduğu düşünülmektedir (Beal ve Reinhard 1980). Çin tarçını, çiçek açma dönemi bittikten sonra 2-3 cm kalınlığındaki dallardan çıkarılan kabuğun mantar tabakası ve dış kabuktan ayrıldıktan sonra kurutulmasıyla elde edilmekte ve genellikle baharat olarak kullanılmaktadır. Seylan tarçınından ise, genç dalların kabuklarından ve yapraklarından çıkarıldıktan sonra mantar tabakası ve en dış kabuktan ayrılmış sürgünlerin gölgede kurutulmasıyla tarçın yağı elde edilmekte ve

tıbbi amaçlı kullanılmaktadır. Her iki tarçın cinsi de bileşiminde uçucu yağlar, diterpenler, oligometrik proantosiyanidinler ve müsilajlar içermektedir (Gunther 1950).

Tarçın ile ilgili yapılan çalışmalarda, tarçının antialerjik, antipiretik, antitümöral, kolestrol düşürücü, kabız önleyici ve antiseptik özellikte olduğu belirtilmiştir (Kurokawa ve ark. 1998, Gürson ve Özçelikay 2005). Güçlü antioksidan özelliğe sahip olması tarçının baharat şeklinde gıda maddelerinde yaygın şekilde kullanılmasına olanak sağlamıştır (Shan ve ark. 2005).

In vitro çalışmalarda, *Cinnamomum zeylanicum* ve *Cinnamomum cassia* türlerinin insülin benzeri madde şeklinde hareket ettiği gözlemlenmiştir. Tarçının, vücudun yeterli insülin üretmemesi veya vücut hücrelerinin insüline tepki vermemesi sonucu oluşan Tip 2 DM (Tip 2 Diabetes Mellitus) hastalığının kontrolünü sağladığı belirtilmiştir (Gruenwald ve ark. 2010). Anderson ve ark. (2004), tarçından elde edilen suda çözünen polifenol polimerlerinin insüline bağımlı glukoz metabolizmasını 20 kat hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Taher ve ark. (2004) yaptıkları benzer bir çalışmada, suda çözünen tarçın polifenollerinin adipogenezini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Qin ve ark. (2003) erkek Wistar farelerindeki insülin değişimini araştırarak iskelet kaslarında oluşabilecek değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, tarçın bileşenlerinin glukoz alımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Genellikle 30 yaş altı kadınlarda görülen, yumurtalıklarda kalın yumurtalık dokusu içinde iyi huylu kist bulunması şeklinde tanımlanan polikistik over hastalığında, tarçın tüketiminin etkilerinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Polikistik over tanısı konmuş 15 hastanın günlük 1 g tarçın kapsülü tüketmesi sağlanmış ve tarçın kapsülü tüketiminin insülin hassasiyetini düzelttiği bildirilmiştir (Ziegenfuss ve ark. 2006). Obez hastalarda tarçının glukoz seviyesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, obez 21 hastanın 12 hafta boyunca günde 2 kez 250 mg tarçın kapsülü tüketmeleri sağlanmış ve 12 hafta sonunda açlık plazma glukoz seviyelerinin düştüğü gözlenmiştir (Wang ve ark. 2007).

Mathew ve Abraham (2006) yaptıkları çalışmada, tarçının kabuk ekstraktının *in vitro* sistemlerde serbest radikal süpürücü etkisinin yüksek olduğu ve süperoksit radikallerini inhibe ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca tarçın ekstraktının insülin fonksiyonunu geliştirdiği düşünülmektedir (Wang ve ark. 2009).

2.5.5. Karabiber (*Piper nigrum*)

Karabiber, çiçekli bitkilerden *Piperaceae* familyasına ait, bitkinin 6 mm çapındaki meyvelerinin kurutulup baharat şeklinde kullanılmasıyla elde edilmektedir (Abbasi ve ark. 2010). Ana vatanı Güneybatı Hindistan olmakla beraber Endonezya, Brezilya ve Türkiye gibi tropikal ve subtropikal bölgelerde de yetişmektedir (Parmar ve ark. 1997). Ortalama 15 m boyunda turuncu kökleri ile tırmanıcı bir bitkidir. Meyvelerinin kabuğunun dış kısmı etli, iç kısmı ise serttir. Olgunlaşmadan önce toplanıp kurutulularak elde edilen formuna karabiber (*Piper nigrum*), olgunlaştıktan sonra kabukları soyularak kurutulan formuna ise beyazbiber (*Fructos piperis albi*) denilmektedir. Ortadoğu ülkelerinde ve ülkemizde karabiber kullanımının, Avrupa ülkelerinde ise beyazbiber kullanımının fazla olduğu bilinmektedir (Berger 1952).

Karabiber, %5,3-9,2 oranında keskin ve yakıcı tat veren piperin, %1 oranında reçine türü olan chavacin, yaklaşık olarak %50 nişasta, %6,5-7,5 sabit yağ ve %1,2-3,5 eterik yağ (d-Phellandren, diperten, citral, sesquiterpenler, piperidin) içermektedir (Franke 1981, Hoppe 1981, Wagner 1982). Ayrıca, Karabiber; A, E ve K vitaminlerini, çinko, demir, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve potasyum minarelerini, lifleri ve pek çok organik asitleri de içermektedir. İçerdiği piperin ve fenolik bileşenler antioksidan aktiviteyi yükselterek, reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellemektedir (Butt ve ark. 2013).



Şekil 2.7. Karabiber (*Piper nigrum*) baharatının tane hali

Mide rahatsızlıkları, ishal ve hazımsızlık, soğuk algınlığı, ateş ve astım gibi hastalıklara karşı etkisi olduğu bilinmektedir (Parmar ve ark. 1997, Sujatha ve ark. 2003). Pek çok ülkede bronşit, gastrik ülser ve romatizma tedavisinde antiviral ajan olarak kullanılmaktadır (Wattanathorn ve ark. 2008). Bakteriler ve virüsler gibi farklı patojenik ajanların neden olduğu sindirim bozukluklarında ve obezite hastalıklarında tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Sujatha ve ark. 2003, Lee ve ark. 2005).

Karabiberin aktif bileşenleri, bağırsak enzimlerini uyararak safra asidinin kendiliğinden salgılanmasını sağlayabilmektedir (Reshmi ve ark. 2010). Karabiberin bileşiminde bulunan piperin maddesinin, ishali ve farelerin bağırsaklarındaki sıvı birikimini azalttığı gözlemlenmiştir (Panda ve Kar 2003). Başka bir çalışmada, karabiberin antitermojenik etki, büyüme, uyarıcı aktivite ve antitiroid aktivitelerinin bulunduğunu bildirilmiştir (Ahmad ve ark. 2011).

Karabiber üzerine yapılan çalışmalarda, oksidatif strese karşı koruma görevi üstlendiği (Hlavakova ve ark. 2010), tümörü inhibe ettiği (Mona ve ark. 2009) ve büyüme uyarıcı aktiviteye sahip olduğu (Ahmad ve ark. 2011) bildirilmiştir.

2.5.6. Karanfil (*Eugenia caryophyllata*)

Myrtaceae familyasından olan karanfilin asıl yetiştiği bölge Asya'dır (Şekil 2.8). Türkiye'de Akdeniz bölgesinde özellikle Antalya ve çevresinde yetiştiği bilinmektedir

(Vural 2014). Pembe renkli karanfil çiçeklerinin tomurcuklarının kurutulmasıyla karanfil baharatı elde edilmektedir (Kocabaş ve ark. 2008).

Santos ve ark. (2009) karanfil tohumunun bileşenleri ile ilgili yaptıkları çalışmada, karanfil tohumundan elde ettikleri esansiyel yağın bileşiminde yüksek antioksidan özelliğe sahip öjanol olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve Shibamoto (2001) yaptıkları çalışmada, karanfilin tomurcuklarından 2 farklı yöntem kullanarak uçucu yağları izole etmişler ve bu uçucu yağların antioksidan özelliklerini incelemişlerdir ve karanfilin ana bileşenlerinden olan öjanolün yüksek antioksidan özelliği olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2.8. Karanfil (*Eugenia caryophyllata*)

Yapılan başka bir çalışmada, Karanfil esansiyel yağlarının pamuk yağı üzerindeki antioksidatif etkisi incelenmiş ve karanfilin yüksek antioksidatif etki gösterdiği rapor edilmiştir (Yanishlieva ve ark. 2006, Çoban ve Patır 2010).

Tarçın yaprağı, karanfil ve limon otu esansiyel yağlarının başlıca bileşenleri spektrofotometrik yöntemle araştırılmış, karanfil ve tarçın yaprağında sırasıyla %83,9 ve %78,5 öjanol, limon otunda ise geraniol ve neral bileşenleri olduğu tespit edilmiştir (Guynot ve ark. 2003).

2.6. Tatlandırıcılar

2.6.1. Sakkaroz

Gıdaların tatlandırılması aşamasında en çok kullanılan bileşen “çay şekeri” veya “beyaz şeker” olarak da bilinen sakkarozdur. “C₁₂H₂₂O₁₁” kapalı formülüne sahip bir karbonhidrattır. Ülkemizde şeker pancarından elde edildiği için “pancar şekeri” olarak da adlandırılmaktadır. Sakkaroz, daha düşük molekülü iki farklı şekerden (glukoz ve fruktoz) oluşmaktadır. Yiyecek sindirimi sonrası bu iki şekere parçalanmaktadır. Birçok bitki türünde farklı miktarlarda doğal olarak bulunmaktadırlar. Sadece bitkiler tarafından sentezlenen sakkaroz, fotosentezin en önemli ara ürünüdür. Yapraklardan gövdenin diğer yerlerine taşınan esas şeker formudur. Sakkaroz birçok bitkiden ekstrakte edilebilmesine rağmen en önemli iki kaynağı şeker kamışı ve şeker pancarıdır. Şeker kamışı %17-20 ve şekerpancarı %10-12 oranında sakkaroz içermektedir. Saf sakkaroz parlak, beyaz kristal yapıda ve kokusuzdur. Sakkarozun kendine has karakteristik bir tadı vardır ve tatlılığın ölçülmesinde referans (tatlılık derecesi 100 kabul edilir) madde olarak kullanılmaktadır (Humberlant ve Anderson 1993).

Sakkaroz yüksek enerji verme, kıvam arttırma ve kolay sindirilme nitelikleri yönüyle önem taşımaktadır (Morlock ve ark. 2014). Ancak, aşırı sakkaroz alımı bazı rahatsızlıklara da neden olabilmektedir. Sindirim sonrasında hızlı bir şekilde kana karışabildiği için, yüksek miktarda tüketildiğinde obezite, diyabet gibi rahatsızlıklara neden olabildiği bildirilmiştir (Boileau ve ark. 2012). Yapılan başka bir çalışmada, sakkaroz ile beslenen deneklerin kan şekerinin yükselmesini takiben trigliseridlerin yükselerek insülin direncine neden olduğu bildirilmiştir (Boileau ve ark. 2012).

2.6.2. Stevia

Günümüzde, doğal tatlandırıcı olarak stevia kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. *Stevia rebaudiana* bitkisinden elde edilen stevia'nın (Şekil 2.9) kalori içermemesi, doğal olması, kandaki şeker seviyesini etkilememesi ve sakkarozla oranla 250-300 kat

daha tatlı olması, yüksek sıcaklığa dayanıklı olması, fermente edilememesi gibi özelliklerinden dolayı pek çok üründe kullanılmaktadır (Panpatil ve Polasa 2008).



Şekil 2.9. Stevia bitkisi ve toz formu

Stevia bitkisi, *Asteraceae* ailesine ait küçük, otsu ve çok yıllık bir bitkidir (Dzyuba 1998, Dwivedi 1999). Stevia yapraklarının kurutulmasıyla, ekstraktları elde edilmektedir. Yaprakları steviosid, steviolbiosid, rebaudiosid (A, B, C, D, E, F) ve dulkosid A içeren tatlı diterpen glikozit karışımına sahiptir. Kuru stevia yapraklarının %5-15'inde bulunan steviosid, stevianın tatlılığından sorumludur. Stevia ekstraktlarında flavonoidler, serbest şeker, aminoasit, lipit, esansiyel yağlar bulunmaktadır (İnanç ve Çınar 2009). Stevianın kuru madde esasına göre enerji değeri 2,7 kcal/ g, asesülfamın enerji değeri 0 ve aspartamın ise 4 kcal/ g olarak bildirilmiştir. Ayrıca stevia, 464,4 mg/ 100g kalsiyum, 11,4 mg/ 100g fosfor, 1 800 mg/ 100g potasyum ve 190 mg/ 100g sodyum içermektedir (Savita ve ark. 2004).

Stevianın, düşük kalori içeriği nedeniyle kan şekeri seviyesinde değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir (Boileau ve ark. 2012, Yang ve ark. 2014, Gantait ve ark. 2015). Farklı çalışmalarda stevianın anti-hiperglisemik, antitümör, antiviral, mide koruyucu, bağışıklık sistemi düzenleyici ve böbrek koruyucu gibi teröpatik etkileri olduğu bildirilmiştir (Ferrazzano ve ark. 2015). Sakkaroz gibi basit şekerlerin kullanımı azaltması ve Tip 2 diyabet, obezite ve diş çürümesi gibi hastalıklardan korunmada tavsiye edilebilir özellikte olması nedeniyle, sakkarozun yerine geçebileceği ileri sürülmektedir (Marcinek ve Krejpcio 2016). Stevia, içeriğinde bulunan antioksidan ve

antimikrobiyal özellik gösteren karotenoid ve fenolik bileşikler sayesinde, doğal antioksidan madde özelliği göstermektedir (Hajihashemi ve Geuns 2014).

Yüksek ısıya dayanıklı olması, pH ve pişirme stabilitesinin yüksek olması, ağızda rahatsız edici metalimsi tat bırakmaması stevianın tatlandırıcı olarak tercih edilmesini sağlamaktadır (Soliman 1997). Stevianın bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda şekerleme, soğuk-sıcak içecekler, fırın ürünleri üretiminde kullanılmaktadır (Nunes ve ark. 2007).

2.6.3. Aspartam (E951)



Şekil 2.10. Aspartam (E951)

Aspartam (E951), sakkarit olmayan yapay bir tatlandırıcıdır. Aspartikasit ve fenilalanin aminoasitlerinden oluşan metil esterdir (Abegaz ve ark. 2012). 1965 yılında Schlatter tarafından aminoasitlerin gastrik peptid sentezlenmesinde oluşan ara ürünlerin saflaştırılması sırasında elde edilen N-L- α aspartil-L-fenilalanin-1-metil esterinin tatlılık özelliğinin belirlenmesi üzerine tesadüfi olarak bulunmuştur. Kimyasal formülü " $C_{12}H_{18}N_2O_5$ " ve molekül ağırlığı 294,31'dir (Yılmaz 2007). Sakkarozun tadı ile benzerlik göstermekte ve %4'lük sakkaroz çözeltisinden 150-200 kat daha tatlı olup beyaz toz yapıda ve kokusuz bir tatlandırıcıdır. 1 gramı ortalama 4 kcal enerji sağlamaktadır (Magnuson ve ark. 2007). Suda çok az oranda, alkolde ise belli oranda

çözünmektedir. Aspartamın sudaki çözünürlüğü pH değerine bağlı olup, pH 5,2 ve üzerinde (1g/ 100mL) çözünürlüğü düşüktür (Yılmaz 2007).

Gıda bileşenleri ile reaksiyona girmediği bu nedenle diş çürümelerine neden olmadığı ve laksatif etkisinin bulunmadığı bilinmektedir (Magnuson ve ark. 2007). Yapılan çalışmalarda diyabetli içecekler, tahıllar ve fonksiyonel içecekler gibi besin ögesi takviyeli gıdaların üretiminde özellikle kilo verme amacıyla ve tip II diyabetli hastaların kullanımını için önerilmektedir (Portela ve ark. 2007).

2.6.4. Asesülfam-K (E950)



Şekil 2.11. Asesülfam-K (E950)

Asesülfam-K (E950), 1967 yılında Clauss ve Jensen tarafından tesadüfi olarak bulunmuş bir tatlandırıcıdır. Butin ve florosulfonil izosiyanatla yapılan çalışmalar sırasında, sentezlenen dihidrookzatiyazon dioksitlerin tatlı tada sahip olduğunu saptamışlardır. Bu bileşikler içerisinde 6-metil-1,2,3-okzatiyazin-4(3H)-on-2,2-dioksit adlı bileşiğin kolay sentezlenmesi nedeniyle yapay tatlandırıcı olarak kullanılması önerilmiştir. Beyaz, kokusuz ve kristal yapıda olan asesülfam-K' nın kapalı formülü " $C_4H_4NO_4SK$ " ve molekül ağırlığı 201,2'dir. Asesülfam-K' nın sudaki çözünürlüğü oldukça yüksek olup, çözünürlüğü sıcaklıkla birlikte artmaktadır. pH 3 ila 7 aralığında asesülfam-K'nın çözünürlüğü stabil iken, pH 3'ün altına düştüğünde çözünürlüğü azalmaktadır (Yılmaz 2007).

Diğer tatlandırıcılara oranla, yüksek sıcaklıklarda daha kararlı yapıda oldukları bilinmektedir (Nabors 2002). Asesülfam-K vücutta metabolize edilemediğinden idrarla değişmeden dışarı atılmaktadır. Yapılan farmakolojik çalışmalarda tüketilen assesülfam-K' nın %95' inin değişmeden idrarla dışarı atıldığı ve enerji vermediği ortaya konmuştur (Yılmaz 2007). İnsan vücudunda metabolize olmadığından kalori içermediği ve potasyum içermesine rağmen potasyum alımını etkilemediği de bildirilmiştir (Cantarelli ve ark. 2009).

Asidik gıda ve içeceklerde nötr olanlara kıyasla aynı konsantrasyonda assesülfam-K kullanımı ile daha yüksek tatlılık elde edilmektedir. Tek başına kullanılabilceği gibi diğer tatlandırıcılarla birlikte kullanılarak sinerjik etki oluşturmaktadır. Sinerjik etkinin en etkili olduğu bileşim assesülfam-K ve aspartam (1:1 veya 1:5) karışımıdır (Yılmaz 2007). Aspartam ve assesülfam-K, besleyici değeri olmayan tatlandırıcılar (non-nutritive sweeteners) sınıfında yer almakta olup, bu nedenle diyabet hastaları, diyet yapan bireyler ve kronik hastalar tarafından tercih edilmektedir (Özdemir ve ark. 2014, Gültekin ve ark. 2017).

2.7. Sitrik asit (E330)

Limon tuzu olarak da bilinen, renksiz ve kristal yapıdaki sitrik asidin (E330) kimyasal formülasyonu " $C_6H_8O_7$ "'dir. 1784 yılında Carl Wilhelm'in limon suyunu kristalleştirmesiyle yayılmış ve kısa sürede pek çok sektörde kullanılmaya başlanmıştır (Anonim 2018). Sitrik asit (2-hidroksi-1,2,3-propam trikarboksilik asit), başta narenciye türü meyveler olmak üzere pek çok bitkide doğal olarak bulunmaktadır (Blair ve Staal 1999, Verhoff 2003). Pek çok sektörde geniş kullanım alanı bulunan bir trikarboksilik asittir. Bu organik asit, gıda endüstrisinde asitlendirici, aroma geliştirici, koruyucu, stabilizatör, emülsifiyer ve antioksidan olarak kullanılan bir gıda katkı maddesidir (Blair ve Staal 1999). Şekil 2.10'da gösterilmektedir (Altuğ 2009).



Şekil 2.12. Sitrik asit (E330)

Asitlik düzenleyici olarak da bilinen sitrik asit, pH değerini azaltmak ve ortamı bakterilerin optimum pH çalışma aralığından uzaklaştırmak için kullanılan kristal yapıda bir maddedir. Asitli ve ekşi tat özelliği nedeniyle özellikle alkolsüz içecekler ve şekerlerde, tat verici ve koruyucu madde olarak kullanılmaktadır.

2.8. Bitki Çayları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Çay, dünyada sudan sonra en fazla tüketilen içecektir (Van der Wal 2008). Batı Avrupa pazarlarındaki sağlıklı içecek modası aynı zamanda Türkiye'deki içecek sektörünü de etkilemektedir. Özellikle bitki çaylarının soğuk algınlığı, hazımsızlık, ishal, kabız, uykusuzluk gibi pek çok şikayet giderici etkisinin olması bitki çaylarının tüketimini ve alternatif içecek ihtiyacını arttırmıştır.

Yekeler (2015) yaptığı çalışmada, ıhlamur, funda yaprağı, yeşil çay, limon otu, karanfil, nane, zencefil ve mate ekstraktlarının limonata üretiminde kullanımını araştırmıştır. Berrak limon suyu konsantresine koruyucular, askorbik ve sitrik asit, sakkaroz, doğal limon aroması ve limon aromalı emülsiyon eklenerek 98° C' de su ile 5 dk demlenmiş ve belli oranlarda limonatalara eklenmiştir. Çalışma sonunda içeceklerin suda çözünür kuru madde değeri 13,1 g/ 100g, toplam asitlik (sitrik asit cinsinden) 0,51 g/ 100 mL, pH değeri 3,35-3,47 aralığında bulunmuştur. Antioksidan kapasite değerleri FRAP yönteminde 17,13-26,79 µmol troloks/ mL, DPPH yönteminde 14,88-17,72 µmol

troloks/ mL ve ABTS yönteminde 16,91-25,38 µmol troloks/ mL olarak tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucuna göre, en beğenilen içeceklerin fundalı ve zencefilli limonlu içecekler olduğu görülmüştür.

Doğal bitki ekstraktlarıyla bitki çayı üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, biberiye, funda, yeşil çay ve mate ile miks adı verilen materyal kullanılarak sakkaroz ilaveli ve enerjisi azaltılmış bitki çayı üretilmiştir. Bitki çaylarının analiz sonuçları sakkaroz ilaveli ve enerjisi azaltılmış örneklerde sırasıyla suda çözünür kuru madde için 7,43-8,40 g/ 100g ve 4,80-5,93 g/ 100g aralığında, sitrik asit cinsinden toplam asitlik değerleri 0,11 ve 0,22 g/ 100 mL, pH değerleri 2,93 ve 3,93, L^* değeri 11,47 ve 22,00, a^* değeri -11,30 ve -0,23 ve b^* değeri 0,40 ve -8,93 olarak bulunmuştur. Örnekler antioksidan aktiviteleri açısından incelendiğinde, kimyasal ve fiziksel ekstraktların değerleri DPPH, FRAP ve CUPRAC yönteminde sakkaroz ilaveli ve enerjisi azaltılmış örneklerde sırasıyla; 12,67-27,81 ile 6,53-16,83 µmol troloks/ mL, 13,56-51,12 ile 2,78-22,45 µmol troloks/ mL ve 17,72-123,11 ile 0,02-13,97 µmol troloks/ mL olarak bulunmuştur (Suna 2014).

İncedayı (2017), ıhlamur ekstraktına sakkaroz, organik asitler, limon aroması ve koruyucu maddeler ekleyerek gazlı içecek üretimi gerçekleştirmiştir. İçecek örneklerinin briks değerini 8g/100 g, toplam asitlik değerini sitrik asit cinsinden 0,22 g/100 mL, pH değerini 3,23, L^* değerini 14,93, a^* değerini -5,13 ve b^* değerini 4,06 olarak tespit etmiştir. Fizyolojik ve enzimatik ekstraktların DPPH, FRAP ve CUPRAC değerlerini sırasıyla 24,44 ve 0,35µmol troloks/mL, 30,13 ve 10,87 µmol troloks/mL, 45,37 ve 3,61 µmol troloks/ mL olarak bildirmiştir.

Cloninger ve Baldwin (1974), farklı tatlandırıcıların portakal aromalı içecek üzerindeki etkisini incelemiştir. Sıralama testi kullanılarak yaptıkları bu çalışmada portakal aromalı içeceklerde sakkaroz ve aspartam arasında kabul edilebilirlik açısından farklılık olmadığını ancak aspartam bulunan örneğin daha tatlı ve daha az ekşi bir tat verdiğini gözlemişlerdir.

Suna (2017) yaptığı çalışmada, %1 rooibos ekstraktı bulunan içeceklere sitrik asit, askorbik asit ve limon aroması ekleyerek elde ettiği rooibos çayı içeceğine sakkaroz, agave ve aspartam ile asüsulfam-K ilave ederek örneklerin fizikokimyasal özelliklerini ve antioksidan kapasitelerini incelemiştir. Sakkaroz, agave ve aspartam ile asesülfam-K ilave edilen içeceklerin sırasıyla suda çözünür kuru madde değerleri 4,03 g/ 100g, 3,16 g/ 100g ve 0,12 g/ 100g, toplam asitlik değerleri tüm içeceklerde 0,06 g/ 100 mL ve pH değeri 3,42, 3,55, 3,32 olarak bulunmuştur. Renk analizi sonucunda, sakkaroz, agave ve aspartam ile asesülfam-K ilave edilen içeceklerde sırasıyla L^* değerleri 31,63, 17,25 ve 12,70, a^* değerleri 14,25, 17,25 ve 12,70 ve b^* değerleri 47,37, 42,53 ve 47,16 olarak tespit edilmiştir. İçeceklerin antioksidan kapasite değerleri kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda FRAP için sırasıyla, sakkaroz ilave edilen örneklerde 48,66 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,71 $\mu\text{mol trolox/ mL}$, agave ilave edilen örneklerde 49,16 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,87 $\mu\text{mol trolox/ mL}$, aspartam ile asesülfam-K ilave edilen örneklerde 49,71 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,81 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ CUPRAC yöntemi ile sakkaroz ilave edilen örneklerde 6,90 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,28 $\mu\text{mol trolox/ mL}$, agave ilave edilen örneklerde 8,53 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,61 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve aspartam ile asesülfam-K ilave edilen ürünlerde 6,89 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ ve 0,12 $\mu\text{mol trolox/ mL}$ olarak bulunmuştur.

Karaca (2010) yaptığı çalışmada, *Stevia Rebaudiana Bertoni* bitkisinden stevioside ve rebaudioside A elde etmiştir. 100 g kuru stevia yaprağından %1,84 ekstrakt elde edildiği, bunun %51'inin rebaudioside ve %49'unun stevioside olduğunu belirtmiştir. Limonata örneklerine stevioside (%0,198), rebaudioside (%0,108), sakkaroz (%12,68) ve aspartam (%0,029) ile asesülfam-K (%0,0125) ilave ederek farklı tatlandırıcılarla hazırlanmış limonata içeceğinin fizikokimyasal açıdan değerlendirmesini incelemiştir. Rebaudioside, stevioside, şeker ve aspartam ile asesülfam-K ilave edilmiş örneklerin (4°C'de 7 gün muhafaza sonunda) sırasıyla suda çözünür kuru madde değerleri 1,40 g/100 g, 1,50 g/100g, 13,10 g/100g ve 1,40 g/100 g, titrasyon asitliği değerleri 4,58 g/ 100 mL, 4,82 g/ 100 mL, 4,63 g/ 100 mL ve 4,77 g/ 100 mL, pH değerleri 3,06, 3,05, 3,00 ve 3,10 olarak tespit etmiştir. Hazırlanan limonata örneklerinin suda çözünür kuru madde, titrasyon asitliği ve pH değerlerinde önemli bir farklılık oluşmadığı

gözlemlenmiştir. Duyusal analiz verilerine göre, aspartam ve asesülfam-K ilaveli limonata en fazla beğenilmiş ve stevioside ilaveli ürünler beğenilmemiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada materyal olarak; elma sirkesi, çeşitli baharatlar, sakkaroz, stevia, aspartam (E951), asesülfam-K (E950) ve sitrik asit (E330) kullanılmıştır. Baharat olarak, zencefil (*Zingiber officinale*), kakule (*Elettaria cardamomum*), zerdeçal (*Curcuma longa*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), karanfil (*Eugenia caryophyllata*) ve karabiber (*Piper nigrum*) kullanılarak hazırlanan karışımlar kullanılmıştır. Karışımdaki baharatların oranları yapılan ön duyuşal değerlendirme sonucuna bağlı olarak belirlenmiş ve “5B (Beş çeşit baharat kullanılan formüstasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10)” ve “K (Altı çeşit baharat kullanılan formüstasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10)” olmak üzere iki farklı formüstasyon kullanılmıştır. Baharat formüstasyonu Çizelge 3.1’de gösterilmektedir. Bu baharatların materyal olarak seçilmesinin başlıca sebepleri arasında, ön denemeler sonucunda sirke içeceği üretimine uygun bulunmaları, ülkemizde ve dünyada tüketimlerinin yaygın olması, insan sağlığı üzerine olumlu etkileri ve çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip olmaları yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Baharat formüstasyonları

Baharat Formüstasyon Kodu	Kullanılan Baharatlar	Kullanılan Baharat Oranları (%)
5B*	Zencefil	20
	Tarçın	60
	Karanfil	9
	Karabiber	1
	Zerdeçal	10
K**	Zencefil	10
	Tarçın	60
	Karanfil	9
	Karabiber	1
	Zerdeçal	10
	Kakule	10

*Beş baharat kullanılan baharat formüstasyonu

**Altı baharat kullanılan baharat formüstasyonu

Çalışmada materyal olarak kullanılan baharatlar (Bağdat), elma sirkesi (Ferman) ve sakkaroz (Konya Şeker) yerel marketlerden temin edilmiştir. Baharatlar kurutulmuş ve tane formunda satın alınarak çalışmada kullanılmıştır. Sirke içeceği üretimi, ön denemelerle belirlenen optimum koşullarda gerçekleştirilmiştir.

3.2. YÖNTEM

Baharatların ekstrakte edilme metotları çeşitlere göre değişim göstermektedir. Genel olarak demleme (infüzyon) ve kaynatma (dekoksasyon) yöntemleri uygulanmaktadır. Günlük bitki çayı tüketiminde infüzyon yönteminin tercih edilmesinden hareketle, sirke içeceği üretiminde de infüzyon yöntemi kullanılmıştır (Omurtag ve Yazıcıoğlu 2004).

Ön duyuşal değerlendirme sonucuna bağılı olarak belirlenen baharatlar “5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10)” ve “K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10)” olmak üzere iki farklı formülasyonda hazırlanmıştır. Belirlenen 5B ve K formülasyonları 5 g/100 mL oranında hazırlanarak 98°C’deki suda 10 dakika boyunca demlenmiştir. Ardından süzme ve soğumaya bırakma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen iki farklı baharat karışımı ekstraktlarının her birine, elma sirkesi (1,2 mL/ 100 mL) ve sitrik asit (0,1 g/ 100 mL) eklenmiştir. Ardından, farklı tatlandırıcılar kullanılarak üç farklı üretim gerçekleştirilmiştir. “5B-Ş ve K-Ş”, “5B-ST ve K-ST”, “5B-SU ve K-SU” olarak kodlanan içecekler sırasıyla sakkaroz (6,78 g/ 100 mL), stevia (0,025 g/ 100 mL) ve aspartam (0,008 g/ 100 mL) ile asesülfam-K (0,008 g/ 100 mL) ilavesi ile aynı ürünün farklı tatlandırıcı eklenmiş çeşitleri olarak üretilmiştir. Sirke içeceği üretimine ait üretim girdileri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Üretim girdileri

Üretim Girdileri		İçecek Çeşidi					
		5B-Ş	K-Ş	5B-ST	K-ST	5B-SU	K-SU
Tatlandırıcı (gr)	Sakkaroz	67.84	67.84	-	-	-	-
	Stevia	-	-	0.25	0.25	-	-
	Aspartam	-	-	-	-	0.08	0.08
	Asesülfam-K	-	-	-	-	0.08	0.08
Baharat ekstraktı (mL)		75	75	75	75	75	75
Elma sirkesi (mL)		12	12	12	12	12	12
Sitrik asit (g)		1	1	1	1	1	1
Su (mL)		844.16	844.16	911.75	911.75	911.84	911.84

5B: “Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon”, K: “Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon”, 5B-Ş: “Beş çeşit baharat kullanılan sakkaroz ilaveli sirke içeceği”, K-Ş: “Altı çeşit baharat kullanılan sakkaroz ilaveli sirke içeceği”, 5B-ST: “Beş çeşit baharat kullanılan stevia ilaveli sirke içeceği”, K-ST: “Altı çeşit baharat kullanılan stevia ilaveli sirke içeceği”, 5B-SU: “Beş çeşit baharat kullanılan aspartam ve asesülfam-K ilaveli sirke içeceği”, K-SU: “Altı çeşit baharat kullanılan aspartam ve asesülfam-K ilaveli sirke içeceği”.

Üretilen içecekler, formülasyonlarında şeker, stevia ve aspartam ile asesülfam-K kullanılmasına bağlı olarak bitki formülasyonlarının (5B ve K) yanına sırasıyla “Ş (şeker ilaveli sirke içeceği)”, “ST (stevia ilaveli sirke içeceği)” ve “SU (aspartam ve asesülfam-K ilaveli sirke içeceği) eklenmesi ile kodlanmıştır (Çizelge 3.3). Hazırlanan ürünler 200 mL’lik cam şişelere doldurularak, 98 °C’ de 15 dakika pastörize edilmiştir (Richardson, 2004). Üretilen içecekler analiz edilene kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.3. Ürün kodları

Ürün	Kodu
Beş çeşit baharat kullanılan sakkaroz ilaveli sirke içeceği	5B-Ş
Altı çeşit baharat kullanılan sakkaroz ilaveli sirke içeceği	K-Ş
Beş çeşit baharat kullanılan stevia ilaveli sirke içeceği	5B-ST
Altı çeşit baharat kullanılan stevia ilaveli sirke içeceği	K-ST
Beş çeşit baharat kullanılan aspartam ve asesülfam-K ilaveli sirke içeceği	5B-SU
Altı çeşit baharat kullanılan aspartam ve asesülfam-K ilaveli sirke içeceği	K-SU

Sirke içeceklerinde pH, toplam asitlik (asetik asit cinsinden), suda çözünür kuru madde (briks), renk (L^* , a^* , b^* , *kroma*) ve toplam antioksidan kapasite tayinleri (DPPH, FRAP, CUPRAC metodları) yapılmıştır. Ayrıca *in vitro* gastrointestinal sindirim sürecinde toplam antioksidan kapasitede meydana gelen değişimler analiz edilmiş ve biyoalınabilirlik değerleri ortaya konulmuştur. Bunlara ek olarak sirke içecekleri, renk, görünüş, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik kriterlerince duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Tüm analizler üç tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. pH tayini

Sirke içeceklerinin pH değerleri “Mettler Toledo Sevencompact pH/lon” model pHmetre ile oda sıcaklığında ölçüm yapılarak saptanmıştır (Hortwitz 1980).

3.2.2. Toplam asitlik tayini

Sirke içeceklerinde toplam asitlik tayini potansiyometrik yöntemle yapılmış olup, sonuçlar “asetik asit” cinsinden (g/ 100 mL) ifade edilmiştir. İçecekler 0,1 N NaOH ile pH 8,1’e getirilene kadar titre edilmiştir. Sarf edilen çözelti miktarına göre sonuçlar asetik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.3. Suda özünür kuru madde (briks) tayini

Sirke içeceklerinin suda çözünür kuru madde (briks) miktarları 20° C’de RA-500 model KEM marka dijital refraktometre ile ölçölmüş, sonuçlar “g/ 100g” olarak verilmiştir (Uylaşer ve Başoğlu 2004).

3.2.4. Renk tayini

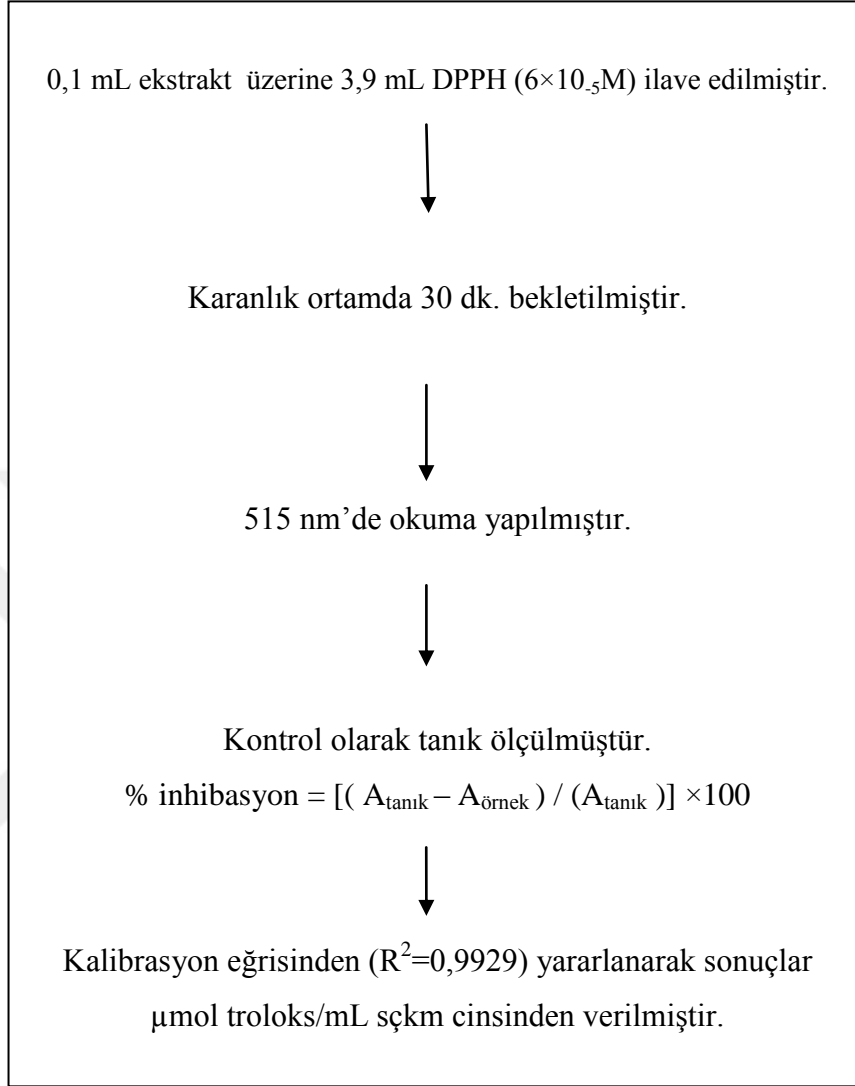
Sirke içeceklerinin renk değerleri Konica Minolta CR-5 (Japonya) model renk tayin cihazı ile ölçölmüş ve sonuçlar L^* : aydınlık değeri; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen); a^* : kırmızılık (-a, yeşillik); b^* : sarılık (-b, mavilik) ve kroma (C^*): 0 (mat)-60 (parlak) olarak verilmiştir (Mujumdar 2000).

3.2.5. Toplam antioksidan kapasite tayini

Örnekler hem kimyasal hem de fizyolojik (*in vitro* gastrointestinal sindirim) olarak ekstrakte edilmiş ve tüm ekstraktlarda toplam antioksidan kapasite tayini yapılmıştır. Kimyasal ekstrakt olarak adlandırılan prosedürde toplam antioksidan kapasite analizleri, sirke içeceği örneğinin berrak ve açık renkli olması sebebiyle süzme işlemini takiben direkt analiz edilecek miktarın çekilmesi ve analiz sürecinin devamı niteliğinde uygulanmıştır.

Sirke içeceklerinin toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesinde DPPH; 2,2-difenil-1-pikrilhidazil radikal süpürme kapasitesi yöntemi (Blois 1958), FRAP; demir (III) indirgeyici antioksidan gücü yöntemi (Benzein ve Strain 1996) ve CUPRAC; bakır (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (Apak ve ark. 2004) kullanılmıştır.

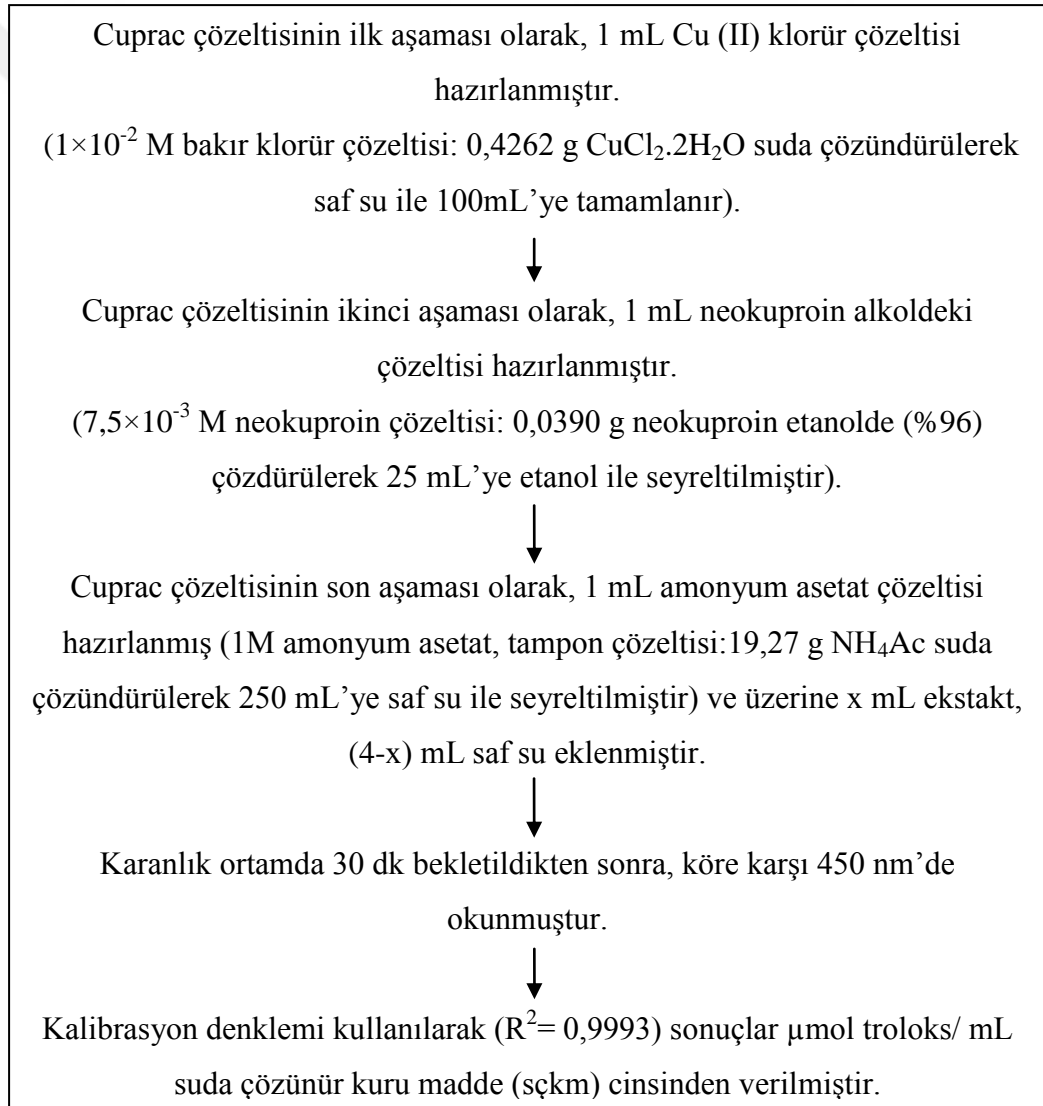
DPPH yöntemine göre 0,1 mL örnek üzerine 3,9 mL DPPH ($6 \times 10^{-5} M$) ilave edilmiştir. Karanlık ortamda 30 dk bekletildikten sonra, indirgenmiş radikalın absorbansı saf metanole karşı 515 nm'de ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Doğruluk değeri $R^2=0,9929$ olarak belirlenmiş ve sonuçlar, $\mu\text{mol troluks/mL}$ suda çözünen kuru madde (şçkm) cinsinden verilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. DPPH yöntemi akış şeması

FRAP yönteminde, günlük hazırlanan FRAP çözeltisinden (37°C 'de inkübe edilmiş) 3 mL alınarak, 300 μL saf su ve 100 μL örnek ile karıştırılmıştır. Tanık örnek ve analiz edilecek örnekler, 37°C 'de 60 dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon tamamlandıktan sonra 595 nm'de okuma yapılmıştır. FRAP çözeltisi (25 mL 0,3 mol/ L asetat tampon çözeltisi ve 2,5 mL 20 mmol/ L $\text{Fe}_3\text{CL} \times 6\text{H}_2\text{O}$ ve 2,5 mL 10 mmol/ L TPTZ çözeltisi (40 mmol/ L HCL ile hazırlanan)] hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklem kullanılarak ($R^2=0,9987$) sonuçlar μmol troloks/ mL suda çözünür kuru madde (sçkm) cinsinden hesaplanmıştır (Benzei ve Strain 1996).

Antioksidan kapasite miktarının CUPRAC yöntemi ile belirlenmesinde, sirke içeceklerinden 0,1 mL analiz tüpüne alınmıştır. Ardından saf su ile hacmi 1 mL'ye tamamlanmış ve örnekler üzerine 3 mL CUPRAC çözeltisi (1 mL Cu (II) klorür çözeltisi + 1 mL neokuproin alkoldeki çözeltisi + 1 mL amonyum asetat çözeltisi) ilave edilmiştir. Karışım iyice çalkalandıktan sonra 30 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Reaksiyon sonucunda yeşil rengine dönen örnekler köre karşı 450 nm'de spektrofotometrede ölçülmüştür. Sonuçlar kalibrasyon denkleminde yararlanılarak ($R^2= 0,9993$) μmol troloks/ mL suda çözümlü kuru madde (sçkm) cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. CUPRAC yöntemi akış şeması

3.2.6. Biyoalnabilirlik (*in vitro* gastrointestinal sindirim metodu)

Sirke içeceklerinin biyoalnabilirlikleri tespit edilirken Vitali ve ark. (2009) ve Naczki ve Shahidi (2004)'nin *in vitro* gastrointestinal (yapay mide bağırsak) sindirim metodu kullanılmıştır. Bu yöntemle göre, 0,5 g örnek tartılarak laboratuvar koşulları altında hazırlanmış yapay mide-bağırsak ortamlarına konulmuş ve elde edilen ekstraktlarda antioksidan kapasite yöntemleri uygulanmıştır.

Midedeki sindirimin gerçekleştirilmesi için örnek üzerine sırasıyla 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin çözeltisi (20 g/ L, 0,1 mol/ L HCl) ilave edilmiştir. Örneklerin pH değeri 5 mol/ L HCl çözeltisi ile 2'ye ayarlanmış ve 37° C su banyosunda 2 saat bekletilerek gastrik sindirim tamamlanmıştır. Örnekler su banyosundan alınarak pH değeri 1 M NaHCO₃ çözeltisi ile 7,2'ye ayarlanmıştır. Sırasıyla 2,5 mL bile/ pankreatin solüsyonu (0,5 pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve 0,1 M NaHCO₃ ile tamamlanmıştır) ve 2,5 mL NaCl/ KCl tuzları (0,7 g NaCl ve 0,04 g KCl tartılmış saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır) ilave edilmiştir.

Mide sindirimi tamamlanan örnekler 37° C'de su banyosunda 2 saat bekletilmiş ve bağırsak sindirimi tamamlanmıştır. Daha sonra 3500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Sindirim sonunda elde edilen ekstraktlar 3.2.5'te anlatılan yöntemlere göre analiz edilmiştir. Aşağıdaki formülden yararlanılarak sonuçlar hesaplanmıştır.

$$\text{Biyoalnabilirlik (\%)} = (K_{\text{sindirilmiş}} / K_{\text{sindirilmemiş}}) \times 100$$

$K_{\text{sindirilmiş}}$: Mide bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (fizyolojik ekstrakt)

$K_{\text{sindirilmemiş}}$: Sindirilmemiş örnekteki konsantrasyon (kimyasal ekstrakt)

3.2.7. Duyusal analiz

Üretilen sirke içecekleri ile yapılan hedonik değerlendirmede, renk, görünüş, koku, tat ve genel beğeni kriterleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Panelistler sirke içeceklerin, 9 puanlı hedonik skala üzerinden “ 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” değerlendirilmiştir (Bailey Shaw ve ark. 2012). Her panelist şeffaf plastik bardaklara konulmuş (100 mL) oda sıcaklığındaki sirke içeceklerinden tadım yapmıştır. Tadımlar arasında damağın ve ağızın temizlenmesi için su ve etimek servis edilmiştir. Örneklerde dört basamaklı sayılar üzerinden tesadüfi şekilde kodlama yapılmıştır. Şekil 3.3’te hedonik test formu gösterilmiştir.



HEDONİK TEST

İSİM:

TARİH:

DİREKTİFLER: Belirlenen parametreler aşağıdaki hedonik skalaya göre değerlendirilecektir.

RENK: Piyasadaki içeceklerin rengine göre değerlendirilecektir.

GÖRÜNÜŞ: İçeceklerin berraklığı ve partikül içerip içermemesine göre değerlendirilecektir.

KOKU: Aromatize edici maddelerin içecek üzerinde yarattığı etki yönünden değerlendirilecektir.

TAT: İçeceğe özgü tat yönünden değerlendirilecektir.

GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK: İçecekler genel beğeni şeklinde değerlendirilecektir.

ÖRNEK KODU	RENK	GÖRÜNÜŞ	KOKU	TAT	GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK
2536					
2489					
4158					
9874					
1125					
5874					

9: çok fazla beğendim

4: biraz beğendim

8: çok beğendim

3: orta derecede beğenmedim

7: orta derecede beğendim

2: çok beğendim

6: az beğendim

1: hiç beğenmedim

5: ne beğendim, ne beğenmedim

Şekil 3.3. Sirke içeceklerinin hedonik test değerlendirme formu örneği

3.2.8. İstatiksel analiz

Çalışmada saptanan veriler üç tekerrürlü olarak, tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılığın hesaplanmasında ise %5 olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır. Hesaplamalar JMP 6.0 (SAS, NC. 27513) istatistik programı ile yapılmıştır (Turan 1998).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analizler

Sirke içeceğine ait pH, toplam asitlik (asetik asit cinsinden) ve suda çözünür kuru madde (briks) sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Sirke içeceklerinin pH değerleri 2,88 ile 2,92 aralığında, toplam asitlik (asetik asit cinsinden) değerleri 1,21 g/ 100 mL ile 1,35 g/ 100 mL aralığında ve suda çözünür kuru madde (briks) değerleri 0,24 g/ 100g ile 7,12 g/ 100g aralığında değişmektedir. Renk analiz sonuçlarına göre, sirke içeceklerinin L^* değerleri 93,34 ile 94,57, a^* değerleri -0,31 ile -0,08, b^* değerleri 3,87 ile 8,11 ve C^* değerleri 3,88 ile 8,11 aralığında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Sirke içeceklerinin pH, toplam asitlik (asetik asit cinsinden) ve suda çözünür kuru madde analiz sonuçları

Sirke içecekleri	pH	Toplam asitlik (g/100mL)*	Suda çözünür kuru madde (briks°) (g/100g)
5B-ST	2,91±0,02 ^{ab}	1,35±0,05 ^a	0,26±0,01 ^{bc}
5B-SU	2,88±0,01 ^c	1,28±0,02 ^c	0,26±0,00 ^{bc}
5B-Ş	2,88±0,01 ^c	1,24±0,00 ^d	7,12±0,02 ^a
K-ST	2,92±0,00 ^a	1,32±0,01 ^b	0,24±0,00 ^c
K-SU	2,89±0,00 ^{bc}	1,27±0,02 ^c	0,27±0,02 ^b
K-Ş	2,89±0,00 ^{bc}	1,21±0,01 ^c	7,12±0,00 ^a

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon) : Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, Ş:şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen üst simgeler örnekler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0.05$). * asetik asit cinsinden

Sirke içeceklerinin pH değerleri K-ST örneğinde için 2,92, 5B-ST örneğinde 2,91, K-SU ile K-Ş örneklerinde 2,89 ve 5B-SU ile 5B-Ş örneklerinde 2,88 olarak

bulunmuştur. Sirke içeceklerinin pH değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Bitki çayları üzerine benzer bir çalışmada, rooibos çayının pH değeri 2,95 olarak bildirilmiştir (Joubert ve ark. 2009). Suna (2014)'nın doğal bitki ekstraktlarından bitki çayı içeceği üretimi üzerine yaptığı çalışmada, biberiye ve funda çayı içeceğinin pH değerleri sırasıyla 2,97 ve 2,93 olarak tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür verisi ile benzerlik göstermiştir.

İncedayı (2017) yapmış olduğu çalışmada gazlı ıhlamur çayı içeceğinin pH değerini 3,23 olarak bildirmiştir. Çopur ve ark. (2016) da yapmış oldukları benzer bir çalışmada bitki çayı içeceğinin pH değerini 3,11 olarak ölçülmüştür. Yapılan diğer bir çalışmada frambuazlı çay karışımı ve limonlu soğuk çay içeceklerinin pH değerleri sırasıyla 3,15 ve 3,26 olarak bildirilmiştir (Phelan ve Rees 2003). Yekeler (2015), karanfil zencefil ve ıhlamur gibi bitki ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş limonlu içecek üzerine yapmış olduğu çalışmada, içeceklerin pH değerlerini karanfilli, zencefilli ve ıhlamurlu limonlu içecek için sırasıyla 3,38; 3,48 ve 3,47 olarak tespit etmiştir. Benzer bir çalışmada, farklı tatlandırıcılar kullanılarak rooibos çayı içeceği yapılmıştır. Sakkaroz ve stevia ilaveli rooibos çayı içeceklerinin pH değerleri sırasıyla 3,42 ve 3,52 olarak bildirilmiştir (Suna 2017). Çalışmadan elde edilen sonuçlar (Çizelge 4.1) bu literatür verileri ile karşılaştırıldığında, pH değerlerinin genel olarak düşük olduğu görülmüştür. Materyal olarak kullanılan hammaddelerin ve üretim girdilerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sirke içeceklerinin pH değerleri, 5B ve K kodlu baharat formülasyonları kendi içinde farklı tatlandırıcılar üzerine kıyaslandığında, en yüksek pH değerine stevia ilaveli ürünler sahip iken, sakkaroz ve aspartam ile asesülfam-K kullanılan ürünlerin pH değerlerinin benzer olduğu gözlemlenmiştir. Suna (2014)'nın bitki çayları üzerine yaptığı çalışmada da, sakkaroz ilaveli yeşil çay örneklerinin pH değeri (3,06) enerjisi azaltılmış yeşil çay örneklerinin pH değeri (3,04) ile benzerlik göstermiştir. Özdemir ve ark. (2015) dondurma örneklerinde stevia kullanımının pH değeri üzerine etkisi olmadığını saptamıştır. Sakkaroz ile tatlandırılan dondurma örneklerinde pH 6,50,

stevia ile tatlandırılan örneklerde 6,56 olarak bulunmuştur (Aytaç 2017). Doğal tatlandırıcıların sütlü tatlıların fizikokimyasal ve tekstür özellikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, sakkarozla tatlandırılan örneklerin pH değerini 6,54 ve stevia ile tatlandırılan sütlü tatlıların pH değerini 6,55 olarak bulunmuştur (Aytaç 2017).

Sirke içeceklerinin toplam asitlik değerleri (asetik asit cinsinden), 5B-ST örneğinde 1,35 g/ 100 mL, K-ST örneğinde 1,32 g/ 100 mL, 5B-SU örneğinde 1,28 g/ 100 mL, K-SU örneğinde 1,27 g/ 100 mL, 5B-Ş örneğinde 1,24 g/ 100 mL ve K-Ş örneğinde 1,21 g/ 100 mL olarak tespit edilmiştir. Sirke içeceklerinin toplam asitlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Gazlı ıhlamur çayı üzerine yapılan bir çalışmada, içeceğin toplam asitlik değeri (sitrik asit cinsinden) 0,22 g/ 100 mL (İncedayı 2017), bitki çayları üzerine yapılan bir çalışmada, funda çayı içeceğinin toplam asitlik değeri (sitrik asit cinsinden) 0,17 g/ 100 mL (Özcan Sinir ve ark. 2016), doğal bitki ekstraktlarından alternatif bitki çayı üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, limon otu içeceğinin toplam asitlik değeri (sitrik asit cinsinden) 0,18 g/ 100 mL olarak bildirilmiştir (Suna, 2014). Yekeler ve ark. (2015), bitkilerle zenginleştirilmiş limonlu içecek üzerine yapmış olduğu çalışmada, karanfilli ve zencefilli limonlu içeceklerin toplam asitlik değerlerini (sitrik asit cinsinden) 0,51 g/ 100 mL olarak tespit etmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar (Çizelge 4.1) literatür ile karşılaştırıldığında, sirke içeceklerine ait toplam asitlik değerlerinin daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Formülasyonda kullanılan hammadde farklılığı, farklı organik asitlerin tercih edilmesi, kullanılan asit miktarlarının benzer olmaması nedeniyle toplam asitlik sonuçlarının, literatür ile farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Sirke içeceklerinin toplam asitlik değerleri (asetik asit cinsinden) en yüksek 1,35 g/100 mL ve 1,32 g/100 mL ile stevia ilaveli içeceklerde (5B-ST ve K-ST), en düşük 1,24 g/100 mL ve 1,21 g/100 mL ile sakkaroz ilaveli içeceklerde (5B-Ş ve K-Ş) bulunmuştur. Ünver (2019), farklı tatlandırıcı ilavesiyle üretilen kızılıcık pestili çalışmasında, sakkaroz ilaveli pestil örneklerinin toplam asitlik değerlerini 0,71 g/ 100 mL ve stevia ilaveli pestil örneklerinin toplam asitlik değerlerini 1,03 g/ 100 mL olarak bulmuştur. Doğal tatlandırıcıların sütlü tatlıların fizikokimyasal ve tekstür özelliklerine

etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, sakkaroz ile tatlandırılan sütlü tatlıların toplam asitlik değeri (laktik asit cinsinden) 0,14 g/ 100 mL ve stevia ile tatlandırılan sütlü tatlıların toplam asitlik değeri (laktik asit cinsinden) 0,15 olarak bulunmuştur.

Sirke içeceklerinin briks değerleri 5B-Ş, K-Ş, 5B-ST, K-ST, 5B-SU ve K-SU için sırasıyla 7,12 g/ 100 g suda çözünür kuru madde (sçkm), 7,12 g/ 100 g sçkm, 0,26 g/ 100 g sçkm, 0,24 g/ 100 g sçkm, 0,26 g/ 100 g sçkm ve 0,27 g/ 100 g sçkm olarak belirlenmiştir ($P < 0,05$). Bu değerler, üretim sırasında farklı tatlandırıcıların kullanımı sonucu beklenen değerlerde bulunmuştur. Sirke içeceklerinin suda çözünür kuru madde miktarları, üretim reçetelerinde bahsedildiği üzere sakkarozla tatlandırılan örneklerde 7,00 g/ 100g, stevia ve aspartam ile asesülfam-K ile tatlandırılan örneklerde 0,20 g/ 100g olacak şekilde ayarlanmıştır. Örneklerin briks değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$).

İncedayı (2017) çalışmasında, ıhlamur çayı içeceğinin briks değerini 8,00 g/ 100 g olarak bildirmiştir. Suna (2014), bitki ekstraktlarından alternatif bitki çayı üzerine yapmış olduğu çalışmada sakkarozla tatlandırılan örneklerin suda çözünür kuru madde değerini 8,00 g/ 100 g, aspartam ve asesülfam-K ile tatlandırılan örneklerin briks değerini ise, 5,00 g/ 100 g olacak şekilde ayarlamıştır. Sakkaroz ile tatlandırılan örneklerden limon otu, ıhlamur, ekinezya, adaçayı, biberiye, funda, yeşil çay ve mate çayı içeceklerinin briks değerleri sırasıyla 8,10 g/ 100g, 7,90 g/ 100gr, 8,06 g/ 100g, 8,16 g/ 100g, 8,40g/ 100g, 8,16 g /100g, 8,16 g /100 g ve 8,00 g/ 100g olarak bildirilmiştir. Aspartam ve asesülfam-K ile tatlandırılan diğer örneklerinde ise briks değerleri sırasıyla 5,20 g/ 100g, 5,80 g/ 100g, 5,20 g/ 100g, 5,00 g/ 100g, 5,20 g/ 100g, 5,16 g/ 100 g, 5,10 g/ 100g ve 5,20 g/ 100 g olarak bildirmiştir.

Çalışmada, en yüksek suda çözünür kuru madde miktarına 7,12 g/ 100g suda çözünür kuru madde (sçkm) ile sakkaroz ilaveli 5B-Ş ve K-Ş örneklerinin sahip olduğu gözlenmiştir. Farklı tatlandırıcılar eklenerek üretilen kızılıçık pestili çalışmasında, sakkaroz eklenen pestil örneklerinin kül miktarının, stevia eklenen örneklerin kül miktarına göre daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Az miktarda stevia veya aspartam ile asesülfam-K ilavesi yüksek miktarda eklenen sakkarozun tatlılık derecesine yakındır.

Bu nedenle sirke ieeği çalışmasında ve benzer çalışmalarda; diğer tatlandırıcılara oranla fazla miktarda eklenen sakkarozun, sakkaroz eklenen örneklerin toplam kuru madde değerlerinin, diğer örneklerle oranla yüksek çıkmasına neden olduğu dşnlmektedir.

Sirke içeceklerine ait renk analiz sonuçları izelge 4.2.'de gösterilmiştir. Sirke içeceklerinin L^* değerleri $94,26\pm 0,17$ ile $94,57\pm 0,04$, a^* değerleri $-0,31\pm 0,00$ ile $0,08\pm 0,03$ ve b^* değerleri $3,87\pm 0,04$ ile $8,11\pm 0,01$ aralığında saptanmış ve istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($P < 0,05$).

L^* değerini koyuluk ve açıklığın bir ltdr. Sirke içecekleri kullanılan baharat formülasyonların göre kendi içinde kıyaslandığında, en yüksek L^* değerinin $94,57$ ve $94,46$ ile sakkaroz ilave edilen içeceklerde (5B-ř ve K-ř) olduğu gözlenmiştir. Yapılan n denemelerde ve panelistlerle gerçekleştirilen duyuusal analizlerde de sirke içeceklerinde sakkaroz kullanımının daha açık renk ve parlaklığa neden olduğu gözlenmiştir.

Pozitif a^* değerini kırmızı rengi, negatif a^* değerini yeşil rengi ifade etmektedir. Gıdalarda renk analizinde b^* değerini; pozitif ise sarı rengi, negatif ise mavi rengi ekseninde renk yoğunluklarını göstermektedir. Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi sirke içeceklerinin a^* değerinin negatif ve b^* değerinin pozitif olması örneklerin yeşil-sarı renge yakınlık gösterdiğini göstermektedir. Kroma değerini (renk yoğunluğu) ise, rengin doyuğunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken, canlı renklerde yükselmektedir.

Çizelge 4.2. Sirke içeceklerine ait renk analiz sonuçları

Sirke İçecekleri	Renk			
	L^*	a^*	b^*	Kroma (C^*)
5B-ST	93,34±0,02 ^{bc}	-0,26±0,00 ^d	4,50±0,01 ^b	4,50±0,00 ^b
5B-SU	94,26±0,17 ^{bc}	-0,20±0,01 ^b	4,56±0,05 ^b	4,57±0,06 ^b
5B-Ş	94,57±0,04 ^a	-0,08±0,03 ^a	8,11±0,01 ^a	8,11±0,12 ^a
K-ST	94,33±0,03 ^{bc}	-0,24±0,00 ^{cd}	3,87±0,04 ^d	3,88±0,04 ^{cd}
K-SU	94,32±0,05 ^{bc}	-0,22±0,01 ^{bc}	4,05±0,05 ^c	4,06±0,05 ^c
K-Ş	94,46±0,05 ^{ab}	-0,31±0,00 ^e	3,97±0,08 ^{cd}	3,98±0,09 ^{cd}

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, Ş:şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen üst simgeler örnekler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0.05$).

Sirke içeceği örneklerinde en yüksek L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) ve kroma (C^*) değerleri 5B-Ş'de bulunmuştur. İçeceklerin L^* değerleri 93,34 ile 94,57 arasında değişmiştir. Ortalama L^* değerleri incelendiğinde en düşük değer 93,34 ile 5B-ST örneğinde, en yüksek değer ise, 94,57 ile 5B-Ş örneğinde belirlenmiştir. İçeceklerin a^* değerleri incelendiğinde ise, değerler -0,31 ile -0,08 arasında değişim göstermiş ve en düşük değer -0,31 ile K-Ş örneğine, en yüksek değer -0,08 ile 5B-Ş örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Örneklerin b^* değerleri 3,87 ile 8,11 arasında değişmiştir. Ortalama b^* değerleri incelendiğinde, en düşük değer 3,87 ile K-ST örneğinde, en yüksek değer 8,11 ile 5B-Ş örneğinde belirlenmiştir. Sirke içeceklerinin kroma değerleri (renk yoğunlukları) incelendiğinde, değerlerin 3,88 ile 8,11 arasında değişim gösterdiğini gözlemlenmiştir.

Suna ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada *Erica Arborea* bitkisinden üretilen içeceğin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 19,26±0,20, -9,93±0,83 ve 3,70±0,45 olarak bildirilmiştir. Gazlı ıhlamur çayı üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise, yine bu değerler sırasıyla 14,93±0,30, -5,13±0,73 ve 4,06±0,11 olarak bulunmuştur (İncedayı 2017). Yekeler (2015) yaptığı limonlu içecek örneklerinin L^* değerlerinin 19,87 ile 21,03 aralığında, a^* değerlerinin -3,63 ile -4,10 aralığında ve b^* değerlerinin 5,57 ile

6,53 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Sirke içeceklerinin L^* ve a^* değerlerinin benzer çalışmalara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Toplam Antioksidan Kapasite ve *In vitro* Gastrointestinal Sindirim

Bitki aylarının en önemli özellikleri arasında zengin polifenol içerikleri ve antioksidan aktivite göstermeleri yer almaktadır (Almajano ve ark. 2008). Üretilen içeceklerin antioksidan kapasitesinin, kullanılan baharat ekstraktlarının içermiş olduğu polifenoller ve eklenen elma sirkesi ile antioksidan sinerjisi olan sitrik asitten kaynaklanabileceği dşnlmektedir. Antioksidan kapasitesinin saptanmasında, her bir analiz metodunun ölüm mekanizmasının farklı olduğu göz önünde bulundurulmuş ve bu nedenle DPPH, FRAP ve CUPRAC yöntemleri kullanılmıştır (Pekal ve ark. 2012). Çalışmada, örneklere ait antioksidan kapasite analizlerinin biyoyararlılık hesapları Vitali ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu araştırma kaynak olarak alınmıştır.

Çizelge 4.3. Sirke içeceklerine ait DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları

Sirke içecekleri	DPPH Kimyasal ekstrakt (μmol troloks/mL sçkm)	DPPH Fizyolojik ekstrakt (μmol troloks/mL sçkm)*	DPPH Biyoealınabilirlik (%)**
5B-ST	923,65 \pm 17,50 ^b	541,580 \pm 3,50 ^b	58,64 \pm 0,98 ^a
5B-SU	757,88 \pm 0,01 ^c	383,89 \pm 9,26 ^d	50,65 \pm 1,22 ^{cd}
5B-ř	21,46 \pm 0,35 ^d	10,64 \pm 0,98 ^e	49,54 \pm 3,76 ^{cd}
K-ST	986,32 \pm 71,84 ^a	559,77 \pm 9,26 ^a	56,92 \pm 3,60 ^{ab}
K-SU	899,39 \pm 3,50 ^b	422,30 \pm 3,50 ^c	46,95 \pm 0,33 ^d
K-ř	23,38 \pm 2,10 ^d	12,47 \pm 0,34 ^e	53,52 \pm 3,36 ^{bc}

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarım (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarım (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, ř: şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen st simgeler örneklere arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0.05$). * suda çözünür kuru madde **Biyoealınabilirlik: (Fizyolojik ekstraktın antioksidan kapasitesi / Kimyasal ekstraktın antioksidan kapasitesi) X 100

Sirke içeceklerinin DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasite değerleri kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarda sırasıyla; 21,46 μmol troloks / mL suda çözünür kuru madde (şçkm)- 986,32 μmol troloks/ mL şçkm ve 10,64 μmol troloks / mL şçkm- 559,77 μmol troloks/ mL şçkm olarak bulunmuştur. Kimyasal ekstraktlarda en yüksek antioksidan kapasite değerlerine 986,32 μmol troloks/ mL şçkm ve 923,65 μmol troloks/ mL şçkm ile sahip olan K-ST ve 5B-ST örneklerinin fizyolojik ekstraktları da en yüksek değere (559,77 μmol troloks / mL şçkm ve 541,58 μmol troloks / mL şçkm) sahiptir. Bununla birlikte kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyonda en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan K-ST örneği %56,92 ile biyoalınabilirlik değerleri arasında 2. sırayı alırken, %58,64 ile 5B-ST 1. sırada yer almaktadır.

Çizelge 4.4. Sirke içeceklerine ait FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları

Sirke içecekleri	FRAP Kimyasal ekstrakt (μmol troloks/mL şçkm)	FRAP Fizyolojik ekstrakt (μmol troloks/mL şçkm)*	FRAP Biyoalınabilirlik (%)**
5B-ST	587,73 \pm 2,74 ^c	334,05 \pm 7,26 ^c	56,83 \pm 1,04 ^e
5B-SU	540,17 \pm 5,49 ^d	341,98 \pm 4,75 ^c	63,31 \pm 0,45 ^c
5B-Ş	11,33 \pm 0,33 ^e	8,69 \pm 0,26 ^d	76,74 \pm 0,27 ^a
K-ST	1104,59 \pm 2,74 ^a	640,05 \pm 7,26 ^a	57,94 \pm 0,55 ^{de}
K-SU	1047,52 \pm 2,74 ^b	614,68 \pm 9,90 ^b	58,67 \pm 0,84 ^d
K-Ş	14,84 \pm 0,07 ^e	10,13 \pm 0,215 ^d	68,26 \pm 0,69 ^b

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, Ş:şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen üst simgeler örnekler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0.05$). * suda çözünür kuru madde **Biyoalınabilirlik: (Fizyolojik ekstraktın antioksidan kapasitesi / Kimyasal ekstraktın antioksidan kapasitesi) X 100

FRAP yöntemine göre antioksidan kapasite değerleri incelendiğinde, kimyasal ve fizyolojik ekstraktlara ait sonuçlar sırasıyla; 11,33 μmol troloks/ mL şçkm- 1104,59 μmol troloks/ mL şçkm ve 8,69 μmol troloks/ mL şçkm- 640,05 μmol troloks/ mL şçkm arasında bulunmuştur. K-ST örneğinin hem kimyasal hem fizyolojik ekstraktlarının antioksidan kapasite sonuçları sırasıyla; 1104,59 μmol troloks/ mL şçkm ve 640,05

μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ ile en yüksek değerde bulunmuştur. %76,74 ve %68,26 ile en yüksek biyoalınabilirlik 5B-Ş ve K-Ş örneklerinin sahip olduğu görölmüştür.

Çizelge 4.5. Sirke içeceklerine ait CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları

Sirke içecekleri	CUPRAC Kimyasal ekstrakt (μmol troloks/mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$)	CUPRAC Fizyolojik ekstrakt (μmol troloks/mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$)*	CUPRAC Biyoalınabilirlik (%)**
5B-ST	4467,04±19,22 ^b	453,17±25,63 ^b	10,14±0,55 ^d
5B-SU	2876,29±16,95 ^d	427,28±11,09 ^b	14,85±0,30 ^c
5B-Ş	38,82±0,65 ^e	15,05±0,47 ^c	38,78±0,72 ^a
K-ST	4910,97±11,09 ^a	523,46±16,95 ^a	10,65±0,32 ^d
K-SU	3031,67±6,40 ^c	508,66±35,67 ^a	16,77±1,15 ^b
K-Ş	53,96±0,36 ^e	20,66±0,66 ^c	38,29±0,96 ^a

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, Ş:şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen üst simgeler örnekler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0.05$). * suda çözünür kuru madde **Biyoalınabilirlik: (Fizyolojik ekstraktın antioksidan kapasitesi / Kimyasal ekstraktın antioksidan kapasitesi) X 100

Sirke içeceklerinin antioksidan kapasiteleri CUPRAC yöntemine göre incelendiğinde, sonuçlar fizyolojik ve kimyasal ekstraktlar için sırasıyla; 38,82 μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ - 4910,97 μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ ve 15,05 μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ - 523,46 μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ aralığında elde edilmiştir. Kimyasal ve fizyolojik ekstraktların antioksidan kapasite değerlerine ait en yüksek sonuçlar sırasıyla 4910,97 μmol troloks/ mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ ve 523,46 μmol troloks mL $\text{s}\check{\text{c}}\text{km}$ ile K-ST örneğinde bulunmuştur. Bununla birlikte, en düşük değerlere sahip olan 5B-Ş ve K-Ş örneklerinin sırasıyla %38,78 ve %38,29 ile en yüksek biyoalınabilirlik değerine sahiptir. DPPH, FRAP ve CUPRAC antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik sonuçları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$).

Toplam antioksidan kapasite sonuçlarına göre en yüksek değerler CUPRAC yönteminden elde edilmiş ve tüm yöntemlerde örnekler arasında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur ($P < 0,05$). Joubert ve Beer (2012), DPPH yöntemi ile rooibos infüzyonunun antioksidan kapasite değerini 1777 ± 114 μmol troloks/ g şçkm olarak bildirmiştir. Bu sonuç, 5B-ST ile K-ST ürünlerinin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Benzer bir çalışmada ise, yeşil kahve içeceğinin toplam antioksidan kapasite değeri FRAP yöntemi ile $983-1190$ μmol troloks/ 100 mL aralığında bulunmuştur (Tamer, 2018).

In vitro gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrasında elde edilen ekstraktlarda (sırasıyla kimyasal ve fizyolojik ekstraksiyon) en yüksek toplam antioksidan kapasite değeri tüm yöntemlerde K-ST sirke içeceğinden elde edilmiştir. Bu sirke içeceğinin fizyolojik ekstraktının antioksidan kapasitesi FRAP, DPPH ve CUPRAC yöntemlerinde sırasıyla $640,05 \pm 7,26$ μmol troloks /mL şçkm, $559,77 \pm 9,26$ μmol troloks/ mL şçkm ve $523,46 \pm 16,95$ μmol troloks /mL şçkm olarak belirlenmiştir. Stevia bitkisinin yaprakları steviol glikozitlerin yanı sıra, yüksek miktarda antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler, askorbik asit ve karotenoidleri içermektedir. Bununla birlikte *Stevia rebaudiana* yaprak ekstresi doğal bir antioksidan kaynağı olarak kullanım potansiyeline sahip olup, özellikle sulu ekstraktlarının, gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin zararlı etkilerini azaltabileceği bildirilmiştir (Barba ve ark. 2014). Söz konusu literatür verileri her üç yöntemde de en yüksek değerlerin stevia ilaveli ürünlerde çıkmasını destekler nitelik göstermiştir.

Sirke 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. 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. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda da, mide-

bağırsak sindiriminden elde edilen fizyolojik ekstraktların antioksidan madde miktarı, kimyasal ekstrakta göre daha yüksek saptanmış olup, söz konusu literatür verileri ile paralellik göstermiştir. Yapılan bir çalışmada lavanta (*Lavandula viridis*) ekstraktında rosmarinik asit miktarı kimyasal ve fizyolojik ekstrakta sırasıyla $118,29 \pm 0,45$ ve $94,67 \pm 0,68$ $\mu\text{g}/\text{ml}$ bulunmuş olup (Costa ve ark. 2014), görülen azalma bu çalışmanın sonuçlarını destekler nitelik göstermiştir.

Gastrointestinal sindirim sonrasında meydana gelen yapısal değişiklikler, antioksidan aktivitede görülen kayıplarla sonuçlanabilmektedir (Rodriguez Roque ve ark. 2014). Gıda takviyesi olarak kullanılan yeşil çay ekstraktlarında (%9 polifenol ve yeşil çay yaprağı içeren), tükürük-mide-bağırsak sindirimi sonucu elde edilen ekstrakt ile bu sistemin kontrolü olarak saf su ile hazırlanan ekstrakta 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.

Antioksidan özellik gösteren bileşenlerin biyoalınabilirliği en yüksek FRAP yöntemi ile %56,83-%76,74 aralığında bulunmuştur. Bu değerler DPPH ve CUPRAC yöntemlerinde sırasıyla %46,95-%58,64 ve %10,14-%38,78 olarak saptanmıştır. Henning ve ark. (2014) yeşil çay örneğinde yapmış oldukları çalışmada, *in vitro* simüle edilmiş sindirim sonrası elde edilen ekstraktların TEAC antioksidan kapasite değerlerinin sindirim öncesine göre %21,5 oranında azaldığını bildirmiştir. Çeşitli bileşenlerin biyolojik olarak alınabilirlik değerlerinin, gıdanın yapısında bulunan biyomoleküller, kimyasal maddeler arasındaki interaksyonlar ve işleme koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir (Parada ve Aguilera 2007).

Yeşil çay ekstraktında yapılan bir çalışmada, demlenmiş ekstrakta bulunan EC (epikateşin), EGC (epigallokateşin), EGCG (epigallokateşingallat) ve ECG

(epikateşingallat) kateşinlerinin baskın polifenollerden olduğu ve demlenmiş çayda bulunan flavanoidlerin yaklaşık %80'ini oluşturduğu belirtilmiştir (Green ve ark. 2007). Aynı çalışmada, polifenollerin biyoyararlılığı üzerinde durulmuş ve kateşin miktarında mide-bağırsak sindirimi sonucunda %80'den fazla kayıp meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmada, içeceklerin antioksidan kapasitelerinde CUPRAC yönteminde %46,92-58,86'lık kayıp, DPPH yönteminde %41,36-53,08'lik kayıp ve FRAP yönteminde %23,16-43,17'lik kayıp gözlemlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre, CUPRAC yöntemindeki sonuçlar, literatür ile benzerlik göstermektedir.

Doğal bitki ekstraktlarından alternatif bitki çayı üretimi üzerine yapılan bir çalışmada hammadde olarak kullanılan limon otu, ıhlamur, funda yaprağı, yeşil çay ve mate bitkilerinin antioksidan aktiviteleri DPPH, FRAP ve CUPRAC yöntemleriyle tespit edilmiştir (Suna 2014). Yöntemler arasında antioksidan aktivite FRAP yönteminde (2083,51-154,73 µmol troloks/ g kuru ağırlık) elde edilirken, DPPH yönteminde en düşük (94,10-64,83 µmol troloks/ g kuru ağırlık) sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan çalışmada DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitesi en yüksek bulunan yeşil çay (94,10 ± 1,83 µmol troloks/ g kuru ağırlık) olurken, bunu sırasıyla funda yaprağı (93,81 ± 0,72 µmol troloks/ g kuru ağırlık), mate (92,37 ± 1,44 µmol troloks/ g kuru ağırlık), limon otu (79,18 ± 3,30 µmol troloks/ g kuru ağırlık) ve ıhlamur (64,83 ± µmol troloks/g kuru ağırlık) izlemiştir. FRAP yöntemi ile antioksidan aktivitesi en yüksek belirlenen örnek yeşil çay (2083,51 ± 13,07 µmol troloks/ g kuru ağırlık) olurken, mate, limon otu, ıhlamur ve fundada antioksidan aktivite sırasıyla 503,57 ± 6,16 µmol troloks/ g kuru ağırlık 487,45 ± 5,17 µmol troloks/ g kuru ağırlık, 258,49 ± µmol troloks/ g kuru ağırlık ve 154,73 ± 1,79 µmol troloks/ g kuru ağırlık olarak 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). Çalışmamızda, örneklerin kimyasal ve fizyolojik ekstraktlarının en düşük antioksidan kapasite sonucunu veren yöntem DPPH yöntemidir.

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.

4.3. Duyusal Değerlendirme

5B-Ş, 5B-ST, 5B-SU, K-Ş, K-ST ve K-Ş olarak kodlanmış içecek çeşitleri üzerine “hedonik test” uygulanmıştır. Duyusal değerlendirmede; renk, görünüş, koku, tat ve kabul edilebilirlik kriterleri ele alınmıştır. Buna göre panelistler örneklere 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. Duyusal değerlendirme sonuçları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$). Sirke içeceklerine ait hedonik test sonuçları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Sirke içeceklerinin duyusal analiz sonuçları

Sirke içecekleri	Renk	Görünüş	Koku	Tat	Genel kabul edilebilirlik
5B-ST	8,60±0,51 ^a	7,20±0,78 ^b	7,40±0,52 ^a	8,70±0,58 ^a	8,20±0,42 ^{ab}
5B-SU	8,20±0,13 ^b	8,60±0,51 ^a	7,40±0,51 ^a	8,50±0,52 ^b	8,50±0,52 ^a
5B-Ş	8,20±0,91 ^b	7,60±0,69 ^b	6,20±0,82 ^d	8,60±0,61 ^b	7,30±0,67 ^b
K-ST	7,70±0,77 ^c	7,10±0,87 ^c	6,40±0,85 ^c	7,30±0,81 ^c	7,20±0,78 ^c
K-SU	8,00±0,66 ^b	8,70±0,94 ^a	6,80±0,61 ^b	8,00±0,66 ^c	8,70±0,73 ^a
K-Ş	8,70±0,72 ^a	7,60±0,56 ^b	7,40±0,51 ^a	7,10±0,56 ^d	7,40±0,51 ^b

5B (Beş çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%20), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), K (Altı çeşit baharat kullanılan formülasyon): Zencefil (%10), kakule (%10), tarçın (%60), karanfil (%9), karabiber (%1), zerdeçal (%10), ST: stevia ilaveli içecek, SU: aspartam ve asesülfam-K ilaveli içecek, Ş:şeker ilaveli içecek, Sütun boyunca verilen üst simgeler örnekler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir, ($P < 0,05$)

Sirke içeceklerinin duyusal analiz sonuçları renk kriterine göre değerlendirildiğinde sonuçlar 7,70 ile 8,70 aralığında bulunmuş olup, sirke içeceklerinin rengi beğenilmiştir. 8,70 puanı ile rengi en fazla beğenilen rnek K-Ş olmuştur. İçecekler görünüş kriterine göre kıyaslandığında sonuçlar 7,10 ile 8,60 aralığında bulunmuş olup, içeceklerin görünüşü beğenilmiştir. rnler tatlandırıcı özelliklerine göre incelendiğinde, görünüş kriterine göre en az beğenilen örneklerin K-ST ve 5B-ST olduğu grlmüştür. İçecekler koku kriterlerine göre sıralandığında ise, en çok beğenilen örnekler 7,40 puan ile 5B-SU, 5B-ST ve K-Ş olmuştur. 5B-ST örneğinin tadı en çok beğenilirken, K-Ş örneğinin tadı en az beğenilmiştir. Genel kabul edilebilirlik değerlerine göre, en fazla beğenilen örnek 8,70 puan ile K-SU olurken, en az beğenilen örnek 7,20 puan ile K-ST olmuştur.

Sirke içecekleri içerikleri bazından genel bir perspektif ile değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Tüm rnekler panelistler tarafından kabul edilebilir niteliklerde bulunmuştur.
- Renk, görünüş ve genel kabul edilebilirlik kriterlerine göre en az beğenilen içecek K-ST olmuştur. Bu sonucun, stevianın ısıtılma sonrası oluőturduęu köpüksü yapıdan kaynaklanabileceği dőnlmektedir.
- Görünüş kriterine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen örnekler aspartam ile asesülfam-K kullanılan 5B-SU ve K-SU'dur.
- Sirke içeceklerinin tat kriterine göre duyusal analiz sonuçları baharat formülasyonuna kıyasla incelendiğinde, beş baharat kullanılan formülasyonun altı baharat kullanılan formülasyondan daha çok beğenildiği gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, zencefil, zerdeçal, kakule, tarçın, karanfil ve karabiber baharatları ile elma sirkesi materyal olarak kullanılarak farklı formlarda sirke içeceği üretimi yapılmıştır. Sirke içeceği üretiminde sakkaroz, stevia ve aspartam ile asesülfam-K ilave edilerek üç farklı uygulama yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan baharatların antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğu bilinmekle beraber, bu baharatların bitki çayı/ soğuk çay üretiminde fazla kullanılmadığı görülmektedir. Ayrıca, diğer bir materyal olan ve yağ yakma özelliği ile birlikte sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan sirke, çoğunlukla yemek ve salatalarda tüketilmektedir. Bu nedenle, sirkenin soğuk içecek formunda tüketilmesine imkan sağlayacak içeceklerin mevcut olmaması ve sirke-baharat ekstraktı tat uyumlarının gözlemlenmiş olması çalışmanın kurgulanmasında önemli rol oynamıştır. Bununla birlikte, farklı tatlandırıcılar kullanılarak şeker oranının düşürülmesi ile tüketiciye sakkaroz içeren ürünlere kıyasla daha düşük kalorili ürünler sunulmuştur. Bu çalışma ile diyabet hastaları için alternatif ürünler oluşturulmuştur.

Çeşitli baharatların farklı formlarıyla elde edilen sirke içeceği, baharatların soğuk çay formatı dışında kullanılmasına da olanak sağlamaktadır. Sirke içeceği, sirke tüketimine yeni bir bakış açısı getirerek günlük alınması gereken sirke miktarının içecek şeklinde sunulmasına alternatif bir tüketim şekli ortaya koymuştur. Ayrıca Türkiye içecek pazarında, sirke içeceğine eş değer bir ürün bulunmamaktadır. Bu durum çalışmanın önemini arttırmakta ve özgün değerini oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbasi, B. H., Ahmad, N., Fazal, H., Mahmood, T. 2010.** Conventional and modern propagation techniques in *Piper nigrum*. *J. Med. Plant Res*, 4: 007-012.
- Abe, K., Kushibiki, T., Matsue, H. 2007.** Generation of antitumor active neutral medium-sized α -glycan in apple vinegar fermentation. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 71 (9): 2124-2129.
- Abegaz, E. G., Mayhew, D. A., Butchko, H. .H., Wayne Stargel, W., Phil Comer, C., Andress, S. E. 2012.** Aspartame: In Alternative Sweeteners, Ed.: Nabors, O. L., Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, pp: 33487-2742.
- Adams, M. R. 1985.** Vinegar: In Microbiology of Fermented Foods, Ed.: Wood, B. J. B., Elsevier Applied Science Publishers, New York, pp: 1-45.
- Ahmad, N., Fazal, H., Ayaz, M., Mohammad, I., Fazal, L. 2011.** Dengie fever treatment wiht Caria papaya leaves extracts. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(6): 330-333.
- Ahmed, R. D., Seth, Y., Banerjee, B. D. 2000.** The Effects of Methanolic Extracts of Ginger (*Zingiber officinale*) on Human Sperm Parameters. *India J Exp Biol*, 38(6): 604-2000.
- Ak, T., Gülçin, İ. 2008.** Antioksidant and Radical Scavenging Properties of Curcumin. *Chemico-Biological Interactions*, 174: 27-37.
- Akal, C., Buran, İ., Albayrak Delialioğlu, A., Yetişemiyen, A. 2018.** Farklı şeker oranlarının süt reçelinin kalite özellikleri üzerine etkisi. *GIDA*, 43 (5), 865-875.
- Akgül, A. 1993.** Baharat Bilimi & Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15, Ankara, 93 s.
- Aksoy, M. 2000.** Beslenme Biyokimyası, Hatipoğlu Basım ve Yayım Sa. Tic. Ltd. Şti. Ankara, 342 s.
- Aktan, N. ve Yıldırım, H. K. 2011.** Sirke Teknolojisi, Güncelleştirilmiş III. Baskı. Sıdaş Medya Ltd. Şti., İzmir, 83 s.
- Aktan, N., Kalkan, H. 1998.** Sirke Teknolojisi II. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 82 s.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A. 2010.** Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.

Ali, S. S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H. 2008. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Science Direct*, 41: 1-15.

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.

Altman, R. D., Marcussen, K. C. 2001. Effects of a ginger extract on knee pain in patients with osteoarthritis. *Arthritis Rheum.*, 44(11): 2531-2538.

Altuğ, T. 2009. Gıda katkı maddeleri. Akademik yayıncılık, Ankara, 245s.

Ammon, H. P. T., Anazoda, M. I., Safayhi, H., Dhawan, B. N. and Srimal, R. C. 1992. Curcumin: A potent inhibitor of Leukotriene B4 formation in rat peritoneal polymorphonuclear neutrophils (PMNL), *Planta Medica*, pp: 26-28.

Anderson, R. A. Broadhurst, C. L. Polansky, M. M. 2004. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin like biological activity. *J. Agric Food Chem*, 52 (1): 65-70.

Anonim, 1982. FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Draft European regional standard for vinegar, 83/19, Appendix II (Erişim tarihi: 08.01.2019).

Anonim, 2003. TSE Sirke Tarım kökenli sıvılardan elde edilen ürün tarifler, özellikler ve işaretlemeler, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad., 112s. Ankara (Erişim tarihi: 18.12.2018).

Anonim, 2012. Tıbbi ve aromatik bitkiler. <http://www.baka.org.tr/uploads/1357649536Tıbbi-VE-AROMATİK-BİTKİLER-SEKTOR-RAPORU-5ARALIK.pdf>. (Erişim tarihi: 09.02.2019).

Anonim, 2017. Fonksiyonel gıda ve nutrasötikler. <https://www.foodelphi.com/gida-muhendisligi-fonksiyonel-gidalar-dersi-slaytlari-i/>. (Erişim tarihi: 06.11.2018).

Anonim, 2018. Sitrik asit. <https://www.asit.gen.tr/sitrik-asit.html>. (Erişim tarihi: 08.01.2019).

Anonim, 2018. Nutrasötikler [.https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/77441/mod_resource/content/0/NUTRASOT%20KLER-1.konu.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/77441/mod_resource/content/0/NUTRASOT%20KLER-1.konu.pdf). (Erişim tarihi: 05.04.2019).

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine, CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970-81.

Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E. 2016. Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64: 997-1027.

Auddy, B., Ferreira, M., Blasina, F., Lafon, L., Arredondo, F., Dajas, F., Tripathi, P. C., Seal, T., Murkerjee, B. 2003. Screening of antioxidant activity of three Indian medicinal plants, traditionally used for the management of neurodegenerative diseases. *Journal of Ethnopharmacology*, 84: 131-138.

Aytaç, F. 2017. Doğal tatlandırıcıların (stevia ve akçaağaç şurubu) sütlü tatlıların fiziksel, kimyasal ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi* Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Baliga, M. S., Haniadka, R. V., Pereira, M. M., Dsouza, J. J., Pallaty, P. L., Bhat, H. P., Poruri, S. 2011. Update on the chemopreventive effects of ginger and its phytochemicals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 499-523.

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.

Barba, F. J., Criado, N. M., Belda-Galbis, C. M., Esteve, M. J., Rodrigo, D. 2014. Stevia rebaudiana Bertoni as a natural antioxidant/ antimicrobial for high pressure processed fruit extract: processing parameter optimization, *Food Chemistry*, 148, 261–267.

Blois, M. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 1199-1200.

Baydar, H. 2005. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, Isparta, 216 s.

Baytop, T. 1999. Therapy with Medicinal Plants in Turkey. 2nd Edition, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 242 pp.

Beal, J. L., Reinhard, E. 1980. Natural Products as Medicinal Agents. Hippokrates-Verlag Strasbourg.

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. *Anal Biochem*, 239: 70-76.

Berger, E. M. 1952. The relation between expressed acceptance of self and expressed acceptance of others. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 47(4), 778-782.

Blair G, Staal P. 1999. Citric acid: Kirk Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology, Ed.: Kroschwitz, J. I., Wiley, J., Inc., USA, p: 452-454.

Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1200.

Boileau, A., Fry, J., Murray, R. 2012. A new calorie-free sugar substitute from the leaf of the stevia plant arrives in the UK. *Nutr. Bull.*, 37(1): 47- 50.

Budak, H. N. 2010. Elma ve üzümünden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma. *Doktora Tezi (basılmamış)*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Bilimleri Anabilim dalı, Isparta.

Budak, H. N., Kumbul Doguc, D., Savaş, C. M., Seydim, A. C., Kök Taş, T., Ciriş, I. M. Güzel Seydim, Z. B. 2011. Effects of Apple Cider Vinegars Produced with Different Techniques on Blood Lipids in High Cholesterol Fed Rats. *J. Agriculture and Food Chemistry*, 59(12): 6638–6644.

Butt, M. S., Pasha, I., Sultan, M. T., Randhawa, M. A., Saeed, F., Ahmed, W. 2013. Blacık Pepper and Health Claims: A Comprehensive Treatise. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(9): 875-886.

Büyüktuncel, E. 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17: 93-103.

Cantarelli, M. A., Pellerano, R. G., Marchevsky, E. J., Camina, J. M. 2009. Simultaneous determination of aspartame and acesulfame-K by molecular absorption spectrophotometry using multivariate calibration and validation by high performance liquid chromatography. *Food Chem*; 115: 1128-1132.

Cemeroğlu, B. S. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye, 535 s.

Ceylan, A. 1995. Tıbbi Bitkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın, İzmir, 312 s.

Chattopadhyay, R., Esther, D. 2004. Women as Policy Makers: Evidence from a Randomized Policy Experiment, India, pp: 1409-1443.

Cloninger, M. R. and Baldwin, R. E. 1974. L-aspatyl-phenylalanine Methyl Ester (aspartame) As a Sweetener. *J. Food Sci.* 39(2): 374-349.

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.

Crozier, A., Jaganath, I. B., Clifford, M. N. 2009. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26(8): 1001-1043.

Çoban, Ö., Patır, B., 2010. Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2): 7-19.

Çopur, O., Tamer, C., Suna, S., Özcan Sinir, G., İncedayı, B. 2016. Evaluation of physicochemical properties, bioaccessibility of phenolics and antioxidant activity of linden herbal tea beverage. *Beverages*, 5(1):25-35.

Dwivedi, R. S. 1999. Unnurtured and untapped super sweet nonsacchariferous plant species in India. *Current Science*, 76(11): 1454-1461.

Dzyuba, O. O. 1998. Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsley-a new source of natural sugar substitute for Russia. *Rastitel Resursy*, 34: 86-94.

El Demerdash, F. M., Yousef, M. I., Kedwany, F. S. 2004. Cadmium-induced changes in lipid peroxidation, blood hematology, biochemical parameters and semen quality of male rats, protective role of vitamin E and carotene. *Food and Chemical Toxicology*, 42: 1562-1571.

Etcheverry, P., Grusak, M. A., Fleige, L. E. 2012. Application of *in vitro* bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B 6, B 12, D, and E. *Frontiers in Physiology*, 3: 1-22.

Fernandez Garcia, E., Carvajal Lerida, I., Perez Galvez, A. 2009. *In vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition Research*, 29: 751-760.

Ferrazzano, G. F., Cantile, T., Alcidi, B., Coda, M. I., Ingenito, A., Zarrelli, A., Di Fabio, G., Pollio, A. 2015. Is Stevia Rebaudiana Bertoni A Non Cariogenic Sweetener A Review. *Molecules*, 21(1): 38.

Foster, S. 2000. Ginger Your Food Is Your Medicine. www.herphoto.com/education/monograph.htm. (Erişim tarihi: 04.01.2019).

Franke, W. 1981. Nutzpflanzenkunde. *Georg Thieme Verlag*, 362-363.

Frankel, E. N., Meyer, A. S. 2000. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidant. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1925-1941.

Fuhrman, B., Rosenblat, M., Hayek, T., Coleman, R., Aviram M. 2000. Ginger extract consumption reduces plasma cholesterol, inhibits LDL oxidation and attenuates development of atherosclerosis in atherosclerotic, apolipoprotein e-deficient mice. *J. Nutr.*, 130(5): 1124-1131.

Fushimi T., Tayama K., Fukaya M., Kitakoshi K., Nakai N., Tsukamoto Y. 2001. Acetic Acid Feeding Enhances Glycogen Repletion in Liver and Skeletal Muscle of Rats. *Journ. of Nutr.*, 131: 1973-1977.

Gantait, S., Das, A., Mandal, N. 2015. Stevia: A comprehensive review on ethnopharmacological properties and in vitro regeneration June. *Sugar Technology*, 17(2): 95-106.

Garcia Romerao, E., Sanchez Munoz, G., Martin Alvarez, P. J., Cabezudo Ibanez, M. D. 1993. Determination of organic acids in grape musts, wines and vinegars by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 65: 111-117.

Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A. and Antonelli, A. 1998. Characterisation of white vinegars of different sources with artificial neural networks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(3): 417-422.

Giugliano, D. 2000. Dietary antioxidants for cardiovascular prevention. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 10: 38-44.

Gramza, A., Korczak, J. 2005. Tea constituents (*Camella sinensis L.*) as antioxidants in lipid systems. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 351-358.

Gruenwald, J., Freder, J., Armbruester, N. 2010. Cinnamon and health. *Food Science and Nutrition*, 50(9): 34-822.

Gunther Robert, T. 1959. The Grek Herbal of Dioscorides. Hafner Publishing, New York, 93 pp.

Gunther, E. 1950. The Essential Oils. Van Nostrand Company, London.

Guynot, M. E., Ramos, A. J., Setó, L., Purroy, P., Sanchis, V., Marín, S. 2003. Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing of bakery products. *Journal of Applied Microbiology*, 94, 893-899.

Gültekin, F., Öner, M. E., Savaş, H. B., Doğan, B. 2017. Tatlandırıcılar, Glikoz İntoleransı ve Mikrobiyota. *J Biotechnol and Strategic Health Res.*, 1: 34-38.

Gürson, O., Özçelikay, G. 2005. Tarçının Tarih Boyunca ve Günümüzdeki Kullanımı. *OTAM*, 18: 171-183.

Hajhashemi, S., Geuns, J. M. C. 2014. Radical scavenging activity of steviol glycosides, steviol glucuronide, hydroxytyrosol, metformin, aspirin and leaf extract of *Stevia rebaudiana*. *Free Radicals Antioxidant*, 3: 34-41.

Hamid, A. A., Aiyelaagbe, O. O., Usman, L. A., Ameen, O. M., Lawal, A. 2010. Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4: 142-151.

Heinonen, I. M. 2002. Antioxidants in fruits, berries and vegetables. *Fruit and Vegetables Processing Improving Quality*, USA, pp: 417.

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.

Hill, L. L., Woodruff, L. H., Foote, J. C., Barreto Alcoba, M. 2005. Esophageal injury by apple cider vinegar tablets and subsequent evaluation of products. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(7): 1141-1144.

Hlavakova, L., Urbanova, A., Ulicna, O., Janegra, P., Cerna, A., Babal, P. 2010. Piperine active substance of black pepper, alleviates hypertension induced by NO synthase inhibition. *Brastisl Lek Listy*, 111: 426-431.

Hoppe, H. A. 1981. Taschenbuch der Droqenkunde. *Walter de Gruyter*, 222.

Horiuchi, J., Kanno, T., Kobayashi, M., 1999. New vinegar production from onions. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 88 (1), 107-109.

Hortwitz, W. 1980. Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. Washington, pp: 513.

Humberlant, J., Anderson, G. H. 1993. Sucrose. *Encyclopaedia of Food Science*, 4431-4439.

İnanç, A. L., Çınar, İ. 2009. Alternatif doğal tatlandırıcı: Stevya. *Gıda*, 34(6): 411-415.

İncedayı, B. 2017. Gazlı ıhlamur çayı içeceğinin bazı özelliklerinin araştırılması. *Gıda The Journal of Food*, 42(4): 355-363.

Jamal, A., Javed, K., Aslam, M., Jafri, M. A., 2006. Gastroprotective effect of cardamom, *Elettaria cardamomum* Maton. *J. Ethnopharmacol*, 103(2): 149-153.

Jayaprakasha, G. K. Jagan, L. and Sakariah, K. K. 2005. Chemistry and biological activities of *C. longa*. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 533–548.

Johnston, C. S., Gaas, C. A., 2006. Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. *Medgenmed. Medscape General Medicine*, 8(2): 61-72.

Joubert, E., de Beer, D. 2012. Phenolic content and antioxidant activity of rooibos food ingredient extracts, *J Food Compos Analys*, 27: 45-51.

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.

Karaca, M., Tütüncü, M., Him, M., Akkan, H.A., Özbek, H. 2005. Kakule (*Elettaria Cardamom L.*) Uçucu Yağ Ekstresinin Antienflamatuvar Aktivitesinin Sıçanlar Üzerinde Araştırılması. *YYÜ Vet. Fak. Derg.*, 16 (2): 27-30.

Khanna, N. M. 1999. Turmeric – Nature’s precious gift. *Curr. Sci.* 76: 1351–6.

Kemper, K. J. 1999. Ginger (*Zingiber officinale*). www.mcp.edu/herbal/default. (Erişim tarihi: 05.02.2019).

Kermanshahi, H., Riasi, A. 2006. Effect of turmeric rhizome powder (*Curcuma longa*) and soluble NSP degrading enzyme on some blood parameters of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 5: 494–498.

Kılıç, O. 1976. Piyasada satılan sirkelerin bileşimleri üzerinde bir araştırma. *Gıda Dergisi*, 1 (4/5): 121-125.

Kırcı H. 2017. Güvem (*Prunus spinosa*) Meyvesinden Fonksiyonel Sirke Üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Kishi, M., Fukaya, M., Tsukamoto, Y., Nagasawa, T., Takehana, K., Nishizawa, N. 1999. Enhancing effect of dietary vinegar on the intestinal absorption of calcium in ovariectomized rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 163(5): 905-910.

Knekt, P., Isotupa, S., Rissanen, H., Heliovaara, M., Jarvinen, R., Hakkinen, S., Aromaa, A., Reunanen, A. 2000. Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(5): 415–7.

Kocabaş, I., Çıtak, S., Öktüren, F., Sönmez, S., Kaplan, M. 2008. Depolanan ve depolamayan karanfil çeliklerine yapraktan uygulanan Fe EDTA gübrelemesinin karanfil (*Dianthus caryophyllus L.*) Bitkisinin beslenmesi üzerine etkisi. *J. of Fac. of Agric.*, 23(2): 83-91.

Kolaylı, S., Küçük, M., Ulusoy, E., Sarıkaya, A. O., Karaoğlu, Ş., Duran, C. 2007. Kestane ve çiçek ballarının antioksidan ve antimikrobiyal yönden karşılaştırılması. www.zaybir.com (Erişim tarihi: 09.04.2019).

Kumar, G. S., Nayaka, H., Dharmesh, S. M., Salmath, P. V. 2006. Free and bound phenolic antioxidants in amla (*Emblica officinalis*) and turmeric curcuma longa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 446-452.

Kurokawa, M., Kumeda, C. A., Yamamura, J., Kamiyama, T., Shiraki, K. 1998. Antipyretic activity of cinnamyl derivatives and related compounds in influenza virus infected mice. *Eur J Pharmacol*, 348: 45–51.

Kuttan, R., Bhanumathy, P., Nirmala, K., George, M. C. 1985. Potential anticancer activity of turmeric: *Curcuma longa*. *Cancer Letters*, 29(2): 197-202.

Lee, K. G., Shibamoto, T. 2001. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds *Syzygium aromaticum* (L.). *Food Chemistry*, 74: 443- 448.

Lee, S. A., Hong, S. S., Han, X. H., Hwang, J. S., Oh, G. J., Lee, K. S. 2005. Piperine from the fruits of *Piper longum* with inhibitory effect on monoamine oxidase and antidepressantlike activity. *Chem*, 3: 832-835.

Lee, Y.C., Yoon, J.H. 1995. Antioxidative Effects of Volatile Oil and Oleoresin Extracted from Rosemary, Sage, Clove and Nutmeg. *Journal of Food Science and Technology* 25(4): 351- 354.

Liljeberg, H., Fjorck, I. 1998. Delayed gastric emptying rate may explain improved glycaemia in healthy subjects to a starchy meal with added vinegar. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52: 368-371.

Limpe, J. W. 1999. Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 475-490.

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.

Magnuson, B. A., Burdock, G. A., Doull, J. 2007. Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Crit Rev Toxicol*, 37: 629-727.

Manhu, V., Nalini, N. 2005. Chemopreventive efficacy of ginger, a naturally occurring anticarcinogen during the initiation, post-initiation stages of 1,2 dimethylhydrazineinduced colon cancer. *Clinica Chimica Acta*, 35: 60–67.

Marangoz F. İ. 2016. Sirke Üretim Prosesinin Karadut Meyvesinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Özelliklerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Marcinek, K., Krejpcio, Z. 2016. Stevia rebaudiana Bertoni: health promoting properties and therapeutic applications. *Journal or Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 11(1): 3-8.

Mariana-Atena, P., Gergen, I., Moigrădean, D., Târu, V., Dogaru, D. 2007. Antioxidant properties evaluation for different types of apple vinegar with unalcoholic red wine concentrates addition. *Bulletin USAMV-CN*, 63, 476- 481.

Mathew, S., Abraham, T. E. 2006. *In vitro* antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chem Toxicol*, 44(2): 198-206.

Miquel, J., Bernd, A., Sempere, J. M., Diaz-Alperi, J. and Ramirez, A. 2002. The curcuma antioxidants: pharmacological effects and prospects for future clinical use. A review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 34: 37-46.

Moharram, H. A., Youssef, M. M. 2015. Methods for Determining the Antioxidant Activity : A Review Methods for Determining the Antioxidant Activity : A Review. *Alex. J. Fd. Sci. & Technol.*, 11: 31-42.

Mona, A. M., Abo, Z., Ayman, A. 2009. The Anti-mutagenic Activity of Piperine against Mitomycine C induced Sister Chromatid Exchanges and Chromosomal Aberrations in Mice. *Nature and Science*, 7: 72-78.

Morlock, G. E., Meyer, S., Zimmermann, B. F., Roussel, J. M. 2014. High-performance thin-layer chromatography analysis of steviolglycosides in stevia formulations and sugar-free food products, and benchmarking with (ultra) high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 1350: 102-111.

Mujumdar, A. S. 2000. Mujumdar's practical guide to industrial drying. Exergex Corporation, Quebec, Canada. 20.

Nacz, M., Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. 1054: 95-111.

Nabors, L. O. 2002. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. *Food Technol*; 56: 28–32.

Nunes, A. P. M., Ferreira Machado, S. C., Nunes, R. M., Nantas, F. J. S., de Mattas, J. C. P., Caldeira de Araujo, A. 2007. Analysis of genotoxic potentiality of stevioside by comet assay. *Food and Chem Toxicol*, 45: 662-666.

Okcu, Z., Keleş, F. 2009. Kalpdamar hastalıkları ve antioksidanlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1): 153-160.

Omurtag, G. Z., Yazıcıoğlu, D. 2004. Determination of fumonisins B1 and B2 in herbal tea and medicinal plants in Turkey by high-performance liquid chromatography. *J. Food Prot*, 67(8): 6-1782.

Özcan Sinir, G., Suna, S., Tamer, C.E., İncedayı, B., Çopur, Ö. U. 2016. Antioxidant activity, total phenolic content and physicochemical properties of carbonated Erica arborea herbal tea beverage. II International Conference on Food Chemistry and Technology. November 14–16, 2016, Las Vegas, NV, USA. p.40.

Özcan Sinir, G., Suna, S., Tamer, C. E. 2014. Rapid Monitoring Of Volatile Organic Compounds: Selected Ion Flow Tube Mass Spectrometry (SIFT-MS). XIth International Conference Of Food Physicists Food Physics And Innovative Technologies. 10-12 June 2014, Plovdiv, Bulgaria

- Özdemir, D., Başer, H., Çakır, B. 2014.** Tatlandırıcılar. *Academic Food Journal*, 2(13): 60-70.
- Özdemir, F. A., Aymelek, F., Karataş, F. 2011.** Aspir (*Carthamus Persicus Wild*) bitkisinde redükte, okside Glutasyon ile A, C, E vitamini ve β -karoten miktarlarının araştırılması, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2): 71-76.
- Özdemir, P.G., Boysan, M., Selvi, Y., Yıldırım, A., Yılmaz, E. 2015.** Psychometric Properties of The Turkish Version of The Sleep Hygiene Index in Clinical and Non-Clinical Samples. *Comprehensive Psychiatry*, 59,135–140.
- Özen, F. S. 2012.** Kızılılık Proantosiyanidinlerinin ve Moleküler Bileşenlerini Meydana Getiren Kateşin ve Epikateşinin Anti-Rotavirus Aktivitesinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özgülen, H. 1998.** İksir-i Şifa. Timaş Yayınları, İstanbul, 301-302.
- Özgülven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Ekren, S. 2005.** Tütün, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti, VI. Teknik Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Pamuk, A. 1998.** Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi. Pamuk Yayıncılık ve Matbaacılık, İstanbul, 648 s.
- Panda, S., Kar, A. 2003.** Piperine lowers the serum concentration of thyroid hormones, glucose and hepatic 5D activity in adult male mice. *Horm. Metab. Res*, 35: 523.
- Panpatil, V. V., Polasa, K. 2008.** Assessment of stevia (*Stevia rebaudiana*) Natural sweetener: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 45(6): 467.
- Parada, J., Aguilera, J. M. 2007.** Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *J Food Sci*, 72: 21-32.
- Parmar, V. S., Jain, S. C., Bisht, K. S., Jain, R., Taneja, P., Jha, A. 1997.** Phytochemistry of the genus Piper. *Phytochemistry*, 46: 597-673.
- Pawar, N., Pai, S., Nimbalkar, M., Dixit, G. 2011.** RP-HPLC analysis of phenolic antioxidant compound 6-gingerol from different ginger cultivars. *Food Chemistry*, 126: 1330-1336.
- Pekal, A., Drozd, P., Biesaga, M., Pyrzynska, K. 2012.** Screening of the antioxidant properties and polyphenol composition of aromatised green tea infusions. *J Sci Food Agric*, 92:2244-2249.
- 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.

Plessi, M. 2003. Vinegar, Universita Degli Studi Modena, Elseiver Selence Ltd. 5996-6003.

Phelan, J., Rees, J. 2003. The erosive potential of some herbal teas. *Journal of Dentistry*, 31: 241–246.

Pizarro, C., Esteban Diez, I., Saenz Gonzalez, C., Gonzalez Saiz, J. M. 2008. Vinegar classification based on feature extraction and selection from headspace solid-phase microextraction/ gas chromatography volatile analyses: A feasibility study, 608, 38-47.

Plotto, A. 2002. Ginger: Post-production management for improved market Access. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 6(1): 2-9.

Portela, G. S., Azoubel, R., Batigalia, F. 2007. Effects of Aspartame on Maternal-Fetal and Placental Weights, Length of Umbilical Cord and Fetal Liver: A Kariometric Experimental Study. *Int J Morphol* 25: 549- 554.

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 he determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dieatry supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8): 3310-3113.

Qin, B., Nagasaki, M., Ren, M., Bajotto, G., Oshida, Y., Sato, Y. 2003. Cinnamon extract (traditional herb) potentiates *in vivo* insulin-regulated glucose utilization via enhancinf insulin signaling in rats. *Diabetes Res Clin Pract*, 62(2): 48-139.

Rebellato, A. P., Pacheco, B. C., Prado, J. P., Pallone, J. A. L. 2015. Iron in fortified biscuits: A simple method for its quantification, bioaccessibility study and physicochemical quality. *Food Research International*, 77: 385–391.

Reshmi, S. K., Sathya, E., Devi, P. S. 2010. Isolation of piperdine from Pipernigrum and its antiproliferative activity. *Pharmacol*, 4: 562-573.

Richardson, P. 2004. Improving the thermal processing of foods. Woodhead, Cambridge. 507.

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.

Saeid, J. M., Mohammed, A. B., Al Bady, M. A. 2010. Effect of aqueous extract of ginger (*zingiber officinale*) on blood biochemistry parameters of broiler. *Journal Poult Science*, 9(10): 944-947.

- Samanidou, V. F., Antoniou, C. V., Paradoyannis, I. N. 2001.** Gradient RP-HPLC determination of free phenolic acids in wines and wine vinegar samples after spe, with photodiode array identification. *J. Liq. Chromm and Rel. Technol*, 24 (14): 2161-2176.
- 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.
- Santos, A. L., Chierice, G. O., Alexander, K. S. Riga, A., Matthews, E. 2009.** Characterization of the raw essential oil eugenol extracted from *Syzygium aromaticum* L. *Journal Therm. Anal. Calorim*, 96: 821-825.
- Savita, S. M., Sheela,, K., Sunanda, S., Shankar, A. G., Ramakrishna, P. 2004.** Stevia rebaudiana a functional component for food industry, *Journal of Human and Ecology*, 15(4): 261- 264.
- Scalzo, R. L. 2008.** Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid. *Food Chem*, 107: 40-43.
- Shahidi, F. 1999.** Plant phytoceuticals: Seperation science short course series, Texas A&M University, Texas, pp: 27-36.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., Corke, H. 2005.** Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal Agricultural Food Chem*, 53: 7749-7759.
- Sharma, O. P. 1976.** Antioxidant activity of curcumin and related compounds. *Biochemical Pharmacology*, 25, 1811–1812.
- Shirin, A. P. R., Jamuna, P. 2010.** Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (*Zingiber officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24): 2674-2679.
- Sies, H., Stahl, W., Sundquist, A. R. 1992.** Antioxidant function of vitamins: Vitamin E and C, betecarotene and other carotenoidsa, Ann N. Y. Acad Science, pp: 7-20.
- Soleas, G. J., Grass, L., Josephy, P. D., Goldberg, D. M., Diamandis, E. P. 2002.** A comparison of the anticarcinogenic properties of four red wine polyphenols. *Clinical Biochemistry*, 35: 119–124.
- Soliman, M. 1997.** Stevia plant, natural concentrated sweeteners. Egyptian society of sugar technologists, 28th Annual Conference, 2-4.
- Sujatha, R., Luckin, C. B., Nazeem, P. A. 2003.** Histology of organogenesis from callus cultures of black pepper (*Piper nigrum* L). *Journal Tropical Agriculture*, 41: 16-19.

Suna, S. 2014. Doğal bitki ekstraktlarından alternatif bitki çayı üretimi üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Suna, S. 2017. Investigating the physicochemical properties and in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of rooibos herbal tea beverage. *Gıda The Journal of Food*, 42(6): 682-692.

Suna, S., Özcan Sinir, G., Tamer, C. E., İncedayı, B., Çopur, Ö. U. 2018. Antioxidant capacity and physicochemical characteristics of carbonated erica arboera tea beverage. *Beverages*, 4:50.

Suneetha, W. J., Krishnakantha, T. P. 2005. Cardamom extract as inhibitor of human platelet aggregation. *Phytother Res*, 19(5): 437-440.

Surh, Y. J. 2003. Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals, *Nat Rev Cancer*, 3: 768-800.

Tabak, C., Arts, I. C. W., Smit, H. A., Heederik, D., Kromhout, D. 2001. Chronic obstructive pulmonary disease and intake of catechins, flavonols and flavones: The morgen study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164: 61-64.

Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Bertolini, D., Conte, A. 2010. In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. *Food Chemistry*, 120(2): 599-606.

Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Conte, A. 2012. The first tract of alimentary canal as an extractor. phytochemicals from solid food matrices during simulated digestion. *Journal of Food Biochemistry*, 36: 555-568.

Taher, M., Abdul Majid, F. A., Sarmidi, M. R. 2004. Cinnamtannin B1 activity on adipocytes formation. *Mad J Malaysia*, 59(1): 8-97.

Tekeli, Y., Sezgin, M. 2007. Centaurea carduiformis (peygamber çiçeği)'in antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(2): 204-209.

Tamer, E. 2018. A research on the production of green coffee beverage fortified with apricot pulp. *Gıda The Journal of Food*, 43(5):800-811.

Temel, M., Tınmaz, A. B., Öztürk, M., Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye'de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21: 198-214.

Toksoy, D., Bayramoğlu, M., Hacısalıhoğlu, 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.

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.

Turan, Z. M. 1998. İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207s.

Tuncer, H., Karataş, F., Crepis Foetida L. 2012. Subsp. Rhoedifolia (M. Bieb) Celak bitkisinin yapraklarındaki vitaminler ve glutatyon miktarlarının araştırılması, *Journal of New World Sciences Academy*, 7(3): 115-121.

Usal, G., Özde A. A. 2001. Türkiye'nin tıbbi bitkiler ihracat potansiyeli. *Gıda*, 10: 78–79.

Utpala, P., Johny, A. K., Parthasarathy, V. A., Jayarajan, K., Madan, M. S. 2006. Diversity of ginger cultivation in India. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 15(2): 93-99.

Uyulaşer, V., Başoğlu, F. 2004. Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Kılavuzu. Dora Yayıncılık, Bursa, 125 s.

Ünver, H. 2019. Farklı tatlandırıcı ilavesiyle üretilen kızılıçık pestillerinin antioksidan kapasitesi ve fenolik madde ve aroma profili. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Van der Wal, S. 2008. Sustainability issues in the tea sector, a comparative analysis of six leading countries, stichting onderzoek multinationale ondernemingen centre for research on multinational corporations. *Felix Offset*. pp: 110.

Verhoff F. H. 2003. Citric acid : Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Ed.: Elvers, B., Hawkins, S., Harrer, R., Müller, P., Wiley-VCH, Germany, pp: 525-531.

Verzelloni, E., Tagliazucchi, D., Conte, A. 2007. Relationship between the antioxidant properties and the phenolic and flavonoid content in traditional balsamic vinegar. *Food Chemistry*, 105: 564-571.

Vitali, D., Vedralina 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.

Vural, H. 2014. Ağız ve diş sağlığında kullanılan bitkiler üzerinde farmakognozik çalışmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Farmakognozik Anabilim Dalı, Kayseri.

Walle, T., Walgren, R., Walle, U. K., Galijatovic, A., Vaidyanathan, J. B. 2003. Understanding the Bioavailability of Flavonoids Through Studies in CaCo-2 Cells.: Flavonoids in Health and Disease, New York.

Wagner, H. 1982. Pharmazeutische Biologie. *Gustav Fischer Stuttgart Verlag*, 2: 88.

Wang, J. G., Anderson, R. A., Graham, G. M. 2007. The effect of cinnamon extract on insulin resistance parameters in polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Fertil Steril*, 88(1): 3-240.

Wang, M., Kikizaki, H., Zhu, N., Sang, S., Nakatani, N., Ho, C. 2000. Isolation and structural elucidation of two new glycosides from sage (*salvia officinalis L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2): 235-238.

Wattanathorn, J., Chonpathompikunlert, P., Muchimapura, S., Priprem, A., Tankamnerdthai, O. 2008. Piperine, the potential functional food for mood and cognitive disorders. *Food Chem Tech*, 46: 3106-3110.

Williamson, G., Manach, M. 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans II. review of 93 intervention studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 243-255.

Wolfe, K., Wu, X., Liu, R. H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3): 609-614.

Wootton-Beard, P. C., Ryan, L. 2011. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, 44: 3135–3148.

Xu, Q., Tao, W., Ao, Z. 2007. Antioxidant activity of vinegar melanoidins. *Food Chemistry*, 102: 841–849.

Yalçın, H., Yıldız, H., Nergiz, C. 1997. Baharatların Kimyasal Bileşimi ve Gıda Sanayinde Kullanımı. *E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25: 1-2.

Yang, Y. H., Huang, S. Z., Han, Y. L., Yuan, H. Y., Gu, C. S., Zhao, Y. H. 2014. Base substitution mutations in uridinediphosphate-dependent glycosyltransferase 76g1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside a mutations in *ugt76g1*, a key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiol. Bioch.*, 80: 220-225.

Yanishlieva, N. V., Marinova, E., Pokorny, J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *Journal. Lipid Science Technology*, 108: 776-793.

Yekeler, F. Z. 2015. Doğal bitki ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş limonlu içecek (limonata) üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Yılmaz, N. 2007. Yapay Tatlandırıcılar ve Gıda Sanayinde Kullanımları. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Ziegenfuss, T. N., Hofheins, J. E., Mendel, R. W. 2006. Effects of a water soluble cinnamon extract on body composition and features of the metabolic syndrome in pre-diabetic men and women. *J. Int Soc Sports Nutr*, 3(1): 43-45.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra TERAKYE
Doğum Yeri ve Tarihi : Mustafakemalpaşa/ 11.02.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Mustafakemalpaşa Lisesi
Lisans : Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : İŞTIP Ortak Sağlık Ve Güvenlik Birimi / İş Güvenliği
Uzmanı

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

Yayınları :